2019-I01-032869

INFORME N° 261-2019-OEFA/DEAM-SSIM

A	:	**FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN** Director de Evaluación Ambiental
DE	:	**ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN** Subdirector de Sitios Impactados
		LLOJAN CHUQUISENGO PICON Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Energía
		ANGIE VALESKA TERESA RUIZ PEÑA Asistente Legal
ASUNTO	:	Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul de empresa central hidroeléctrica Mamacocha S.R.L., durante el 2018 y 2019.
CUE	:	2018-03-0013
CÓDIGO DE ACCIÓN	:	016-9-2018-401 014-10-2018-401 0009-4-2019-402 0007-6-2019-402
REFERENCIA	:	Planefa 2019[1]
FECHA	:	Lima, 25 de julio de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distrito de Ayo, provincia de Catilla, departamento de Arequipa
b.	Unidades fiscalizables/ actividades económicas en la zona de estudio	Área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul.
c.	Problemática identificada	Acción preventiva en el proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, a fin de conocer el estado de la calidad ambiental del área de influencia
d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019
e.	Periodo de ejecución	Del 16 al 21 de setiembre de 2018 Del 16 al 24 de octubre de 2018 Del 29 de abril al 08 de mayo de 2019
f.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental temprana

[1] Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 007-2019-OEFA/CD, del 16 de febrero de 2019, a través del cual «Aprueban el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental" – Planefa del OEFA correspondiente al año 2019».

Profesionales que aportaron al estudio

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.°	Nombre y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Armando Martín Eneque Puicón	Biólogo	Gabinete
2	Llojan Chuquisengo Picón	Lic. químico	Gabinete
3	Janet Brígida Quincho Olazábal	Ing. agrícola	Campo y gabinete
4	Cesar Gregorio Espíritu Limay	Lic. químico	Gabinete
5	Rolando Benjamín Pacheco Castañeda	Lic. en ciencias de la información	Campo y gabinete
6	Jessica Adela Espino Ciudad	Bióloga	Campo y gabinete
7	Jhony Ríos García	Biólogo	Campo y gabinete
8	Alfredo Leonardo Guzmán Caldas	Biólogo	Campo y gabinete
9	Dany Chunga Benavides	Biólogo	Campo y gabinete
10	Gerardo Dydson Herrera Yapo	Ing. ambiental y sanitario	Campo y gabinete
11	Fray Luis Yanapa Huaquisto	Bachiller en ing. geológica	Campo y gabinete
12	Víctor Chama Moscoso	Biólogo	Campo y gabinete
13	Lucila Nathali Pinto Cieza	Ing. ambiental	Gabinete
14	Angie Valeska Teresa Ruiz Peña	Bachiller en derecho	Gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Los parámetros y matrices evaluadas en la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros y matrices evaluadas

Matriz evaluada	Fecha	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos /zonas evaluadas
Agua superficial	Octubre 2018 - primera ejecución	pH, CE, OD, temperatura, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, fluoruros, sulfatos, fosfato, silicatos, nitrógeno amoniacal, sólidos totales disueltos, sólidos totales suspendidos, metales totales, metales disueltos	14
		Aceites y grasas	12
		Demanda química de oxígeno	7
		Bifenilos Policlorados (PCB)	3
	Mayo 2019 - segunda ejecución	pH, CE, OD, T, parámetros fisicoquímicos, metales totales, metales disueltos	12
		pH, temperatura, oxígeno disuelto, metales totales, metales disueltos, silicatos, DQO, sulfatos, cloruros, bicarbonatos, carbonatos y nitrógeno amoniacal	12
		Sólidos totales suspendidos, sólidos totales disueltos	6
		Aceites y grasas	2
		PCB	1
Sedimento	Octubre 2018 - primera ejecución	Metales totales	3
		Materia orgánica	2
Geología	Octubre 2018 - primera ejecución	Puntos de observación geológica	12
Comunidades hidrobiológicas	Octubre 2018 - primera ejecución	Perifiton	10
		Macroinvertebrados bentónicos	9
		Zooplancton	3
		Fitoplancton	3

Matriz evaluada	Fecha	Parámetros evaluados	Cantidad de puntos /zonas evaluadas
	Mayo 2019 -segunda ejecución	Perifiton	7
		Macroinvertebrados bentónicos	9
		Zooplancton	2
		Fitoplancton	2
		Necton	3
		Metales Totales (incluido Hg) en músculo de peces	2
Flora	Mayo 2019 - única ejecución	13 transectos	3 zonas
Herpetología	Mayo 2019 - única ejecución	16 búsquedas por encuentros visuales (VES)	3 zonas
Ornitología	Mayo 2019 - única ejecución	12 búsquedas intensivas y 3 redes de niebla	3 zonas
Mastozoología	Mayo 2019 - única ejecución	10 cámaras trampa y 4 recorridos	3 zonas

Los parámetros que excedieron la normativa en la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul de se presentan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Parámetros que exceden normativa ambiental

Matriz	Cuerpo de agua	Código OEFA	Código IGA	Norma ambiental IGA y vigente	
				Oct-18	May-19
Agua superficial[1]	Río Colca	RCol-1	--	Boro*	--
	Quebrada Subna	QSub-1	--	Manganeso**	--
Sedimento[2]	Laguna Chachas	LCha1	--	Arsénico*** Plomo Mercurio total	--
	Laguna Mamacocha	LMam-2	--	Cobre***	--
	Río Mamacocha	RMam-3	--	Zinc	--

1 La normativa ambiental del IGA corresponde a la normativa vigente de acuerdo con el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM
2 Comparado referencialmente con la «Guía de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales» (*Canadian Environmental Quality Guidelines - Sediment Quality Guidelines far freshwater*)
(*) No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1) del 2017
(**) No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1 y D2) del 2017
(***) Incumple el valor PEL de la Guía de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales

3. PRINCIPALES CONCLUSIONES

- El principal ecosistema de agua dulce evaluado correspondió a la laguna Mamacocha, que presentó buena calidad de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas relacionado a un ecosistema frágil con presencia de formaciones vegetales que constituyen un complejo dinámico que brindan diversos servicios ecosistémicos (ecológicos[2] y económicos[3]), donde interactúan diferentes especies de flora y fauna endémicas y para la conservación. Se resalta la presencia de la «nutria andina o huallaque» *Lontra felina*, especie bandera del distrito de Ayo, la cual es indicadora del buen estado de conservación de la laguna.

- El área de evaluación de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas, evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019, se enfocó en la parte baja de la cuenca del río Mamacocha que abarcó puntos de muestreo en la descarga de la laguna Chachas (LCha-1), el río Chachas (RCha-1), la quebrada Subna (QSub-1), la laguna

2 Regulación del clima, banco de semillas de especies protegidas, dispersión de semilla, polinización controladores de plagas.
3 Turismo ecológico y mejora de la calidad de vida de la población.

Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), el río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4) y el río Colca (RCol-1 y RCol-2). Además, se consideró el manantial sin nombre 1 (MSN-1), el canal de la descarga de la microcentral Ayo (DCMA-1) y el canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2).

- Los parámetros fisicoquímicos de los citados puntos de muestreo cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua 2017 de la categoría respectiva, a excepción del 2018 donde el manganeso excedió la Categoría 3 subcategorías D1 y D2 en la quebrada Subna (QSub-1) y el boro que excedió la Categoría 3 subcategoría D1 en el río Colca (RCol-1), antes de la confluencia con el río Mamacocha.

- La presencia de manganeso en la quebrada Subna (QSub-1) se debería al predominio de rocas intrusivas (minerales máficos) asociadas a zonas de alteración hidrotermal ubicadas en la naciente (cerro Jallhua) y al sureste (cerro Subna) de la quebrada Subna, donde predomina los óxidos de hierro (Fe^{3+}) y en menor proporción arcillas.

- Con respecto al boro registrado en el río Colca (RCol-1), aguas arriba de la confluencia con el río Mamacocha, estaría relacionado a la influencia de fuentes hidrotermales ubicadas en las márgenes del río Colca; sin embargo, su concentración disminuye aguas abajo de la confluencia con el río Mamacocha, debido a la ausencia o poca influencia de fuentes hidrotermales y aporte de agua de quebradas y ríos con bajas concentraciones de boro.

- El sustrato, profundidad de la columna de agua, caudal y disponibilidad de la materia orgánica de los ríos Mamacocha y Colca y la quebrada Subna (ambientes lóticos altoandinos) son factores abióticos que influyen en las reestructuraciones ecológicas estacionales, de las cuales están sujetas las comunidades hidrobiológicas; por lo que tienen gran variabilidad temporal, siendo el orden Ephemeroptera los de mayor riqueza y junto con el orden Diptera los más abundantes.

- El comportamiento hidroquímico y la concentración de metales pesados también influyen en la variación temporal de las comunidades hidrobiológicas en cuerpos lóticos, como ocurre con la dinámica de la cadena trófica (condiciones de ciclo alimentario) de la quebrada Subna (QSub-1) - relacionada con la disminución drástica del perifiton, por el cual en condiciones extremas se han adaptado organismos altamente tolerantes y de estrategia como la familia Chironomidae (larvas y pupas acuáticas de insectos como las moscas) asociadas a múltiples estrategias de alimentación; por lo que varios géneros se encuentran en aguas limpias con buena oxigenación y también son indicadores de contaminación con materia orgánica.

- La composición fisicoquímica de la laguna Mamacocha difiere de la descarga de laguna Chachas, el río Chachas, y la quebrada Subna, debido a que la resurgencia (flujo subsuperficial y de tipo local) que recarga la laguna Mamacocha en su recorrido de 18 km interacciona con rocas volcánicas andesíticas y andesitas basálticas y niveles sedimentarios calcáreos, areniscas y lutitas negras de las formaciones Socosani y Puente.

- La formación vegetal ribereña de la laguna y río Mamacocha impide un mayor efecto erosivo de las precipitaciones sobre material andesítico, lo que se ve reflejado en las bajas concentraciones de material suspendido e iguales condiciones fisicoquímicas a nivel espacial y temporal; a diferencia del río Colca que si registró variación debido al aporte del río Mamacocha, principalmente el cambio de facie hidroquímica y la disminución del elementos químicos relacionados a las fuentes hidrotermales como el boro.

- Con respecto a las comunidades hidrobiológicas en la laguna Mamacocha se registró mayor diversidad de fitoplancton (33 especies) que la laguna Chachas, en que dominan un número menor de especies como *Asterionella formosa* y *Aulacoseira granulata.* Asimismo, se aprecia una mayor diversificación de zooplancton.
- La diferencia de concentración de hierro y fósforo disuelto y los sólidos en suspensión influyen en las condiciones limnológicas de las lagunas, por lo que el phylum Cyanobacteria solo fue registrado en la laguna Mamacocha (posibles condiciones oligotróficas), mientras que la laguna Chachas registró algas Bacillariophyta (diatomeas) y una especie única de Orchophyta (Mallomonas sp.).

- La laguna Mamacocha registró macrofitas emergentes y sumergidas que aportan mayor cantidad de materia orgánica y junto con la mayor abundancia de perifiton permiten la alta diversidad de macroinvertebrados; mientras que la laguna Chachas registró macrofitas sumergidas y con sustratos de arena y canto rodado, favorecen la diversificación de macroinvertebrados como los Ephemeropteros en condiciones favorables.

- Las citadas diferencias limnológicas, fisicoquímica e hidromorfológica de la laguna Mamacocha, cuerpo de agua de mayor biodiversidad y poca dominancia de algún grupo en específico, permiten que tenga las condiciones favorable para ser un refugio con fines reproductivos y de alimentación del pejerrey de río, *Basilichthys semotilus*, que estaría migrando del río Colca, y por ende también a la presencia de la «nutria andina; no obstante, las microalgas bentónicas representarían un primer eslabón de suma relevancia para la cadena trófica de ambas lagunas.

- El manantial sin nombre 1 (MSN-1) y la descarga de la microcentral Ayo (DMCA-1) presentan características fisicoquímicas similares al río Mamacocha, por lo que no generan cambios fisicoquímicos al río, en cambio el canal de riego Ayo - aunque no llega a tributar al río Mamacocha-difiere en niveles de concentración de sulfatos, calcio, magnesio y estroncio por la formación geológica de su naciente en el cerro Oroscupio e interacción por la margen izquierda con el cerro Ccotoccahuana.

- Finalmente, los sedimentos evaluados en octubre de 2018 en la laguna Chachas (LCha-1), laguna Mamacocha (LMam-2) y río Mamacocha (RMam-3) fueron comparados referencialmente con los estándares de la Guía canadiense para sedimentos de aguas continentales *Canadian Environment Quality Guidelines* [CEQG]), en donde se resalta que en el punto LCha-1 superó el arsénico el valor PEL y plomo y mercurio total el valor ISQG; el punto LMam-2 superó el valor PEL para cobre; y en el punto RMam-3 el valor ISGQ para zinc.

- La evaluación de flora y fauna silvestre se realizó en 3 zonas (zona-1, que incluye la Laguna Mamacocha (EF), el tramo inicial del río Mamacocha y formaciones vegetales asociadas; zona-2, que abarca gran parte de la zona media del río Mamacocha; y zona-3, que corresponde a la confluencia de los ríos Mamacocha y Colca) y 2 formaciones vegetales (monte ribereño y matorral desértico)

- Para flora silvestre se evaluaron cuantitativamente 13 transectos (9 en monte ribereño y 4 en matorral desértico); además, se registró cualitativamente especies que no fueron registradas en los transectos. Se registraron en total 74 especies agrupadas en 41 familias botánicas y 66 géneros (66 especies cuantitativamente y 8 especies fueron adicionados cualitativamente), donde las familias más diversas fueron Asteraceae, Poaceae y Cactaceae, los géneros más diversos fueron Solanum, Amaranthus, Baccharis y Plantago entre otras.

- La vegetación de monte ribereño fue la formación con mayor riqueza, con 64 especies; seguida del matorral desértico con 16 especies. Por otro lado, las especies con mayor abundancia relativa en el monte ribereño fueron *Schinus molle* «molle», *Escallonia angustifolia, Arundo donax* «carrizo» y *Ficus carica* «higo» y en matorral desértico, *Browningia candelaris*, *Cylindropuntia tunicata, Neoraimondia arequipensis* y *Haageocereus pluriflorus* (Cactaceae).

- Del total de especies, en la zona-1 se registró un total de 38 especies (27 especies en monte ribereño y 13 especies en matorral desértico), en la zona-2 se registró 39 especies (30 especies en monte ribereño y 10 especies en matorral desértico) y en la zona-3, solo 10 especies que corresponde a monte ribereño. Estas variaciones son debido a la cobertura vegetal; donde, la formación con mayor cobertura corresponde a monte ribereño (79,2 % para la zona-1, 90 % para la zona-2 y 30,5 para la zona-3), seguida del matorral desértico que registró entre 18,3 y 14 % de cobertura vegetal, debido a la mayor presencia de áreas descubiertos y dominado por roca y suelo.

- Dentro de las especies que se encuentran en algún grado de protección según normativas nacionales e internaciones, la presente evaluación reportó 18 especies de las 74 registradas, donde: 4 especies están en la categoría de Casi Amenazada (NT) según el D.S. N.° 043-2006AG; 14 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC) y 2 en la categoría Datos Insuficientes (DD) según la IUCN (2019); 7 especies (todas ellas de la Familia Cactaceae) en los listados del apéndice II de la lista CITES (2017) y finalmente 3 especies endémicas para Perú según la Lista roja de especies para Perú.

- En el área de estudio se registraron 3 especies de reptiles, *Microlophus* sp. «lagartija» *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa». La amplia variedad de microhábitats que se presentan en el ecosistema de monte ribereño que circunda a la laguna Mamacocha, permitió la mayor diversidad de especies de reptiles en el área estudio.

- *Microlophus* sp. «lagartija» fue la especie más abundante en toda el área de estudio; asimismo, se necesitan estudios especializados para la correcta identificación de *Microlophus* sp. «lagartija», de forma que permita su estado actual y protección.

- En el área de estudio, la zona -1 presentó los mayores valores de riqueza y abundancia de especies, registrándose las 3 especies de reptiles; mientras que en la zona-2 se registró únicamente *Microlophus* sp. «lagartija». No se registraron especies en la zona-3.

- *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» se encuentran incluidas en la categoría de Preocupación Menor por parte de la IUCN (2019). Cabe precisar que, de todas las especies registradas en la evaluación, *Microlophus* sp. «lagartija» se encuentra únicamente en territorio peruano, siendo el área de estudio parte de su probable rango de distribución.

- En el área de estudio la avifauna registrada fue típica de la zona interandina; se registraron mediante el método de búsquedas intensivas un total de 20 especies pertenecientes a 15 familias y 8 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 9 especies, seguido de Apodiformes con 4 especies; mientras que las familias con mayor número de especies fueron Trochilidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Rallidae y Apodidae, todas con 2 especies.

- La especie con mayor número de individuos fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino», con 96 individuos; seguido de *Streptoprocne zonaris* «vencejo de collar blanco», con 25 individuos. Todas las especies registradas son residentes.
- La formación vegetal que presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves fue el monte ribereño con 19 especies y 162 individuos; mientras que la formación vegetal matorral desértico, fue la de menor riqueza y abundancia, con 7 especies y 44 individuos. La zona-1 registró la mayor riqueza y abundancia.

- Durante la evaluación se registraron 7 especies de interés para la conservación, de las cuales 1 especie es endémica de Perú, 1 está restringida al bioma Andes Centrales, y 1 especie registrada está dentro de alguna zona endémica de aves (EBA).

- Se ha registrado 2 especies dentro de alguna categoría de conservación de la IUCN (2019), estas especies son *Vultur gryphus* «cóndor andino» y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» categorizadas como Especies Vulnerables (VU), mientras que según el D.S.004-2014, se reportan 2 especies dentro de alguna categoría, *Vultur gryphus* «cóndor andino» categorizada como especie En Peligro (EN) y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» categorizada como especie Vulnerable (VU) y según CITES (2017), nos indica que se registraron 4 especies registradas en el apéndice II: *Geranoaetus melanoleucus, Patagona gigas, Rhodopis vesper y Falco sparverius* y se registró una especie dentro del apéndice I, *Vultur gryphus*.

- La avifauna registrada en el área de estudio indica que la laguna Mamacocha y las formaciones vegetales identificadas son ecosistemas conservados que albergan especies de aves endémicas como *Pseudasthenes cactorum*; especies polinizadoras como *Rhodopis vesper* y *Patagona gigas*; especies depredadoras como *Falco sparverius* y *Geranoaetus polyosoma;* y especies generalistas; cuyas poblaciones se mantienen en equilibrio.

- Se registró un total de 5 especies de mamíferos mayores con predominio del orden Carnivora con 3 especies, de estas se tienen como especies de particular importancia a *Lontra felina* «nutria o huallaque» y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal».

- Se registró la especie introducida *Lepus europaeus* «liebre» que de acuerdo con su alta capacidad de dispersión es considerada como una especie invasiva. Este registro puede sumarse a la lista de puntos de interés para la descripción de su distribución en el Perú.

- El método de muestreo por recorridos permitió registrar las 2 especies esperadas según el análisis de la curva de acumulación para el área de estudio; además, con el método complementario de cámaras trampa se registró 2 especies adicionales y mediante registros fuera de los métodos aplicados se listó 1 especie más.

- La zona-1 y zona-3 presentaron los mayores registros de especies de mamíferos silvestres con 2 especies en cada zona por medio de recorridos; por ende, presentan la mayor diversidad.

- De las 5 especies registradas, 3 de ellas se encuentran por lo menos en una categoría de conservación nacional e internacional. Entre ellas tenemos a *Lontra felina* «nutria o huallaque» en categoría de En peligro (EN) y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» categorizada en estado de Casi Amenazada (NT) ambas para la IUCN (2019) y para la legislación nacional (Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI) como especie en situación de En peligro (EN) y con Datos insuficientes (DD) respectivamente. Finalmente, según el CITES (2017) *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» y *Lycalopex*

culpaeus, «zorro» se encuentran listadas en el apéndice II y *Lontra felina* «nutria o huallaque» en el apéndice I.

El desarrollo completo del análisis de resultados y conclusiones se encuentra en el documento adjunto al presente informe.

4. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul, ubicada en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa de la empresa central hidroeléctrica Mamacocha S.R.L., realizada durante el 2018 y 2019 en vista que cuenta con el sustento técnico requerido.

- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

Oefa
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FIR 31667148 hard
Cargo: Coordinadora de Sitios Impactados
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Por delegación de firma de Armando Eneque

Oefa
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: CHUQUISENGO PICON Llojan FIR 43052135 hard
Cargo: Coordinador en Evaluación Ambiental en Energía
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: RUIZ PEÑA Angie Valeska Teresa (FIR41916391)
Cargo: Asistente Legal - Asistente I
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: GARCIA ARAGON Francisco (FIR31044541)
Cargo: Director de la Direccción de Evaluación Ambiental
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nª 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 08540316"

08540316

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL DE LA EMPRESA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MAMACOCHA S.R.L., DURANTE EL 2018 Y 2019

SUBDIRECCIÓN DE SITIOS IMPACTADOS

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2019

Profesionales que aportaron a este documento:



Firmado digitalmente por: QUINCHO OLAZABAL Janet Brigida FIR 44201268 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 12:58:37-0500



Firmado digitalmente por: ESPIRITU LIMAY Cesar Gregorio FIR 42423840 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 12:59:36-0500



Firmado digitalmente por: PACHECO CASTAÑEDA Rolando Benjamin FIR 10136443 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 14:43:28-0500



Firmado digitalmente por: ESPINO CIUDAD Jessica Adela FIR 41434632 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 14:50:14-0500



Firmado digitalmente por: RIOS GARCIA Jhony Angel FIR 05343747 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 15:47:16-0500



Firmado digitalmente por: GUZMAN CALDAS Alfredo Leonardo FIR 44826285 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 16:07:16-0500



Firmado digitalmente por: CHUNGA BENAVIDES Dany Ernesto FIR 44171532 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 16:29:24-0500



Firmado digitalmente por: HERRERA YAPO Gerardo Dydson FIR 46814192 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 19:02:22-0500



Firmado digitalmente por: YANAPA HUAQUISTO Fray Luis (FIR70019558)
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/07/2019 09:30:28-0500



Firmado digitalmente por: CHAMA MOSCOSO Victor FIR 42129257 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 23:27:24-0500



Firmado digitalmente por: PINTO CIEZA Lucila Nathali FIR 45488059 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/07/2019 17:39:01-0500



Firmado digitalmente por: CHUQUISENGO PICON Llojan FIR 43052135 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 23/07/2019 14:46:46-0500

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES 2
3. OBJETIVOS 3
3.1. Objetivo general 3
3.2. Objetivos específicos 3
4. ÁREA DE ESTUDIO 3
4.1. Climatología 5
4.2. Hidrología 5
4.3. Hidrogeología 6
4.4. Aspectos arqueológicos 7
4.5. Aspectos biológicos 8
5. CONTEXTO SOCIAL 9
6. PARTICIPACIÓN CIUDADANA 11
6.1. Etapa 1 11
6.2. Etapas 2 al 5 11
7. METODOLOGÍA 12
7.1. Agua Superficial 12
7.1.1. Guías utilizadas para la evaluación 12
7.1.2. Ubicación de puntos 13
7.1.3. Parámetros y métodos de análisis 13
7.1.4. Equipos utilizados 15
7.1.5. Aseguramiento de la calidad 15
7.1.6. Criterios de comparación 15
7.2. Sedimentos 16
7.2.1. Guías utilizadas para la evaluación 16
7.2.2. Ubicación de puntos 17
7.2.3. Parámetros y métodos de análisis 17
7.2.4. Equipos utilizados 17
7.2.5. Aseguramiento de la calidad 17
7.2.6. Criterios de evaluación 18
7.3. Comunidades hidrobiológicas 18
7.3.1. Guías utilizadas para la evaluación 19
7.3.2. Ubicación de puntos 19
7.3.3. Parámetros y métodos de análisis 20
7.3.4. Equipos utilizados 20

7.3.5. Aseguramiento de la calidad 21
7.3.6. Procesamiento de datos 21
7.4. Evaluación hidroquímica 26
7.4.1. Ubicación de puntos 27
7.4.2. Procesamiento de datos 27
7.5. Caracterización geológica 36
7.5.1. Guías utilizadas para la evaluación 36
7.5.2. Ubicación de puntos 36
7.5.3. Procesamiento de datos 37
7.6. Flora silvestre 38
7.6.1. Guías utilizadas para la evaluación 38
7.6.2. Ubicación de puntos 39
7.6.3. Parámetros y métodos de análisis 41
7.6.4. Equipos utilizados 41
7.6.5. Criterios de comparación 41
7.6.6. Procesamiento de datos 42
7.7. Fauna silvestre 45
7.7.1. Guías utilizadas para la evaluación 46
7.7.2. Ubicación de puntos 46
7.7.3. Parámetros y métodos de análisis 52
7.7.4. Equipos utilizados 54
7.7.5. Criterios de comparación 55
7.7.6. Procesamiento de datos 55
8. RESULTADOS 59
8.1. Comparación con las normas aprobadas en el IGA y vigente 61
8.1.1. Agua superficial 61
8.2. Comparación con norma referencial 63
8.2.1. Sedimento 63
8.3. Estudios especializados 64
8.3.1. Comunidades hidrobiológicas 64
8.3.2. Evaluación hidroquímica 83
8.3.3. Caracterización geológica 99
8.3.4. Flora 112
8.3.5. Fauna 128
9. DISCUSIÓN 155
9.1. Agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas 155
9.2. Flora 175

9.3. Fauna 179
9.3.1 Anfibios y reptiles 179
9.3.2 Aves 183
9.3.3 Mamíferos 190
10. CONCLUSIONES 196
11. ANEXOS 200
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1. Actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 11
Tabla 6.2. Cronograma de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 12
Tabla 7.1. Referencias para el muestreo de agua superficial 13
Tabla 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo 13
Tabla 7.3. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial durante el 2018 y 2019 14
Tabla 7.4. Categoría de comparación para los cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 15
Tabla 7.5. Estándares de comparación para agua superficial 16
Tabla 7.6. Referencias para el muestreo de sedimentos 16
Tabla 7.7. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento durante el 2018 17
Tabla 7.8. Parámetros evaluados y métodos de análisis de sedimento durante el 2018 17
Tabla 7.9. Valores estándares de comparación para metales en sedimento de agua continental 18
Tabla 7.10. Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas 19
Tabla 7.11. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas 19
Tabla 7.12. Comunidades hidrobiológicas evaluados por puntos de muestreo 20
Tabla 7.13. Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidades hidrobiológicas en el 2018 y 2019 20
Tabla 7.14. Características y puntuaciones hidromorfológica según el protocolo CERA-S 23
Tabla 7.15. Calidad hidromorfológica acuerdo a la puntuación del protocolo CERA-S 24
Tabla 7.16. Calidad biológica de acuerdo con la puntuación del protocolo CERA-S 25
Tabla 7.17. Calidad ecológica: recombinación entre la calidad hidromorfológica y biológica según el protocolo CERA-S 25
Tabla 7.18. Calidad ecológica según el protocolo CERA-S 25
Tabla 7.19. Puntajes de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice ABI 25
Tabla 7.20. Estado de la calidad ecológica del agua según el ABI en Perú 26
Tabla 7.21. Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica 29
Tabla 7.22. Referencias para la caracterización geológica 36
Tabla 7.23. Puntos de muestreo de geología 37
Tabla 7.24. Guías de muestreo para evaluar de la flora y vegetación 39
Tabla 7.25. Ubicación transectos de muestreo de flora silvestre 40
Tabla 7.26. Parámetros evaluados 41
Tabla 7.27. Cálculos estadísticos realizados 42

Tabla 7.28. Guías de muestreo para la evaluación de fauna silvestre 46
Tabla 7.29. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) para la evaluación de los anfibios y reptiles 47
Tabla 7.30. Ubicación de las búsquedas intensivas para la evaluación de las aves 48
Tabla 7.31. Ubicación de transectos lineales para la evaluación de mamíferos 50
Tabla 7.32. Ubicación de cámaras trampa 51
Tabla 7.33. Parámetros y cantidad de zonas de evaluación considerados para el estudio 54
Tabla 7.34. Puntaje para diferentes tipos de evidencias utilizado para calcular el índice de ocurrencia 57
Tabla 8.1. Resultados de calidad de agua superficial que excedieron los ECA para Agua 61
Tabla 8.2. Resultados de calidad de sedimento 63
Tabla 8.3. Especies que solo fueron reportadas para cada laguna evaluada 65
Tabla 8.4. Diversidad alfa del fitoplancton por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019 67
Tabla 8.5. Composición, riqueza y abundancia del zooplancton, en las evaluaciones de 2018 y 2019 68
Tabla 8.6. Diversidad alfa del perifiton vegetal por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019 72
Tabla 8.7. Diversidad alfa del perifiton vegetal por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019 74
Tabla 8.8. Diversidad alfa del macrobentos por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019 80
Tabla 8.9. Calidad ecológica de acuerdo con el protocolo CERA-S 82
Tabla 8.10. Concentración de metales en tejido muscular de peces de la evaluación 2019 83
Tabla 8.11. Características de los miembros del Grupo Andahua 108
Tabla 8.12. Número de familias, géneros y especies por cada clase registrada en el área de estudio 112
Tabla 8.13. Número de familias, géneros y especies por cada clase registrada en el área de estudio 116
Tabla 8.14. Cobertura vegetal por transecto, formación vegetal, y zonas, presente en el área de estudio 122
Tabla 8.15. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas 122
Tabla 8.16. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas 124
Tabla 8.17. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas 126
Tabla 8.18. Especies categorizadas según la legislación nacional e internacional, presentes en el área de estudio 127
Tabla 8.19. Orden, familia y especies de reptiles registrados en el área de estudio 128
Tabla 8.20. Abundancia, riqueza e índices de diversidad de los anfibios y reptiles por zonas de evaluación 132
Tabla 8.21. Lista de especies de reptiles incluidos en categorías de conservación o endémicos registradas en el área de estudio. 134
Tabla 8.22. Orden, familia y especies de aves registradas en el área del proyecto Laguna Azul 134
Tabla 8.23. Familia y número de especies registradas en el área de estudio 135
Tabla 8.24. Riqueza y abundancia de especies registradas en la zona-1 138

Tabla 8.25. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación matorral desértico de la zona-1 138
Tabla 8.26. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-1 139
Tabla 8.27. Riqueza y abundancia de especies registradas en la zona-2 140
Tabla 8.28. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación matorral desértico de la zona-2 140
Tabla 8.29. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-2 141
Tabla 8.30. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-3 141
Tabla 8.31. Riqueza, abundancia e índices de diversidad por zonas en el área de estudio 142
Tabla 8.32. Valores de índice de similitud de Morisita entre las zonas evaluadas en el área de estudio 143
Tabla 8.33. Lista de especies incluidas en categorías de conservación y endémicas registradas 147
Tabla 8.34. Uso de las aves por la población local 147
Tabla 8.35. Composición de mamíferos silvestres en el área de estudio 147
Tabla 8.36. Unidades y esfuerzo de muestreo por zona en el área de estudio. 148
Tabla 8.37. Esfuerzo de muestreo de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos silvestres en el área de estudio 148
Tabla 8.38. Indice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia de mamíferos en el área de estudio 149
Tabla 8.39. Valores del índice de similaridad de Jaccard entre las zonas en el área de estudio 149
Tabla 8.40. Registros independientes de mamíferos silvestres por cámaras trampa 151
Tabla 8.41. Registros oportunos o casuales 153
Tabla 8.42. Especies en estado de conservación 154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Área de estudio del proyecto Laguna Azul 4
Figura 4.2. Esquema de distribución de los principales cuerpos de agua en la subcuenca Mamacocha 5
Figura 4.3. Hidrograma de precipitación y caudal promedio multianual en el río Mamacocha 6
Figura 4.4. Modelo hidrogeológico de la resurgencia Mamacocha 7
Figura 4.5. Pintura rupestre ubicada al oeste de la laguna Mamacocha 8
Figura 4.6. Laguna Mamacocha y su habitante *Lontra felina* «nutria o huallaque» 9
Figura 7.1. Relación de los sólidos disueltos totales (TDS) con los valores de k para diferentes tipos de agua 28
Figura 7.2. Error de omitir H_3O^+ en el balance iónico 30
Figura 7.3.. Diagrama de Stiff 31
Figura 7.4. Diagrama de Piper 32
Figura 7.5.. Diagrama de Gibss 33
Figura 7.6. Diagrama de Schoeller-Barkalof 34
Figura 7.7. Diagrama de Scatter 35
Figura 7.8.. Diagrama de Korjinski 35

Figura 8.1. Esquema del límite de la zona I para evaluación de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas 60
Figura 8.2. Distribución de zonas para evaluación de flora y fauna silvestre....60
Figura 8.3.. Concentración de boro total comparada con los ECA para Agua (2017) categoría 3: D1 y D2....62
Figura 8.4. Concentración de manganeso total comparada con los ECA para Agua (2017) categoría 3: D1 y D2, además de la Categoría 1: A2. 62
Figura 8.5. Riqueza de taxones por Phylum del fitoplancton en las evaluaciones de 2018 y 2019....64
Figura 8.6. Comparación de la **r**iqueza de taxones de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019 65
Figura 8.7. Comparación de la abundancia de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019....67
Figura 8.8. Comparación de la abundancia de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019....68
Figura 8.9. Riqueza de taxones por Phylum del perifiton vegetal en las evaluaciones de 2018 y 2019 70
Figura 8.10. Comparación de la riqueza de taxones de perifiton vegetal por punto de muestreo y phylum en las evaluaciones de 2018 y 2019 71
Figura 8.11. Comparación de la abundancia de taxones de perifiton vegetal por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019 71
Figura 8.12. Dendograma de similaridad de Bray Curtis de perifiton vegetal, en las evaluaciones de 2018 y 2019....73
Figura 8.13. Riqueza de taxones por órdenes de macrobentos en las evaluaciones de 2018 y 2019 75
Figura 8.14. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden, en las evaluaciones de 2018 y 2019....76
Figura 8.15. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden en lagunas, en las evaluaciones de 2018 y 2019....76
Figura 8.16. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019 77
Figura 8.17. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo y orden en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019....78
Figura 8.18. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo y orden en lagunas, en las evaluaciones de 2018 y 2019 79
Figura 8.19. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019....79
Figura 8.20. Dendograma de similaridad de Bray Curtis de macrobentos, en las evaluaciones de 2018 y 2019....81
Figura 8.21. Relación lineal entre la conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019 84
Figura 8.22. Relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019....85
Figura 8.23. Relación lineal entre los sólidos disueltos totales (SDT) calculado y medido de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019 87
Figura 8.24. Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 1976....88
Figura 8.25. Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 1976....88

Figura 8.26. Diagrama de Stiff de los puntos de muestreo evaluados en octubre 2018 y mayo 2019 91
Figura 8.27. Diferencia temporal del diagrama de Stiff de los puntos de muestreo evaluados en octubre 2018 y mayo 2019 92
Figura 8.28. Diagrama de Piper 94
Figura 8.29. Diagrama de Gibbs (Na+K/Na+K+Ca vs SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019 95
Figura 8.30. Diagrama de Gibbs (Cl/Cl+HCO3 vs SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019 96
Figura 8.31. Diagrama de Scatter 97
Figura 8.32. Diagrama Korjinski a) Log H4SiO4 vs Log Na+/H+ y b) H4SiO4 vs Log K+/H+ de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019 98
Figura 8.33. Columna estratigráfica de las unidades geológicas en la microcuenca del río Mamacocha 100
Figura 8.34. Afloramientos de la Formación Puente, en a) río Colca; b) río Mamacocha, c) Canal de riego del centro poblado de Ayo y d) borde este de la laguna de Chachas. 102
Figura 8.35. Afloramientos sedimentarios deformados de la Formación Puente en el cerro Canco 103
Figura 8.36. Sección geológica E-O desde el centro poblado Silco hasta el cerro Canco 103
Figura 8.37. Sección geológica desde el cerro Huillapuquio hasta la laguna Pumajallo. 105
Figura 8.38. Sección geológica en el tramo del cerro Calvario hasta el cerro Jalhua 106
Figura 8.39. Depósitos aluviales, en a) borde oeste de la laguna Mamacocha y b) margen derecha del río Mamacocha, cerca de la confluencia con el río Colca 107
Figura 8.40. Afloramientos de las rocas volcánicas Holocenas del Grupo Andahua alrededor de la laguna Mamacocha 109
Figura 8.41. Afloramientos de las rocas volcánicas Holocenas del Grupo Andahua en la margen derecha del río Mamacocha 109
Figura 8.42. Depósitos fluviales recientes en el cauce del río Mamacocha 110
Figura 8.43. Contexto estructural del distrito de Ayo 111
Figura 8.44. Porcentaje de especies por clase registrado en el área de estudio 112
Figura 8.45. Familias más diversas, indicando número de géneros y especies, registradas en el área de estudio 113
Figura 8.46. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio 113
Figura 8.47. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio 114
Figura 8.48. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio 114
Figura 8.49.Número de especies, géneros y familias presentes en las dos formaciones vegetales presentes en el área de estudio 115
Figura 8.50. Curva de acumulación de especies presentes en las 3 zonas del área de evaluación 116
Figura 8.51. Composición florística y sus formaciones vegetales de las 3 zonas en el área de evaluación 117
Figura 8.52. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-1 118
Figura 8.53. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-2 119

Figura 8.54. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-3 120
Figura 8.55. Abundancia relativa de las especies de flora silvestre por transectos evaluados y presentes en las dos formaciones vegetales registradas en el área de estudio 121
Figura 8.56. Índices de diversidad alfa de los transectos en las formaciones vegetales de monte ribereño 123
Figura 8.57. Índices de diversidad alfa de los transectos en las formaciones vegetales de matorral desértico 124
Figura 8.58. Índices de diversidad alfa en las zonas evaluadas 125
Figura 8.59. Análisis de Clúster de las zonas evaluadas en el área de estudio 125
Figura 8.60. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y cluster con los transectos evaluados en el área de estudio 126
Figura 8.61. Abundancia relativa de los reptiles registrados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 129
Figura 8.62. Curva de acumulación de especies de reptiles en el área de estudio 130
Figura 8.63. Riqueza y abundancia de reptiles por zonas evaluadas 131
Figura 8.64. Similaridad de Morisita entre las diferentes zonas evaluadas 133
Figura 8.65. Familias con la mayor riqueza de especies registradas en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 136
Figura 8.66. Curva de acumulación de especies presentes en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 137
Figura 8.67. Índices de diversidad por zonas evaluadas 142
Figura 8.68. Dendrograma de similitud de Morisita entre las zonas evaluadas 144
Figura 8.69. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) 145
Figura 8.70. Análisis de abundancias por búsqueda intensiva 146
Figura 8.71. Cluster de similaridad de especies compartidas entre las zonas evaluadas 150
Figura 8.72. Composición taxonómica de registros de mamíferos silvestres por cámaras trampa 150
Figura 8.73. Composición de especies por zona de evaluación en el área de estudio ... 152
Figura 8.74. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio 152
Figura 8.75. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio 153
Figura 9.1. Distribución de puntos de muestreo evaluados de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas 155
Figura 9.2. Hidrograma de precipitaciones medias mensuales (1965-2013) en estaciones cercanas al área circundante a la laguna Mamacocha comparado con las descargas medias mensuales (1965-2011) en la laguna Mamacocha. 156
Figura 9.3. Sección geológica longitudinal desde el río Andahua hasta el río Colca 157
Figura 9.4. Anomalías espectrales de óxidos de hierro y arcillas a partir de imágenes Lansat-7 y Lansat-8 en el anexo Subna 158
Figura 9.5. Modelo conceptual de la laguna y río Chachas, y quebrada Subna 160
Figura 9.6. Áreas de terrenos agrícolas alrededor de la laguna Chachas 161
Figura 9.7. Áreas de terrenos agrícolas en las márgenes de a) quebrada Subna y b) río Colca 161
Figura 9.8. Áreas de terrenos agrícolas alrededor del canal de riego Ayo 162
Figura 9.9. Afloramientos sedimentarios deformados que dan las condiciones para la resurgencia Mamacocha 162
Figura 9.10. Modelo conceptual de la laguna Mamacocha 164
Figura 9.11. Hidroquímica de la laguna Mamacocha octubre de 2018 165

Figura 9.12. Hidroquímica de la laguna Mamacocha mayo de 2019 165
Figura 9.13. Diferentes relieves del fondo de la laguna Mamacocha..... 168
Figura 9.14. Diferencia hidroquímica de la descarga de la laguna y río Mamacocha..... 169
Figura 9.15. Formación vegetal ribereña del río Mamacocha 170
Figura 9.16. Confluencia del río Mamacocha con el río Colca en su margen derecha.... 171
Figura 9.17. Concentración mensual de boro total en los ríos Colca y Mamacocha 172
Figura 9.18. Caracterización hidroquímica de los ríos Mamacocha y Colca en octubre de 2018..... 174
Figura 9.19. Caracterización hidroquímica de los ríos Mamacocha y Colca en mayo de 2019 174
Figura 9.20. a) Ecosistema frágil - laguna Mamacocha, y formaciones vegetales identificadas en el área de estudio: b) matorral desértico y c) monte ribereño..... 176
Figura 9.21. Especies en categorias de conservación a) *Browningia candelaris,* b) *Weberbauerocereus rauhii* c) *Cumolopuntia sphaerica*..... 178
Figura 9.22. Especies con mayor abundancia relativa en la zona-3; a) *Ricinus comunis*, b) *Acacia macrantha* «Casi Amenazadas (NT) según el Decreto Supremo N.° 043-2006-AG», c) *Schinus molle* y d) *Arundo donax.* 179
Figura 9.23. Zonas evaluadas en el área de influencia del proyecto Laguna Azul: a) laguna Mamacocha, b) río Mamacocha, c y d) hábitats asociados de matorral desértico con su vegetación característica, e) Zona de encuentro de los ríos Mamacocha y Colca, f) Vista panorámica de la zona de evaluación 3, al final del rio Mamacocha 180
Figura 9.24. Especies de reptiles registrados en el área de estudio. 182
Figura 9.25. Vista panorámica del hábitat a) matorral desértico y b) monte ribereño..... 184
Figura 9.26. Registro de la especie *Aeronautes andecolus* «vencejo andino»..... 185
Figura 9.27. Registro de la especie *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado»..... 186
Figura 9.28. Vista panorámica del hábitat matorral desértico de la zona-1 187
Figura 9.29. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2 a) vista panorámica del hábitat monte ribereño, b) *Gallinula galeata* «polla de agua común», c) *Rhodopis vesper* «colibrí del oasis», d) *Patagona gigas* «colibrí gigante» 188
Figura 9.30. Especies registradas en hábitat matorral desértico de la zona-2 a) vista panorámica del matorral desértico, b) *Zenaida auriculata* «tórtola orejuda» 188
Figura 9.31. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2 189
Figura 9.32. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2 189
Figura 9.33. Especies identificadas a) Huella de *Lycalopex culpaeus* «zorro», b) *Lycalopex culpaeus* «zorro», c) *Leopardus colocolo* «gato de pajonal», d) *Lagidium viscacia* «vizcacha», y e) Huella de *Lontra felina* «nutria o huallaque» 192
Figura 9.34. Vista panorámica de la Laguna Mamacocha, zona-1 193
Figura 9.35. Vista panorámica de la zona-2 193
Figura 9.36. Vista panorámica de la Zona-3. 194
Figura 9.37. Cueva de *Lontra felina* «nutria o huallaque» en el río Colca cercano a la confluencia con el río Mamacocha..... 195

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT) realizada durante el 2018 y 2019, en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul (en adelante, proyecto Laguna Azul) y contiene los resultados , análisis y conclusiones de los estudios realizados por la Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el desarrollo del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental, correspondiente al 2019 (Planefa 2019).

El proyecto Laguna Azul, a cargo de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L. (en adelante, CH Mamacocha) se encuentra ubicado geopolíticamente en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa a una altitud aproximada entre los 1350 y 3816 m s. n. m.

Hidrográficamente, el área del proyecto Laguna Azul se encuentra ubicado en la cuenca media y baja del río Mamacocha. El río es denominado Mamacocha aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha hasta su confluencia con el río Colca, el mismo que pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Pacífico.

El proyecto Laguna Azul consiste en una central hidroeléctrica no regulada, también llamada «de pasada», la cual aprovechará el agua del rebose de la laguna Mamacocha para generar energía eléctrica, con una potencia instalada de 20 MW (megawatts), esta energía producida será dada al Estado Peruano, a través del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)[1].

En el 2018, el Ministerio del Ambiente (Minam) solicitó al OEFA representar al sector en una visita al distrito de Ayo y anunciar el inicio de una EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul en atención a las denuncias relacionadas con la implementación del proyecto.

El OEFA en cumplimiento a su función evaluadora[2] inició la EAT en el 2018, la que comprendió acciones de monitoreo, que involucró la participación ciudadana para contribuir con la prevención de conflictos y la generación de confianza en cada uno de los actores sociales involucrados. Los resultados de las acciones de evaluación desarrolladas el 2018 fueron presentados en el Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC; en el año 2019 se realizó un segundo monitoreo, ejecutado del 29 de abril al 8 de mayo.

En tal sentido, el Planefa 2019, establece realizar estudios especializados con participación ciudadana esperando identificar medidas de control de posibles y futuros impactos ambientales por medio de diagnósticos ambientales que contengan un análisis integral del estado de los diversos componentes ambientales; en ese sentido, la EAT se ejecuta antes del inicio de construcción del proyecto Laguna Azul, considerando las etapas del «Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA[3]».

[1] Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 110-2014-GRA/ARMA-SG.
[2] El artículo 11° de la Ley N.° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Sinefa, indica que la función evaluadora del OEFA comprende las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares realizadas para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.
[3] Aprobado por Resolución de Consejo Directivo N.° 032-2014-OEFA/CD y modificado por la Resolución de Consejo Directivo N. º 003-2016-OEFA/CD.

La información contenida en este informe constituirá un soporte técnico para futuras acciones de fiscalización y supervisión ambiental a cargo del OEFA.

2. ANTECEDENTES

Para conocer la calidad ambiental relacionada al área de influencia del proyecto Laguna Azul se realizó una recopilación, revisión, análisis y síntesis de la información ambiental existente en el área de influencia del mencionado proyecto. A continuación, se describe de manera resumida la principal información analizada referente a los Instrumentos de gestión ambiental (en adelante, IGA):

El proyecto Laguna Azul realizará actividades de generación de energía eléctrica aprovechando el rebose de las aguas de la laguna Mamacocha. Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de planificación, por lo que aún no existe ningún tipo de actividad en la zona.

La empresa Central Hidroeléctrica Laguna Azul S.R.L (en adelante, el administrado), con la finalidad de ejecutar el proyecto de Laguna Azul, presentó la Evaluación Preliminar del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» a la Autoridad Regional Ambiental de Arequipa (en adelante, ARMA) mediante el Registro N.° 1550-2013-ARMA del 04 de julio de 2013.

La ARMA, mediante el Auto N.° 280-2013-GRA/ARMA (Informe 056-2013-GRA/ARMA-SG-EA-E) de fecha 03 de octubre de 2013, dispuso clasificar al proyecto en la Categoría III – Estudio de Impacto Ambiental y requirió presentar los Términos de Referencia (TdR) y Plan de Participación Ciudadana (PPC).

El administrado presentó un recurso de reconsideración al Auto N.° 280-2013-GRA/ARMA-SG-EA, el cual fue declarado fundado por la ARMA mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.° 124-2013-GRA/ARMA-SG y mediante Oficio N.° 139-2014-GRA/ARMA/SG, solicita al administrado presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), este instrumento de gestión ambiental fue presentado el 05 de marzo de 2014 y fue aprobado a través de la Resolución Sub Gerencial Regional N.° 110-2014-GRA/ARMA-SG del 03 de setiembre del 2014.

Posteriormente, han sido aprobados otros instrumentos de gestión ambiental relacionados a los diferentes componentes del proyecto. El último IGA aprobado fue el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.° 163-2017-GRA/ARMA-SGCA, el 29 de diciembre de 2017.

La Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA, (en adelante, DEAM) inició las acciones correspondientes a la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul en el año 2018. La EAT se desarrolló considerando las etapas establecidas en el Reglamento de participación ciudadana del OEFA. Es así que la coordinación previa con autoridades y población interesada del distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa se realizó el 24 de julio de 2018.

Asimismo, a fin de recabar información técnica para el desarrollo del estudio, del 16 al 21 de setiembre de 2018, se realizó la visita de reconocimiento ambiental cuya información recabada fue presentada por medio del Informe N.° 325-2018-OEFA/DEAM-STEC. Durante las mismas fechas se desarrollaron las etapas de convocatoria, inscripción en los programas

de inducción, realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo señaladas en el citado reglamento de participación ciudadana del OEFA.

La ejecución del primer monitoreo de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas continentales fue realizado del 16 al 24 de octubre del 2018, los resultados fueron reportados en el Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC.

Finalmente, del 29 de abril al 8 de mayo de 2019 se realizó el segundo monitoreo y cuyos resultados se presentan en este informe.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar la EAT en el área de influencia[4] y zonas aledañas del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, durante el 2018 y 2019.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas en la cuenca del río Mamacocha; desde la descarga de la laguna Chachas hasta la confluencia con el río Colca.
- Realizar la caracterización hidroquímica de los cuerpos de agua en la cuenca del río Mamacocha, desde la descarga de la laguna Chachas hasta la confluencia con el río Colca.
- Evaluar el contexto geológico en el área de influencia y zonas aledañas del proyecto Laguna Azul.
- Evaluar la flora silvestre en el ecosistema frágil de la laguna Mamacocha y río Mamacocha con sus formaciones vegetales asociadas.
- Evaluar la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en el ecosistema frágil de la laguna Mamacocha y río Mamacocha con sus hábitats asociados.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto Laguna Azul, se encuentra ubicado en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, a una altitud aproximada entre los 1350 y 3816 m s. n. m. (Figura 4.1), siendo este distrito el área de influencia indirecta del proyecto[5].

[4] Área de influencia ambiental directa e indirecta.

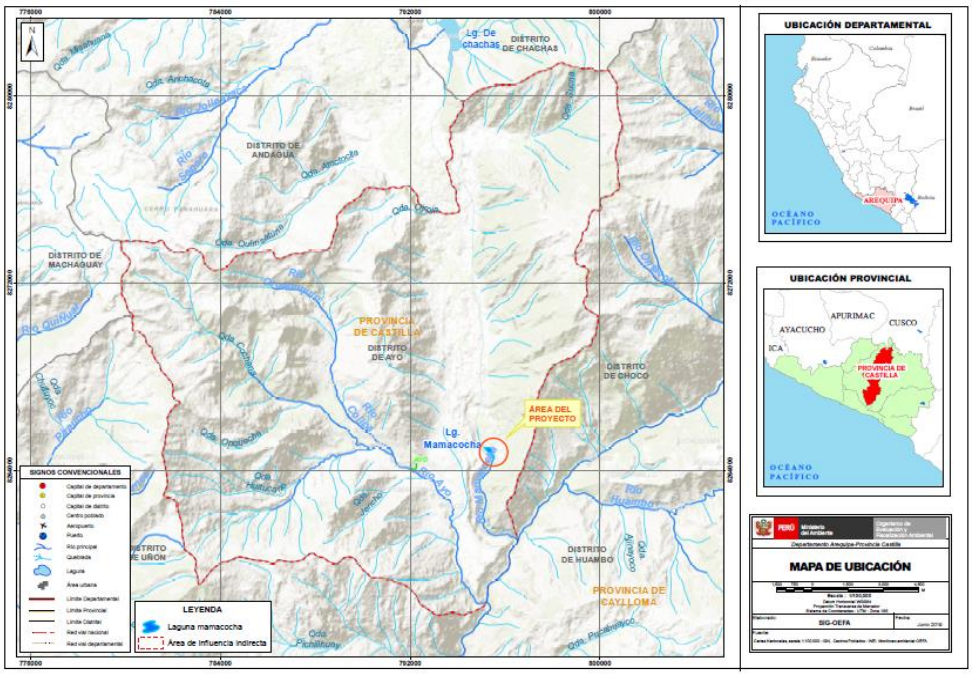


Figura 4.1. Área de estudio del proyecto Laguna Azul

Hidrográficamente, este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca media y baja del río Mamacocha, zona en la cual se ubica la proyectada captación del proyecto Laguna Azul. El río es denominado Mamacocha aguas abajo de la descarga de la laguna hasta su confluencia con el río Colca, el mismo que pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Pacífico.

En la parte alta de la cuenca del río Mamacocha se encuentra ubicado los ríos Chilcamarca y Orcopampa, los que forman el río Andagua, el mismo que desemboca en la laguna Pumajallo, esta laguna desagua y forma el río Challahuire el mismo que desemboca en la laguna Chachas.

El principal aporte de la laguna Mamacocha proviene de la descarga de la laguna Chachas, cuyas aguas se pierden por infiltración y tras un recorrido aproximado de 15 km afloran en la laguna Mamacocha; así mismo, recibe el aporte de la quebrada Subna cuyas aguas también se pierden por infiltración a aproximadamente 10 km aguas arriba de la laguna Mamacocha[5]. En la Figura 4.2 se presenta el esquema de la distribución de los principales cuerpos de agua de la microcuenca del río Mamacocha.

[5] Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul»

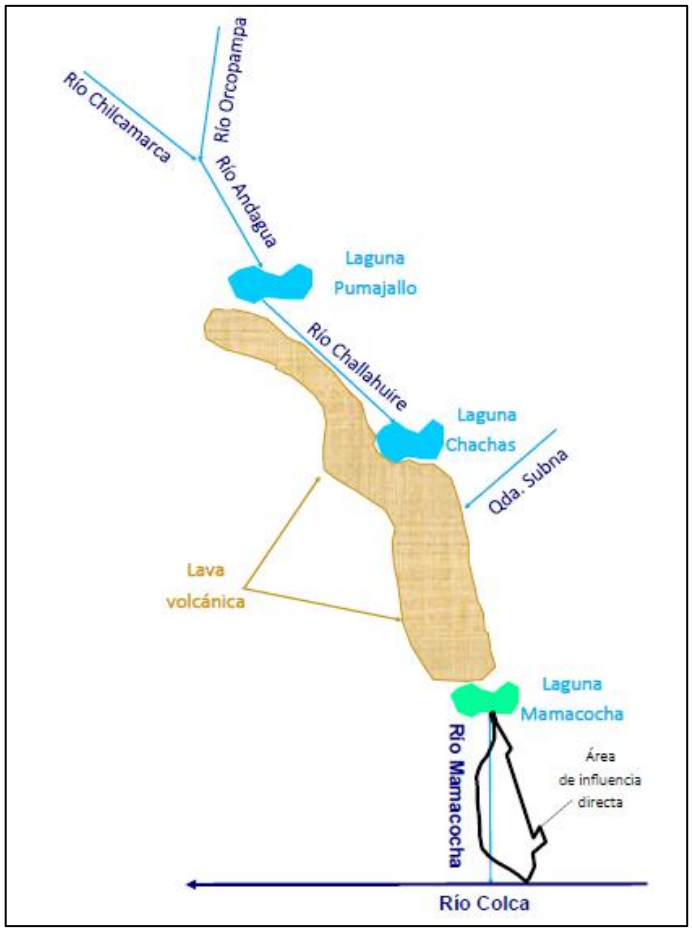


Figura 4.2. Esquema de distribución de los principales cuerpos de agua en la subcuenca Mamacocha

4.1. Climatología

El tipo de clima identificado en el área de influencia del proyecto Laguna Azul fue determinado en base al mapa de clasificación climática del Perú, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)[6]. La zona comprendida en la parte alta de la cuenca del río Mamacocha se caracteriza por tener un clima lluvioso (otoño seco, invierno seco) y semirrígido húmedo; la zona entre la laguna Chachas, hasta antes de la laguna Mamacocha, se caracteriza por tener un clima árido (deficiencia de lluvia) y semicálido húmedo; y la zona comprendida entre la laguna Mamacocha y río Mamacocha, hasta antes de la confluencia con el río Colca, se caracteriza por tener un clima semiárido (otoño seco, invierno seco, primavera seca) y templado seco.

4.2. Hidrología

La cuenca del río Mamacocha tiene forma alargada y tiene un área aproximada de 2645 km^2. Los caudales de la descarga del río Mamacocha y el régimen del río Mamacocha se diferencian notablemente del régimen de precipitaciones en la cuenca, esta tendencia se observa en la Figura 4.3.

[6] La información climática de esta clasificación está sustentada en información meteorológica de aproximadamente veinte años (1965 - 1984), con la cual se procedió a formular los "Índices Climáticos" y el trazado de las zonas de acuerdo a la clasificación de climas de Werren Thornthwaite.

Se observa que el régimen de avenida está desfasado entre 2 y 4 meses con respecto al inicio de las precipitaciones en el mes de diciembre. Los caudales mayores se presentan en el mes de abril mientras que las mayores precipitaciones se producen en el mes de febrero. Por otro lado, el periodo de avenida es entre abril y julio, correspondiente al periodo seco de las precipitaciones. El caudal medio de la cuenca del río Mamacocha es de 9,8 m^3/s.

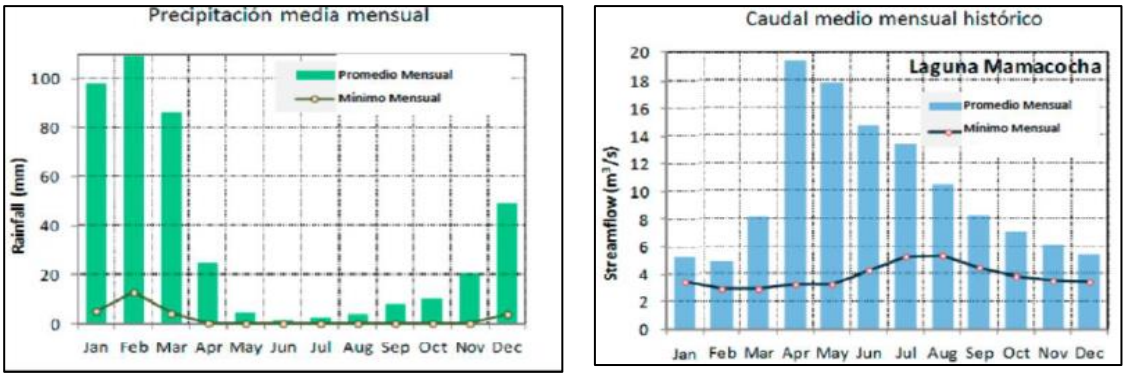


Figura 4.3. Hidrograma de precipitación y caudal promedio multianual en el río Mamacocha
Fuente: ITS (2017)[7]

4.3. Hidrogeología

El distrito de Ayo (área de influencia indirecta del proyecto Laguna Azul) forma parte del denominado Valle de los Volcanes que comprende la parte alta la provincia de Castilla entre los distritos de Orcopampa, Andahua y Ayo.

Según la carta geológica de Huambo y Orcopampa (Caldas, 1993), las rocas más antiguas corresponden a sedimentos marinos formados hace unos 150 M.A. (Millones de años), Grupo Yura, capas rojas continentales de la Formación Murco, calizas marinas de la Formación Arcurquina (100 a 145 M.A.) que evidencian episodios de transgresión y regresión marina. Procesos de tectogénesis a fines del Cretáceo (hace 65 a 70 M.A.) desarrollaron fajas de deformación en las rocas, mostrando plegamientos y fallas geológicas. Estas características tectónicas y la predominancia litológica de areniscas y calizas nos permiten interpretar que estas rocas son permeables y que favorecen al almacenamiento de aguas subterráneas, sin descartar las lutitas y algunos niveles de calizas como materiales impermeables.

Después de una fase de erosión y desarrollo de relieve, fases de intensa actividad magmática, una durante el Mioceno (Hace 5 a 23 M.A.) que originó un intenso magmatismo efusivo (Formación Orcopampa), asociado a intrusivos hipabisales y vinculados a soluciones mineralizantes, se produjo una nueva fase de vulcanismo tipo fisural y naturaleza piroclástica en el Plioceno medio-superior, denominándolo Formación Sencca (2,6 a 5,3 M.A.) originado estrato de volcanes ubicados en las alineaciones de fallas principales (Grupo Barroso). Las lavas andesiticas originadas son materiales permeables y constituyen buenos acuíferos, sin embargo, se tiene claro que existe una gran variabilidad hidrogeológica en los depósitos volcánicos (Peña, 2010).

Según Galás (2009), cerca de Chachas transcurre una falla transversal, el valle pierde su inclinación y cerca de Sucna (Subna) está cerrada con domos lávicos. Los domos y fisuras constituyen el inicio de las coladas de lava de 0,5-10 km de longitud. El espesor de estas

[7] Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 163-2017-GRA/ARMA-SGCA.

coladas es normalmente de 10-30 m, y cuando se superponen unas sobre otras o se acumulan en la parte frontal, alcanzan espesores respectivamente mayores.

De acuerdo con Galás (2018), desde la fisura inicial, situada en el borde del domo, sale sulfuro de hidrógeno y sobre la lava agrietada se ha precipitado el azufre en forma nativa, así como el yeso. El río acumula un cono de afluencia y forma un lago de presa (Laguna de Chachas). A continuación, el río Andahua desaparece debajo de los flujos de lava, de forma inesperada, y al cabo de 18 km, vuelve a surgir debajo de las lavas creando la laguna Mamacocha y un corto tramo de desfiladero hasta Tingo ubicado encima del río Colca. En la Figura 4.4 se observa el modelo hidrogeológico de la surgencia Mamacocha.

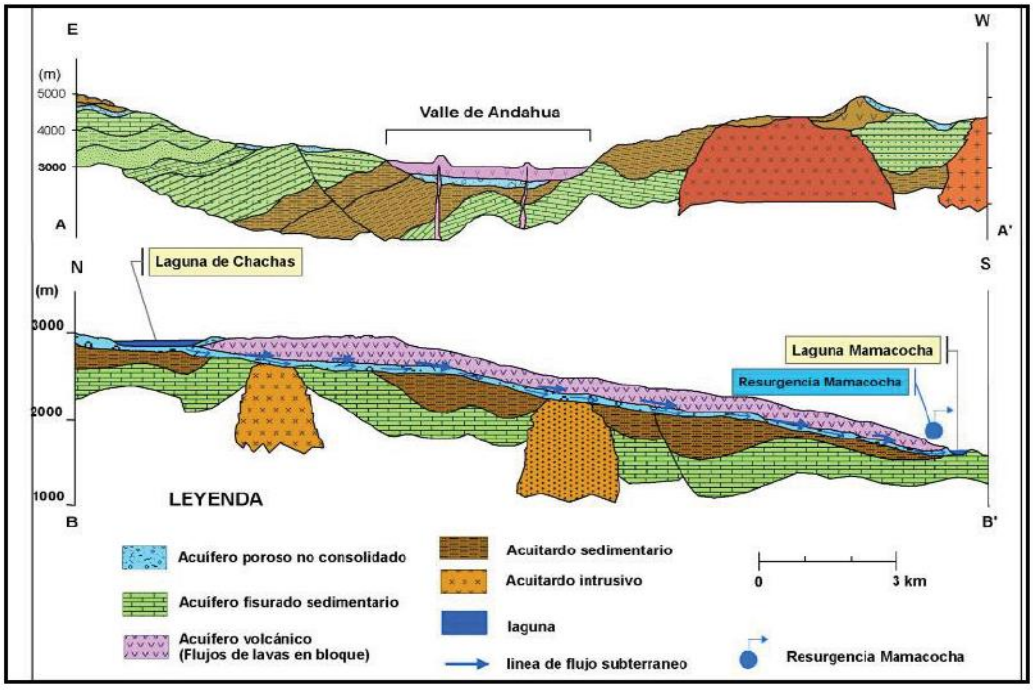


Figura 4.4. Modelo hidrogeológico de la resurgencia Mamacocha
Fuente: Peña (2010)

4.4. Aspectos arqueológicos

En el valle de los volcanes de Andahua se han encontrado restos arqueológicos, ruinas preincaicas e incaicas y restos de terrazas de cultivos, caminos y cementerios según lo reportado por Imarpe (2017), lo que fue corroborado durante la evaluación realizada al encontrar una pintura rupestre al lado oeste de la laguna Mamacocha (Figura 4.5)



Figura 4.5. Pintura rupestre ubicada al oeste de la laguna Mamacocha

4.5. Aspectos biológicos

Según Lajo (2017), la importancia de la laguna Mamacocha radica en su particular biodiversidad, que la convierten en un santuario de fauna silvestre debido a la presencia de especies de flora tales como molles, sauces, carrizales, entre otros, que constituyen el hábitat para especies de aves, mamíferos y reptiles. Entre las especies que habitan en la laguna Mamacocha, destaca la nutria o huallaque (Figura 4.6), que es una de las nutrias más pequeñas del mundo, las características de su pelaje de color café oscuro (más claro en la parte ventral) le confieren aislamiento de las frías aguas (Iriarte, 2008; Quintana *et al*., 2009) y en general son animales solitarios, de aspecto tímido y escurridizo, excepto en época reproductiva en que se observan parejas o individuos con las crías (Cabello, 1978).



Figura 4.6. Laguna Mamacocha y su habitante *Lontra felina* «nutria o huallaque»

5. CONTEXTO SOCIAL

De acuerdo con el Censo peruano del 2017[8] el distrito de Ayo está conformado por 5 centros poblados (Ayo, Subna, Acho, Utme y Anta) que en conjunto cuentan con una población de 245 personas que habitan 69 viviendas; mientras que, 49 viviendas tienen ocupantes ausentes y 63 viviendas están abandonadas y cerradas[9]. Según el mismo censo, el centro poblado de Ayo, capital del distrito del mismo nombre, tiene una población de 90 personas.

Ayo es una localidad ubicada en el último punto de la carretera que llega desde la localidad de Andagua, y siendo una población pequeña cuenta con una institución educativa inicial y otra de educación primaria (con 16 estudiantes en el 2018[10] y 14 en el 2019[11]), lo que hace que la juventud que termina la primaria se traslade a otras ciudades, principalmente Arequipa, para continuar sus estudios, muchas veces junto a sus padres. Esta situación, sumada a la búsqueda de mejores oportunidades de trabajo y de vida, ha generado que una buena parte de la población nacida en Ayo viva en Arequipa u otras ciudades, los que en buen número mantienen sus direcciones de vivienda en Ayo, por lo que pertenecen al padrón electoral del distrito que suma 313 electores[12] (personas mayores de 18 años), constituyéndose en una fuerza electoral importante para la elección de las autoridades municipales del distrito a pesar de no ser habitantes permanentes en el pueblo[13].

Esta situación configura a la población de Ayo como longeva, encontrándose pocos niños y muy pocos jóvenes entre sus habitantes permanentes, lo que habría disminuido significativamente la fuerza laboral para mantener la producción en las tierras agrícolas disponibles y pone en riesgo que se mantengan algunos servicios del Estado (como educación y salud) e incluso su estatus de distrito.

[8] XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas
[9] Datos consultados en el Sistema de Consulta de Centros Poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática (http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/)
[10] Dato consultado en el Sistema ESCALE del Ministerio de Educación del Perú (http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee)
[11] Dato obtenido en entrevistas con la población.
[12] Dato obtenido del padrón de electores dl Padrón Electoral del Organismo Nacional de Procesos Electorales – ONPE (http://www.onpe.gob.pe/elecciones/padron-electoral/)
[13] En Arequipa, donde se concentra buena parte de la población ayeña migrante se tienen organizaciones de residentes entre las que destaca la Asociación Distrital Victoria Ayo, fundada en 1945.

En cuanto a servicios básicos, la localidad de Ayo cuenta con un puesto de salud de nivel I-2 (con una médica, una enfermera y un técnico enfermero) que pertenece a la microred Andagua y a la Red de Salud Castilla, Condesuyos - La Unión.

Respecto al saneamiento, los pobladores indican que se cuenta con el servicio de agua y alcantarillado el cual viene funcionando con dificultades en el tratamiento del agua para consumo (que se toma de un canal de riego) y para el tratamiento de las aguas servidas por la falta de mantenimiento de los biodigestores destinados para ese fin; temas que su municipalidad está gestionando para que se resuelvan, según la información brindada por las autoridades de saneamiento de la municipalidad.

Sobre la energía eléctrica, Ayo cuenta con una mini central hidroeléctrica instalada en la laguna Mamacocha y que se diseñó para proveer alumbrado domiciliario a «aproximadamente 600 focos» (demanda existente hace varios años, cuando se construyó), potencia que actualmente es insuficiente para atender la demanda de uso de equipos eléctricos y electrónicos modernos como las congeladoras; motivo por el cual la población hace un uso racional de sus equipos, desconectándolos por horas, para no causar el colapso del sistema y el corte del servicio general. En entrevistas con la población y sus autoridades se ha informado de planes para ampliar la cobertura y seguridad del servicio eléctrico a través del aumento de la capacidad de la micro central existente y/o a través de la conexión a la red de energía nacional, planes que estarían en gestión.

Respecto a las comunicaciones, Ayo no cuenta con emisoras radiales propias y por su ubicación son pocas las señales de radiodifusión que pueden ser captadas por los pobladores. Para transmitir la información de interés común las comunicaciones se dan de manera personal, lo cual es funcional por tratarse de un poblado pequeño, poco disperso y con poca población. Para algunos anuncios importantes como la comunicación del fallecimiento de algún poblador o la convocatoria para alguna reunión general se utiliza un tradicional llamado de campanas de su iglesia.

Las comunicaciones con parientes e interlocutores fuera de la localidad se dan en la actualidad por telefonía celular a través de la cobertura que un único operador brinda para las comunicaciones de voz y muy limitadamente para la transmisión de datos.

La movilidad de personas y mercancías a la localidad se da a través de una carretera asfaltada desde la ciudad de Arequipa y que transcurre por el valle del río Majes, pasando por Aplao para luego subir hacia Machahuay y Andagua. A partir de esta última localidad se cuenta con una carretera estrecha y de asfalto simple que llega hasta Ayo como punto final. Se cuenta con servicio público de transporte hasta Arequipa (con una duración entre 10 y 12 horas) a través de 3 empresas (2 de pasajeros y 1 de carga, pero que también transporta personas) que se turnan a uno por día.

Actualmente, la situación de «punta de carretera» de Ayo está a punto de cambiar por la construcción de una vía que partiendo de Arequipa pasará por las localidades de Pedregal y Huambo, llegando hasta Ayo como punto de entrada al Valle de los Volcanes y las localidades de la provincia de Castilla, acortando el tiempo de viaje a casi la mitad (se indica que será de 6 horas aproximadamente) y que permitiría el acceso de un flujo considerable de turistas que visitarían el Valle de los Volcanes y la laguna Mama Cocha, posibilitando así una alternativa de ingresos a la población; asimismo, el mejor acceso vial permitiría que la producción de frutas y verduras de Ayo pueda mejorar para salir al mercado de Arequipa

(actualmente la producción es básicamente de autoconsumo o de pequeña producción que sale a la localidad de Orcopampa) o incluso para ser exportado[14].

Las actividades económicas potenciales de Ayo se encuentran en la recuperación y aprovechamiento de sus productivas tierras agrícolas y en la atención del turismo que se espera se genere con la inauguración de la nueva carretera que acortará las distancias con la ciudad de Arequipa y otras ciudades cercanas[15].

6. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La EAT se desarrolló considerando las etapas del «Reglamento de Participación Ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental», siendo estas las siguientes:

- Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados
- Etapa 2. Convocatoria
- Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción
- Etapa 4. Realización de la inducción
- Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental participativo
- Etapa 6. Ejecución del monitoreo ambiental participativo
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo

Adicionalmente, a fin de determinar los puntos de muestreo de los componentes ambientales se realizó una visita de reconocimiento ambiental en el área de influencia del proyecto Laguna Azul, producto de dicha visita se emitió el Informe N.° 325-2018-OEFA/DEAM-STEC.

6.1. Etapa 1

La coordinación previa con los actores involucrados se realizó el 24 de julio de 2018 y permitió establecer acuerdos con los actores involucrados para realizar la EAT.

6.2. Etapa 2 al 5

Debido a las coordinaciones realizadas en la etapa 1, la convocatoria, inscripción en los programas de inducción, realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental se realizaron el 19 de setiembre de 2018.

Los actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT, se presentan en la Tabla 6.1., todos pertenecen al distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Tabla 6.1. Actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Actores	Cargo	Nombre y Apellido
Distrito de Ayo	Alcaldesa*	Distrito de Ayo
Subprefecta	Subprefecta	
Oficial PNP	Oficial PNP	
Presidenta	Presidenta	Frente de desarrollo del distrito de Ayo

[14] Se ha identificado un grupo de productores de paltas que cuentan con plantones que producirán sus frutos en los siguientes años y que tienen como mira poder exportarlos.
[15] Cabe destacar que la ONG Grupo GEA ha trabajado el fortalecimiento de capacidades para la atención del turismo en Ayo y otras localidades de la provincia de Castilla, apoyando la mejora de los servicios de restaurantes y de hospedajes de familias locales.

Actores	Cargo	Nombre y Apellido
Responsable	Responsable	Comunidad Local de Administración de Salud - CLAS del distrito de Ayo
Presidente	Presidente	Comité de Usuarios de Riego del distrito de Ayo

(*) Asumió el cargo de alcaldesa período 2019-2021 en reemplazo del ex alcalde Abigael Mejía Vega autoridad con quien se realizó las acciones de coordinación previa

El cronogramao de las etapas 1 al 5 descritas y el número de participantes, se detalla a continuación en la Tabla 6.2. Las actas de participación ciudadana se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 6.2. Cronograma de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados	24 de julio de 2018	16	18	34
Etapa preliminar reconocimiento(A)	Del 16 al 21 de setiembre de 2018			
Etapa 2 Convocatoria(B)	19 de setiembre de 2019	30	20	50
Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción				
Etapa 4: Realización de la inducción				
Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan				
Etapa 6: Ejecución del monitoreo	Del 16 al 24 de octubre de 2018	8	-	8
	Del 29 de abril al 8 de mayo de 2019	5	1	6
Etapa 7: Taller para la presentación de resultados(C)	-	-	-	-

- No se cuenta con registro.
(A) Esta etapa no está considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio.
(B) La convocatoria se realizó mediante cartas, oficios y perifoneo local.
(C) Actividad pendiente hasta la emisión del informe final y se realizará previa coordinación con los actores participantes.

7. METODOLOGÍA

En este apartado se presenta la metodología empleada en la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul. Dicha metodología está dividida para cada uno de los componentes ambientales evaluados y estudios especializados durante los años 2018 y 2019.

7.1. Agua Superficial

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente agua superficial, comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

7.1.1. Guías utilizadas para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación de agua superficial en ríos, quebradas, lagunas y manantiales se enmarcó en el capítulo 6: «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales»[16] donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a

[16] Aprobado el 11 de enero de 2016 mediante Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA.

aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua, el detalle de las secciones utilizadas se presenta en la Tabla 7.1

Tabla 7.1. Referencias para el muestreo de agua superficial

Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	Sección 6, ítem 6.1, 6.2, 6.3(a), 6.4, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.14, 6.15 (a, b, e), 6.16, 6.17, 6.18* y 6.19	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA	2016

Nota: Cabe señalar que también se consideraron los requerimientos establecidos por el laboratorio acreditado encargado de la analítica.
(*) Solo considera como control de calidad los duplicados de campo

7.1.2. Ubicación de puntos

Los puntos de muestreo fueron ubicados considerando la información obtenida en el reconocimiento del proyecto Laguna Azul en octubre de 2018; y de los IGA aprobados para el proyecto Laguna Azul.

Los principales cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul son la laguna Mamacocha, río Mamacocha, río Colca, quebrada Subna, un manantial sin nombre; adicionalmente se tomaron muestras de agua de riego provenientes del río Ayo y en la descarga de la laguna Chachas y río Chachas.

La primera ejecución se desarrolló del 16 al 24 de octubre de 2018, donde se evaluaron un total de 14 puntos de muestreo de agua. Del total de puntos de muestreo, 5 corresponden a lagunas, 2 a canales, 1 a manantial, 1 a quebrada y 6 a ríos. La segunda ejecución se desarrolló del 29 de abril al 8 de junio de 2019. Se evaluaron 12 puntos; de los puntos evaluados 5 corresponden a lagunas, 2 a canales, 1 a manantial, 1 quebrada y 3 a ríos. En la Tabla 7.2 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo evaluados durante el 2018 y 2019.

Tabla 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo

N.°	Cuerpo receptor	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
Lagunas					
1	Laguna Mamacocha [a]	LMam-1	795153	8264905	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga
2	Laguna Mamacocha [a]	LMam-2	795341	8264907	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
3	Laguna Mamacocha [a]	LMam-3	795251	8264723	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste
4	Laguna Mamacocha [a]	LMam-4	795399	8264629	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga
5	Laguna Chachas [a]	LCha-1	793543	8280748	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
Canales					
6	Canal de la microcentral Ayo [a]	DMCA-1	795467	8264570	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo
7	Canal de riego Ayo [b]	CAAyo-2	792624	8264599	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta
8	Canal de riego Ayo [c]	CAAyo-1	792351	8264553	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja
Manantial					
9	Manantial sin nombre [a]	MSN-1	795361	8264064	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado oeste
Quebrada					

N.°	Cuerpo receptor	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
10	Quebrada Subna [a]	QSub-1	796484	8277940	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del Anexo Subna
Ríos					
11	Río Mamacocha	RMam-4	796424	8261037	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca
12	Río Colca [c]	RCol-2	796482	8260962	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha
13	Río Chachas [c]	RCha-1	793149	8279156	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas
14	Río Mamacocha [a]	RMam-2	794893	8263559	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha
15	Río Mamacocha [a]	RMam-3	795320	8261226	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.
16	Río Colca [a]	RCol-1	796502	8261130	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha

a: punto de muestreo evaluado en el primer monitoreo (2018) y 2019 (segundo monitoreo).
b: punto de muestreo evaluado solo en el primer monitoreo (2018). Los puntos de muestreo CAAyo-1 y RCha-1 no registraron flujo.
c: punto de muestreo evaluado solo en el segundo monitoreo (2019). Los puntos RMam-2, RMam-3 y RMam-4 no se evaluaron por falta de acceso al punto, debido a deslizamiento de rocas.
Nota: la evaluación del primer monitoreo se encuentra detallada en el informe N.° 325-2018-OEFA/DEAM-STEC.

7.1.3. Parámetros y métodos de análisis

En los puntos de muestreo se realizaron *in situ* mediciones de los parámetros de campo como son: potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD), temperatura (T) y potencial óxido-reducción (ORP).

En la Tabla 7.3 se muestra los parámetros y métodos de análisis considerados por los laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal).

Los resultados de la primera ejecución en octubre de 2018 se encuentran en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC). Los resultados de parámetros de campo y resultados de laboratorio del monitoreo realizado en mayo 2019 se encuentran en el Anexo 4 (Reporte de resultados N.° 212-2019-SSIM).

Tabla 7.3. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial durante el 2018 y 2019

N°	Parámetros (mg/L)	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
1	Metales disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	ALS LS PERU S.A.C.
2	Metales totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	
3	Silicatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- SiO2, D, 22nd Ed. 2012 (Validado)	
4	Demanda química oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	
5	Bifenilos policlorados (PCB)	EPA METHOD 8082 A, Rev.1 2007	
6	Aceites y grasas	ASTM D7066-04 (validado), 2011	
7	Sulfato	EPA METHOD 300.1 Rev. 1,1997 (Validado). 2015	
8	Fluoruro	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	
9	Cloruro	EPA METHOD 300.1 Rev. 1,1997 (Validado). 2015	
10	Nitrógeno amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- NH3 F, 22nd Ed. 2012	

N°	Parámetros (mg/L)	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
11	Sólidos suspendidos totales - SST	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	
12	Sólidos totales disueltos -STD	SWEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017	
13	Bicarbonato	EPA METHOD 300.1 Rev. 1,1997 (Validado). 2015	
14	Carbonato	EPA METHOD 300.1 Rev. 1,1997 (Validado). 2015	
15	Fosfato*	EPA METHOD 365.3, 1983	

(*) Este parámetro solo se evaluó en el 2018
Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de ALS LS PERÚ S.A.C y de AQG PERÚ S.A.C.

7.1.4. Equipos utilizados

Para la medición de parámetros de campo de agua superficial se utilizó un multiparámetro con sondas de PH, OD, CE y ORP. Para el caso de medición de caudal en algunos puntos de interés se utilizó un correntómetro; así mismo, se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en octubre 2018 se encuentra en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC) y de los equipos utilizados en mayo 2019 se encuentran en el Anexo 3 (Reporte de campo N.° 219-2019-SSIM).

7.1.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las muestras de agua y su posterior análisis se basó en las indicaciones descritas en la publicación «Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» aprobada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante Resolución Jefatural N. º 010-2016-ANA, según se detalla en la Tabla 7.1 del ítem 7.1.5. Guías utilizadas para la evaluación.

7.1.6. Criterios de comparación

Los resultados de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad para Agua (en adelante, ECA para Agua) aprobados por el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

Según la Resolución Jefatural N.° 056-2018-ANA[17], «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales» el río Mamacocha y Colca poseen una clasificación con categoría 1(A2) y 3, respectivamente (Tabla 7.4). Cabe precisar que, al río Mamacocha se le asignará adicionalmente la categoría 3 debido a que CH Mamacocha comparará sus resultados con dicha categoría[5].

Tabla 7.4. Categoría de comparación para los cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Código cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Categoría	Código de cuenca
13472	Río Mamacocha	Categoría 1 (A2)	134
13473	Río Colca	Categoría 3	134

De forma similar, las lagunas fueron comparadas con la categoría 4, Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: lagunas y lagos (en adelante, Cat4E1), la cual comprende a los cuerpos de agua lénticos de origen natural que no presentan corriente

[17] Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales». Aprobada el 13 de febrero de 2018.

continua, tipificado en el literal a) del inciso 3.4 del artículo 3 del Decreto Supremo N. º 004-2017-MINAM. Los estándares de comparación para agua se detallan en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5. Estándares de comparación para agua superficial

Norma vigente y aprobada en el IGA del administrado
Agua superficial: Lóticos (ríos, quebradas y manantiales*)
Categoría 1: «Poblacional y Recreacional», subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM Categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales», subcategorías D1: Riego de animales y D2: Bebida de animales, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM
Agua superficial: Lénticos (lagunas)
Categoría 4: «Conservación del ambiente acuático» subcategorías E1: Lagunas y lagos, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM

(*) Solo para el caso del manantial será comparado referencialmente.

El único punto de manantial evaluado fue considerado como agua superficial en amparo del artículo 226° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, la cual indica que:

> Los manantiales como puntos o áreas aflorantes de las aguas subterráneas serán considerados como aguas superficiales para los efectos de evaluación y otorgamientos de derechos de uso de agua, toda vez que para su utilización no se requiere la realización de mecanismos ni obras específicas de extracción.

7.2. Sedimentos

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente sedimento, comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

7.2.1. Guías utilizadas para la evaluación

Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para el monitoreo y evaluación de sedimento de agua continental, se utilizó las referencias indicadas en la Tabla 7.6

Tabla 7.6. Referencias para el muestreo de sedimentos

Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Procedimiento de Operación Estándar – *Standard Operating Procedure* (SOP). #EH-02, Muestreo de Sedimento, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, adaptado del ERT/EAC SOP # 2016[18]	Capítulo 11	Estados Unidos	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	----	2001
Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimento para la determinación de metales	Sección 7.3, 8, y 9.2	Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	----	2011

Nota: Cabe señalar que también se consideraron los requerimientos establecidos por el laboratorio acreditado encargado de la analítica.

[18] *Environmental Protection Agency (EPA). Technical Standard Operating Procedure #EH-02, Sediment Sampling* https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/r8-src_eh-02.pdf

7.2.2. Ubicación de puntos

En la primera ejecución en el mes de octubre de 2018 se tomaron 3 muestras de sedimento, la ubicación y descripción de los puntos se observa en la Tabla 7.7.

Mientras que en la segunda ejecución en el mes de mayo de 2019 no se tomaron muestras de sedimento. Cabe precisar que, en algunos puntos de muestreo de agua superficial no se encontró muestras representativas de sedimentos debido al fuerte caudal y en otros casos no se pudo acceder a los puntos; específicamente en el río Mamacocha.

Tabla 7.7. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento durante el 2018

N.°	Cuerpo receptor	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
Lagunas					
1	Laguna Mamacocha	LMam-2	795341	8264907	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
2	Laguna Chachas	LCha-1	793590	8280950	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
Ríos					
3	Río Mamacocha	RMam-3	795320	8261226	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

7.2.3. Parámetros y métodos de análisis

Para la selección de los parámetros a analizar se consideraron los estándares establecidos en la Guía de calidad ambiental de Canadá (*Canadian Environmental Quality Guidelines* [CEQG]) del año 2001 y que fue modificada en el año 2011. Sobre esta base se priorizaron los parámetros relacionados con la actividad del proyecto Laguna Azul. En la Tabla 7.8 se presenta el parámetro analizado y método de análisis.

Tabla 7.8. Parámetros evaluados y métodos de análisis de sedimento durante el 2018

N.°	Parámetros (mg/L)	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
1	Metales totales (+Hg)	EPA 3050 B: 1996 EPA 6010 B: 1996	ALS LS PERU S.A.C.
2	Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT20; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017	SGS S. A.

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de ALS LS PERÚ S.A.C y de AQG PERÚ S.A.C.

7.2.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de sedimento solo se utilizaron materiales como cucharón y bandeja; adicionalmente se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en octubre 2018 se encuentra en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC). y de los equipos utilizados en mayo 2019 se encuentran en el Anexo 3 (Reporte de campo N.°219-2019-SSIM).

7.2.5. Aseguramiento de la calidad

Respecto al aseguramiento de calidad del muestreo de sedimento, no hay actividades específicas respecto al control de calidad; sin embargo, se aplicaron los siguientes procedimientos:

- ✓ Toda la data recopilada en campo fue documentada en las hojas de campo del muestreo.

✓ Todos los instrumentos fueron operados de acuerdo con las instrucciones provistas por el proveedor.

Durante el muestreo la cantidad de muestra colectada fue de acuerdo con las especificaciones del laboratorio de ensayo encargado de la analítica.

7.2.6. Criterios de evaluación

Debido a que el Perú aún no cuenta con estándares nacionales de calidad ambiental para sedimentos, para la comparación de metales totales se utilizó de manera referencial[19] los valores de los estándares de la «Guía de calidad ambiental canadiense para sedimentos de aguas continentales» (*Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life of Freshwater* – CEQG-SQG, 2001)[20] del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente.

La «Guía de calidad ambiental canadiense para sedimentos de aguas continentales» define 2 valores límites, los cuales se describen a continuación:

- *Interim Sediment Quality Guidelines* - ISQG (valores guía provisional de calidad de sedimento): representa el nivel por debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos.
- *Probable Effect Level* - PEL (nivel de efecto probable): representa el nivel de concentración química más bajo que-usualmente o siempre-está asociado a efectos biológicos adversos.

Los valores establecidos en esta guía se presentan en la Tabla 7.9

Tabla 7.9. Valores estándares de comparación para metales en sedimento de agua continental

Parámetro	Norma Canadiense (CEQG-SQG)	
	ISQG (mg/kg PS)	PEL (mg/kg PS)
Arsénico	5,9	17
Cadmio	0,6	3,5
Cobre	35,7	197
Cromo	37,3	90
Mercurio	0,17	0,486
Plomo	35	91,3
Zinc	123	315

Fuente: Canadian Council of Ministers of the Environmental - CCME (1999, actualizado en 2001).
PS: Peso seco

7.3. Comunidades hidrobiológicas

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar las comunidades hidrobiológicas, comprende la guía y protocolo utilizado, la ubicación de puntos de muestreo, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados y el

[19] Según indica en Ministerio del Ambiente mediante el Oficio N.°121-2018-MINAM/VMGA

[20] Disponible en: https://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/ Consultado el 26 de febrero de 2019.

procesamiento de datos de la evaluación de comunidades hidrobiológicas (plancton, perifiton, macrobentos y peces), realizado en octubre de 2018 y mayo de 2019.

7.3.1. Guías utilizadas para la evaluación

La Tabla 7.10 se presenta la guía de referencia para el muestreo de comunidades hidrobiológicas, donde se describen las diferentes técnicas de muestreo, y de las cuales se eligieron las aplicables para el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Tabla 7.10. Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas

Matriz	Autoridad emisora	País	Referencia	Año	Capítulos
Hidrobiología	Ministerio del Ambiente (Minam)	Perú	Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú	2014	4.1.2 Técnicas de colecta – perifiton
					5.1.2.2 Métodos de recolección cuantitativos – bentos (macroinvertebrados)
					6.1.2 Diseño del monitoreo – necton (peces)

7.3.2. Ubicación de puntos

La ubicación de los 11 puntos de muestreo se detalla en la Tabla 7.11, de los cuales 3 fueron considerados como ambientes lénticos y 8 como lóticos; sin embargo, dependiendo de la época evaluada se encontraron cambios en los ambientes acuáticos, los cuales se registran en la Tabla 7.11.

Tabla 7.11. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas

N.°	Cuerpo receptor/lugar/Poblado	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
Lénticos					
1	Laguna Mamacocha	LMam-2	795341	8264907	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
2	Laguna Mamacocha	LMam-3	795251	8264723	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste
3	Laguna Chachas	LCha-1*	793543	8280748	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
Ríos					
4	Laguna Mamacocha	LMam-1**	795153	8264905	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga
5	Laguna Mamacocha	LMam-4**	795399	8264629	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga
6	Quebrada Subna	QSub-1	796484	8277940	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del Anexo Subna
7	Río Mamacocha	RMam-4	796424	8261037	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca
8	Río Colca	RCol-2	796482	8260962	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha
9	Río Chachas	RCha-1	793149	8279156	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas
10	Río Mamacocha	RMam-3	795320	8261226	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.
11	Río Colca	RCol-1	796502	8261130	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha

(*) Durante el monitoreo de octubre 2018 fue considerado como ambiente léntico ya que la laguna no registraba descarga.
(**) Puntos ubicados en la laguna Mamacocha; sin embargo, al ser puntos de recarga (LMam-1) y descarga (LMam-4) con corriente de agua son considerados como ambientes lóticos.

Tabla 7.12. Comunidades hidrobiológicas evaluados por puntos de muestreo

N.°	Cuerpo de agua	Puntos de muestreo	2018			2019		
			Plancton	Perifiton	MB	Plancton	Perifiton	MB
1	Laguna Chachas	LCha-1[c]	x	x	x		x	x
2	Río Chachas	Rcha-1					x	x
3	Quebrada Subna	QSub-1		x	x		x	x
4	Laguna Mamacocha	LMam-1		x	x		x	x
5		LMam-2	x	x	x	x		x
6		LMam-3[a]	x		x	x		x
7		LMam-4					x	x
8	Rio Mamacocha[b]	RMam-3		x	x			
9		RMam-4		x	x			
10	Río Colca	RCol-1		x	x		x	x
11		RCol-2		x	x		x	x
Total			3	8	9	2	7	9

MB: Macroinvertebrados bentónicos
a: Solo se evaluó en 2019 debido a la gran profundidad registrada en el punto de muestreo en 2018.
b: En la evaluación de 2019 no se colectaron muestras debido a la inaccesibilidad a los puntos.
c: En la evaluación de 2018, el ambiente fue considerado como léntico (plancton) y en la evaluación de 2019 debido al fuerte caudal se evidenció un ambiente lótico (perifiton).
d: En la evaluación de 2018 el río estuvo seco.
(*) Las muestras de peces y metales en tejido solo se colectaron en época húmeda.

7.3.3. Parámetros y métodos de análisis

Las comunidades hidrobiológicas analizadas con sus respectivos métodos de análisis se detallan en la Tabla 7.13. Los resultados de laboratorio del monitoreo en el 2018 y 2019 se encuentran en el Anexo 5.

Tabla 7.13. Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidades hidrobiológicas en el 2018 y 2019

N.°	Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio
1	Plancton (fitoplancton y zooplancton)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C. Item 1 y 2. 22nd Ed. 2012. Plankton Sample Analysis. Sedgwick-Rafter count. Inverted Microscope Method Counts.	OEFA (*)
2	Perifiton (microalgas y microorganismos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10300 C. Item 1 y 2. 22nd Ed. 2012. Periphyton Sample Analysis. Sedgwick-Rafter count. Inverted Microscope Method Counts.	
3	Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.1,2, 22nd Ed. 2012. Benthic Macroinvertebrates Sample Processing and Analysis	
4	Peces	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10600 C.1,2, 22nd Ed. 2012. Fishes Sample Processing and Analysis.	ALS LS PERU S.A.C.

(*) Las muestras fueron identificadas por especialistas taxónomos de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA.

7.3.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de comunidades hidrobiológicas se utilizaron equipos como red Surber para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos en una superficie total de 0,27 m^2, red estándar de plancton de 20 micras para la colecta de plancton, red de espera para la colecta de peces en la laguna Mamacocha y atarraya para colecta de peces en el río Colca; adicionalmente, se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en el año 2018 se encuentra en el en el Anexo

1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC) y de los equipos utilizados en mayo 2019 se encuentran en el Anexo 3 (Reporte de campo N.°212-2019-SSIM).

7.3.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las comunidades hidrobiológicas y su posterior análisis se basa en las indicaciones descritas en la publicación «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú», de las secciones 4.3 Aseguramiento de la calidad (perifiton) y 5.3 Aseguramiento de la calidad (macroinvertebrados bentónicos).y 6.3 Comprobación de la calidad (peces).

7.3.6. Procesamiento de datos

Para el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de comunidades hidrobiológicas, se procedió a caracterizar las comunidades del plancton, perifiton, macrobentos y peces, teniendo en cuenta lo presentado a continuación.

7.3.6.1 Composición, riqueza y abundancia

La clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de las comunidades de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (microalgas y microorganismos), macrobentos y peces evaluados en los ambientes acuáticos correspondientes al área de influencia del proyecto Laguna Azul se encuentra en el Anexo 5.

La evaluación de la riqueza y densidad (abundancia) de las comunidades de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (microalgas y microorganismos) se desarrollaron en base a la categoría taxonómica phylum. Por otro lado, la evaluación de la riqueza y la abundancia de las comunidades de macrobentos y peces se desarrolló en base a la categoría taxonómica orden.

Es necesario indicar que los resultados de abundancia se analizaron en base a la densidad de la muestra, representándose los resultados para plancton (fitoplancton y zooplancton) en organismos/ml, para perifiton (microalgas y microorganismos) en organismos/cm^2, para macrobentos en organismos/muestra y peces en número de individuos.

7.3.6.2 Diversidad alfa

La diversidad alfa está relacionada al número de especies de un grupo indicador que se encuentra en una determinada estación o área que puede variar mucho de un lugar a otro, aún dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo ecosistema (Moreno y Halffter, 2000).

Números de Hill (diversidad verdadera)

Los índices de diversidad verdadera son modificaciones de los índices comunes de Shannon (H‘) y Simpson (D) con la finalidad de ajustar la sensibilidad para determinar el comportamiento de la diversidad. En base a esta modificación, se empezó a hacer uso el término «números efectivos de especies», que son las unidades de medición de la diversidad verdadera (Moreno *et al*., 2011). De ese modo, los datos obtenidos de las comunidades hidrobiológicas se analizan con números efectivos de especies (Hill, 1973; Jost, 2006).

Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices de diversidad verdadera (números de Hill) en base al número de especies de cada punto de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para ello, se usó la variable N1 como la modificación del índice Shannon-Wiener (H') (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N1 = exp(H') \quad (7.1)$$

Donde:

H': índice de Shannon-Wiener

Números de equidad de Pielou

El cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975). Su fórmula es la que se indica a continuación:

$$J' = \frac{H'}{H'max} \quad (7.2)$$

Donde:

J': índice de equidad de Pielou
H': índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' max: Ln(S)
S: número de especies

Dominancia de Simpson

Índice de diversidad de Simpson (1-D)

Es uno de los parámetros que nos permiten cuantificar la biodiversidad de un hábitat a partir de la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos.
Los valores oscilan entre cero a uno ver Tabla D3.5-3. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros.

$$D = \sum (n/N)^2 \quad (7.3)$$

Donde:

N = total de organismos presentes;

n = número de ejemplares por especie;

Este índice representa la dominancia, a medida que el índice aumenta la diversidad decrece.

7.3.6.3 Diversidad beta

Para la evaluación de diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica.

Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la fórmula:

$$B = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{S}|X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^{S}[X_{ij} + X_{ik}]} \quad (7.4)$$

Donde:

B: medida de Bray Curtis entre las muestras j y k
X_{ij}: número de individuos de la especie i en la muestra j
X_{ik}: número de individuos de la especie i en la muestra k
S: número de especies

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer *et al*., 2001). Esa gráfica resume la similitud de las especies entre dos puntos de muestreo.

7.3.6.4 Calidad ecológica según los macroinvertebrados bentónicos

La calidad ecológica se evaluó en 3 puntos y se realizó a través del índice biótico andino (*Andean Biotic Index,* denominado como ABI por sus siglas en inglés) y el protocolo de calidad ecológica de ríos altoandinos simplificado (CERA-S) obtenido mediante el programa CABIRA, que permite obtener la calidad biológica de los ríos altoandinos con altitudes superiores a los 2000 m s.n.m.

Calidad ecológica de ríos altoandinos (CERA-S)

El protocolo CERA-S da como resultado el estado ecológico de los ríos mediante la combinación de la valoración hidromorfológica (Tabla 7.14) y la calidad biológica (macrobentos). La base del protocolo es la valoración de la calidad biológica del río y las características de su entorno y su representación mediante una combinación sencilla de colores que permite, a quien no tiene una formación científica especializada, observar rápidamente cual es el estado de salud de un río (Encalada *et al*., 2011).

Tabla 7.14. Características y puntuaciones hidromorfológica según el protocolo CERA-S

Características y puntuaciones hidromorfológica				
Características			Presencia o tipo	Puntuación
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera	Vegetación de ribera	Paramo o puna	Presencia de Paramo Herbáceo	5
			Presencia de Paramo mixto	5
			Presencia de Paramo Frailejones	5
			Presencia de Páramo degradado (Hierbas cortas y pisadas)	2
			Presencia de tierra baldía o cangahua	0
		Bosque	Bosque de Polylepis	5
			Bosque mixto	5
			Plantaciones de eucaliptos y pinos	3
			Matorral arbustos	3
			Presencia de cultivos o pastos	1
			Tierra baldía o cagahua	0
Continuidad de la ribera			Continuo	5
			Manchas grandes	3
			Vegetaciones aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes			Paisaje compuesto de vegetación (páramo o bosque) en más de un 75%	5
			Paisaje compuesto de bosques con cultivos inferior a 50%	3
			Paisajes con cultivos con más del 50%	1
			Vegetación próxima a elementos de urbanismo que ocupan menos del 50%	2

Características y puntuaciones hidromorfológica		
Características	Presencia o tipo	Puntuación
	Vegetación próxima a elementos de urbanismo que ocupan más del 50%	0
Presencia de basura y escombros	riberas sin basura ni escombros	5
	Ribera con basura y/o escombros escasos	2
	Ribera con basura y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	Canal natural sin alteraciones antropológica	5
	Canal modificado por terrazas sin una estructura sólida o cemento	3
	Canal con estructuras rígidas parciales	1
	Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	0
Composición del sustrato*	Bloques	1
	Piedras	1
	Cantos	1
	Grava	1
	Arena	1
	Arcilla y lodo	1
Regímenes de la velocidad y profundidad del rio**	Rápido-somero	1
	Rápido-profundo	1
	Lento-somero	1
	Lento-profundo	1
Elemento de heterogeneidad*	Hojarasca	1
	Troncos y ramas	1
	Diques naturales	1
	Raíces sumergidas	1
	Vegetaciones acuáticas sumergidas (musgos y plantas)	1
	Vegetaciones acuáticas sumergidas (Algas)	1

*: se suman cada tipo de sustrato y heterogeneidad.
**: se suma cada tipo y si están las 4 opciones se suma 1 adicional.

La sumatoria obtenida se compara con la tabla de «calidad hidromorfológica» (Tabla 7.15).

Tabla 7.15. Calidad hidromorfológica acuerdo a la puntuación del protocolo CERA-S

Puntuación hidromorfológica	Estado ecológico
>35	Excelente
29 – 35	Bueno
21 – 28	Moderada
11 – 20	Mala
0 – 10	Pésima

En la Tabla 7.16 están clasificados los invertebrados indicadores de calidad más comunes presentes en los ríos altoandinos, lo cual se obtiene la calidad biológica mediante la presencia o ausencia de los macroinvertebrados.

Tabla 7.16. Calidad biológica de acuerdo con la puntuación del protocolo CERA-S

Presencia de macroinvertebrados bentónicos					Calidad biológica
Blephariceridae	Plecoptera	Leptoceridae	Limnephilidae	Leptophlebidae	Excelente*
Hyalella	Elmidae	Scirtidae	Hidrobiosidae	Leptohyphydae	Bueno**
Chironomidae verde	Simulidae	Hirudinea	Gateropoda	Baetidae	Moderada ***
Chironomidae rojo	Syrphydae	Oligochaeta			Mala****
Sin vida					Pésima*****

*: solo si encuentras al menos dos de los invertebrados de la fila azul.
**: solo si encuentras como mínimo dos invertebrados de la fila verde o uno de la azul y otro del verde o amarillo.
***: si encuentras solo uno de la fila verde y uno amarillo, o dos de la fila amarillo.
****: si encuentras solo un invertebrado de la fila azul, verde o amarillo con otros de la fila naranja, o solo dos naranjas.
*****: si solo encuentras un tipo de invertebrado o ninguno.

La calidad ecológica se obtiene mediante la recombinación de la calidad hidromorfológica y la calidad biológica, lo cual en la Tabla 7.17 se observa el patrón de la recombinación entre las diferentes calidades.

Tabla 7.17. Calidad ecológica: recombinación entre la calidad hidromorfológica y biológica según el protocolo CERA-S

Recombinación de las calidades		Calidad biológica				
Calidad hidromorfológica						

En la Tabla 7.18 se obtiene el resultado final de las diferentes calidades ecológicas según el protocolo CERA-S, después de la recombinación de la calidad hidromorfológica y la calidad biológica.

Tabla 7.18. Calidad ecológica según el protocolo CERA-S

Calidad ecológica
Excelente
Bueno
Moderada
Mala
Pésima

Índice Biótico Andino (Andean Biotic Index - ABI)

La calidad de los hábitats acuáticos en los distintos grupos evaluadas se realizó a través del ABI (índice biótico andino en inglés *Andean Biotic Index*). Este índice fue desarrollado para ríos altoandinos (sobre los 2000 m s.n.m.) y se obtiene sumando los valores de sensibilidad de cada familia de macroinvertebrados bentónicos presente en cada punto de muestreo (Tabla 7.19). Cabe indicar que índice ABI, forma parte de un protocolo de evaluación de la Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA) (Acosta *et al.,* 2009).

Tabla 7.19. Puntajes de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice ABI

Orden / Clase	Familia	Puntaje	Orden / Clase	Familia	Puntaje
Turbellaria	*	5	Tricoptera	Polycentropodidae	8
Hirudinea	*	3		Xiphocentronidae	8
Oligochaeta	*	1		Glossosomatidae	7
Gasteropoda	Ancylidae	6		Limnephilidae	7

Orden / Clase	Familia	Puntaje	Orden / Clase	Familia	Puntaje
	Hydrobiidae	3		Hydroptilidae	6
	Limnaeidae	3		Hydropsychidae	5
	Physidae	3	Lepidoptera	Pyralidae	4
	Planorbidae	3		Dryopidae	5
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Elmidae	5
Amphipoda	Hyalellidae	6		Hydraenidae	5
Hydracarina		4		Lampyridae	5
	Leptophlebiidae	10		Psephenidae	5
Ephemeroptera	Oligoneuridae	10	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
	Leptohyphidae	7		Scirtidae(helodidae)	5
	Baetidae	4		Gyrinidae	3
	Polythoridae	10		Dytiscidae	3
	Calopterygidae	8		Hydrophilidae	3
Odonata	Gomphidae	8		Staphylinidae	3
	Aeshnidae	6		Blepharoceridae	10
	Coenagrionidae	6		Athericidae	10
	Libellulidae	6		Simuliidae	5
Plecoptera	Perlidae	10		Tipulidae	5
	Gripopterygidae	10		Ceratopogonidae	4
	Corixidae	5		Dixidae	4
	Gerridae	5		Dolichopodidae	4
	Naucoridae	5		Empididae	4
Heteroptera	Notonectidae	5	Diptera	Limoniidae	4
	Veliidae	5		Stratiomyidae	4
	Belostomatidae	4		Tabanidae	4
	Anomalopsychidae	10		Psychodidae	3
	Calamoceratidae	10		Chironomidae	2
	Helicopsychidae	10		Culicidae	2
Tricoptera	Odontoceridae	10		Ephydridae	2
	Hydrobiosidae	8		Muscidae	2
	Leptoceridae	8		Syrphidae	1
	Philopotamidae	8			

Fuente: Acosta *et al*., 2009

La sumatoria obtenida se compara con la tabla de «estados de calidad ecológica de agua» (Tabla 7.20) propuesta por (Acosta *et al.*, 2009).

Tabla 7.20. Estado de la calidad ecológica del agua según el ABI en Perú

Estado de la calidad ecológica	ABI	Color
Muy bueno	>74	Azul
Bueno	45 – 74	Verde
Moderado	27 – 44	Amarillo
Malo	11 – 26	Naranja
Pésimo	<11	Rojo

7.4. Evaluación hidroquímica

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la hidroquímica de las aguas superficiales, comprende la ubicación de los puntos de muestreo y procesamiento de datos.

7.4.1. Ubicación de puntos

Los puntos de muestreo considerados en esta sección corresponden a los mismos puntos de agua superficial evaluados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul (Tabla 7.1) como la laguna Mamacocha, río Mamacocha, río Colca quebrada Subna, un manantial sin nombre y; adicionalmente se tomaron muestras de agua de riego provenientes del río Ayo y en la descarga de la laguna Chachas y río Chachas.

La primera ejecución correspondiente a la época seca de la Laguna Mamacocha y río Mamacocha se desarrolló del 16 al 24 de octubre, donde se evaluaron un total de 14 puntos de muestreo de agua. Del total de puntos de muestreo, 5 corresponden a Lagunas, 2 a canales, 1 a manantial, 1 a quebrada y 6 a ríos.

La segunda ejecución correspondiente a la época húmeda de la Laguna Mamacocha y río Mamacocha se desarrolló del 29 de abril al 8 de junio de 2019. Se evaluaron 12 puntos. De los puntos evaluados 5 corresponden a Lagunas, 2 a canales, 1 a manantial, 1 quebrada y 3 a ríos.

7.4.2. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos considero los siguientes criterios.

7.4.2.1. Relación de los iones y sólidos disueltos con la conductividad

Para determinar la relación lineal de la conductividad eléctrica con los sólidos disueltos totales (SDT), concentración que describe la presencia de sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica en el agua que pasan por un filtro de 0,45 µm, se establecen valores de *K* (relación entre los SDT y la conductividad) con un valor típico de 0,7, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$SDT\ (mg/L) = k * Conductividad\ (\mu S/cm) \qquad (7.5)$$

No obstante, hay diversos factores como el incremento y la composición de la concentración de los iones (diferente mezcla de sales disueltas) como el agua de mar, continental y destilada que involucran diferentes valores de *K* para obtener una relación precisa entre los SDT y la conductividad (Walton, 1989)[21]. De esa manera, la Figura 7.1 muestra una vista generalizada de los cambios de los valores de *K* con el incremento de los TDS en los distintos tipos de agua.

[21] Otros 2 factores que involucran el cambio de los valores de *k* es la temperatura (que incrementa la movilidad de los iones a mayor temperatura, hay un incremento del 2 % de la conductividad por cada aumento de 1 °C el cual es corregido por los equipos multiparámetros) y los efectos del pH en rango alto (> 9) y bajo (< 5), el cual contribuye al valor de la conductividad que otros cationes y aniones en el agua.

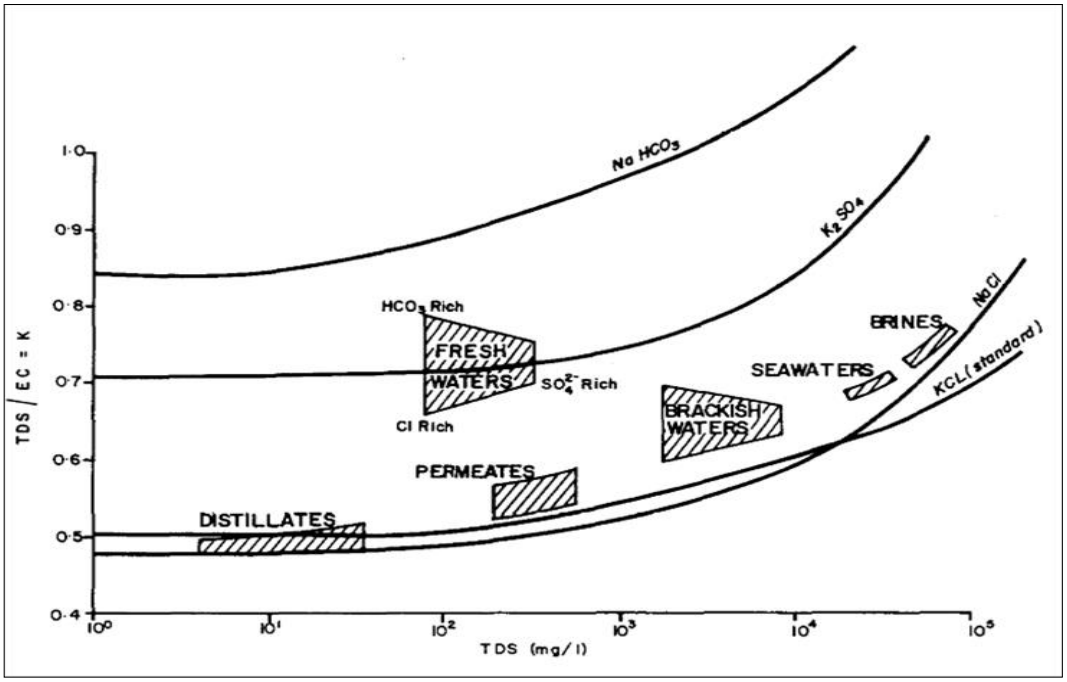


Figura 7.1. Relación de los sólidos disueltos totales (TDS) con los valores de k para diferentes tipos de agua
Fuente: Walton (1989, p.290)

De acuerdo a la Figura 7.1, existen diferentes valores de *k* de acuerdo al tipo de agua como: naturales (fresh water), destilada, permeada (permeates), salobres (brackish water), marina (seawaters) y salmueras (brines), los cuales pueden contener una variedad de sales disueltas de bicarbonatos, sulfatos o cloruros, por lo que se puede obtener un valor entre el rango de 0,50 a 0,85. Por tal motivo, no se justifica el uso de valor de *K* para todos los tipos de agua, de tomarse en cuenta llegaría a tener un error del 25 %.

En caso de la relación de la suma de iones (cationes o aniones) con la conductividad, tenemos que el criterio aceptable es dado por la American *Public Heatlh Association* (APHA, 2012) mediante la siguiente ecuación lineal:

$$100 * \sum aniones\ o\ cationes\ (meq/L) = (0{,}9 - 1{,}1) * Conductividad\ (\mu S/cm) \qquad (7.6)$$

7.4.2.2. Error balance iónico (EBI)

El balance iónico es la verificación de la suma de mili-equivalentes (meq/L) de aniones (Σan) es aproximadamente igual a la suma de mili-equivalentes de cationes (Σcat).[22] Antes de realizar una evaluación hidroquímica se realiza el análisis mediante el cálculo del error balance iónico (en adelante, EBI) para verificar la consistencia de los mismos.

Dentro de los iones mayoritarios presentes en el agua están los cationes Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} y K^{+} para la Σcat; y los aniones HCO_3^{-}, NO_3^{-}, SO_4^{2-} y Cl^{-} para el cálculo de Σan. Ambas concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/L). De esa manera se establece el error de balance iónico de acuerdo con la siguiente ecuación (Appelo *et al.*, 2005).

[22] Información extraída de http://gidahatari.com/ih-es/factores-que-influencian-el-balance-ionico.

$$Error\ de\ Balance\ Iónico\ (EBI) = 100\frac{\sum cat - \sum an}{\sum cat + \sum an}\% \qquad (7.7)$$

Aunque el EBI es un valor en porcentaje, la Ecuación 7.7 incorpora un signo para mostrar la predominancia de cargas de cationes (signo positivo) o de aniones (signo negativo). Se considera aceptable un EBI entre -10 y +10 % para aguas dulces.

Dicho rango de EBI fue considerado en todos los tipos de agua (Megersa, 2015). No obstante, un EBI del 2 % es inevitable en casi todos los laboratorios, por lo que se debe aceptar un error mayor; no obstante, si el EBI es mayor a 5 %, deberán revisarse los procedimientos, análisis y el muestreo.[23] El EBI con valores positivos no es afectado por los metales en el balance iónico, siendo la subestimación de HCO_3^- una de las causas más frecuentes de un EBI muy positivo.

Al respecto, los rangos del EBI están relacionados con la conductividad del agua de acuerdo a lo planteado por Custodio y Llamas (1976) en la siguiente tabla:

Tabla 7.21. Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000
Error aceptable (%)	±30	±10	±8	±4	±4

Fuente: Custodio y Llamas (1976)

De otro lado, algunas muestras presentan valores de EBI fuera del rango óptimo de ± 10 %, con valores demasiado negativos (<< - 10 %). Esto se da en la mayoría de los casos en muestras ácidas con altas concentraciones de metales, resultando un EBI negativo si no se toma en cuenta sobre todos los iones hidronio (H3O+) del pH (de preferencia en base a su actividad y no concentración) y otras especies disueltas en mayor concentración como el aluminio (Al^{3+}) y hierro (Fe^{2+}).

Al respecto de las muestras ácidas, el error de omitir los iones hidronio (H_3O^+) lleva a que el balance de carga será más negativo progresivamente a medida que el pH desciende, tal como muestra en la Figura 7.2A (Nordstrom *et al*., 2009). En la Figura 7.1A se observa que en aguas a pH menores a 3, el ion H_3O^+ puede tener mayor concentración (en meq/L) que otros cationes y por ende su EBI es llega a valores mayores entre -50 y -100.

[23] El EBI de 5 % fue usado en los estudios de aguas subterráneas realizados por Shubrha Singh, 2015 y K. Srinivasamoorthy, 2014, entre otros.

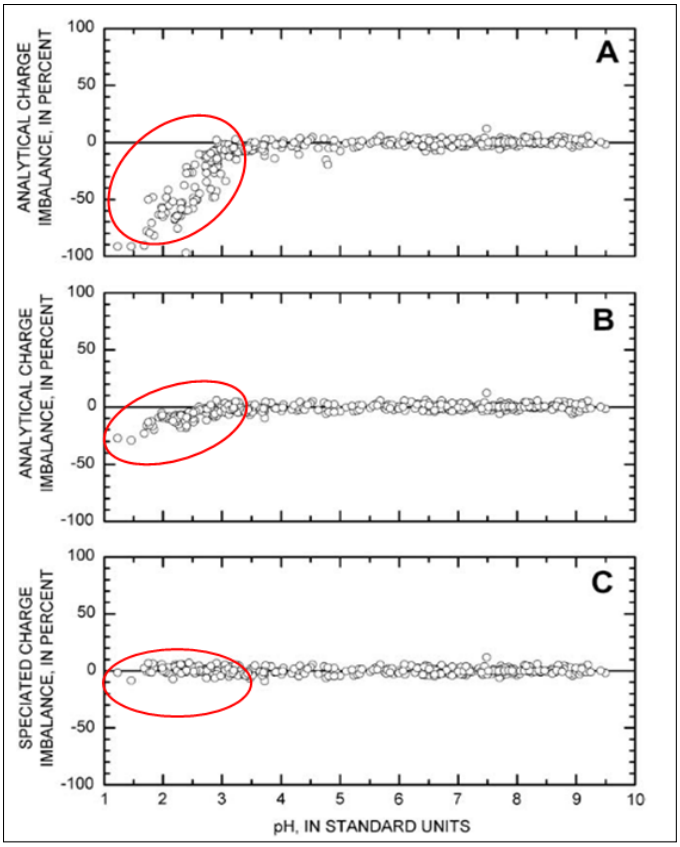


Figura 7.2. Error de omitir H_3O^+ en el balance iónico
A) EBI sin H_3O^+, B) EBI con H_3O^+ y sin especiación y
C) EBI con H_3O^+ y con especiación
Fuente: Nordstrom *et al.* (2009)

Mientras, en la Figura 7.1B y Figura 7.1C indican que la importancia de considerar todas las especies formadas de Fe, Al, As, fluoruros y sulfatos principalmente a pH ácidos antes del cálculo del EBI, teniendo como ejemplo a los sulfatos, los cuales a pH de 1,3 a 2,7 sus iones se distribuyen en SO_4^{2-} (II) y HSO_4^{2-} (I).Una de las causas de la acidez y la disolución de metales es la rápida e intensa oxidación de piritas (FeS_2) y otros sulfuros en los acuíferos, tras intrusión de oxidantes como el O_2, y aumento del potencial redox en un ambiente reductor de SO_4^{2-} (potencial redox Eh << 160 mV).

7.4.2.3. Comprobación de la corrección de análisis

La concentración total medida de solidos disueltos debe ser mayor que la calculada (porque un contribuyente significativo no puede ser incluido en el cálculo. Si el valor medido es menor que la calculada, la suma de iones más alta y el valor medido son sospechosos; la muestra debe ser reanalizada si la concentración de sólidos medida es más de un 20% superior a la calculada, la suma baja de iones es sospechosa la muestra debe ser analizada nuevamente (APHA,2012). La proporción aceptable es la siguiente:

$$1<\frac{TDS\ medido}{TDS\ calculado}<1.2 \qquad \text{Ecuación 7.8}$$

Para el TDS calculado se utiliza la Ecuación 7.9

$$\text{Sólido disuelto total} = 0{,}6\ (HCO_3^{*}\ \text{alkalinity}) - 0{,}6\ (CO_3^{2-} * \text{alkalinity}) - 0{,}17\ (OH^{-}\ \text{alkalinity}) + Na^{+} + K^{+} + Ca^{2-} + SO^{4-} + Cl^{-}\ NO^{3-} + F^{-} + SiO_3^{2-} \qquad \text{Ecuación 7.9}$$

7.4.2.4. Selección de la serie analítica

Se seleccionó la serie analítica con la finalidad de describir las propiedades de los componentes hidroquímicos del agua. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Parámetros de campo: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto
- Parámetros fisicoquímicos: bicarbonato, cloruro, sulfato, carbonato.
- Metales disueltos.

7.4.2.5. Diagramas hidroquímicos

Para caracterizar las aguas en función de la concentración de sales predominantes (cationes y aniones) e interacción con la parte orgánica y roca se elaborarán diagramas hidroquímicos (facies e índices) mediante el uso del software libre Diagrammes. Asimismo, se generaron mapas de la distribución espacial y temporal de concentraciones de cationes y aniones en todos evaluados en el 2018 y 2019, dichos mapas se encuentran en el Anexo 2 (mapas).

- **Diagrama de Stiff**

Esta gráfica está compuesta por tres 3 ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na^{+} se confronta con el Cl^{-}, el Ca^{+2} con el HCO_3^{-} y el Mg^{+2} con el SO_4^{-2} (a veces también se pueden mostrar otros dos (2) iones, como el Fe^{+2} contra el NO_3^{-}). Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meq/L.

Son 2 las características que sobresalen en este tipo de diagrama: por un lado, permite visualizar claramente diferentes tipos de agua (cada una con una configuración particular) y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica). En la Figura 7.3 se muestran algunas apreciaciones de este diagrama que caracterizan varios tipos de aguas.

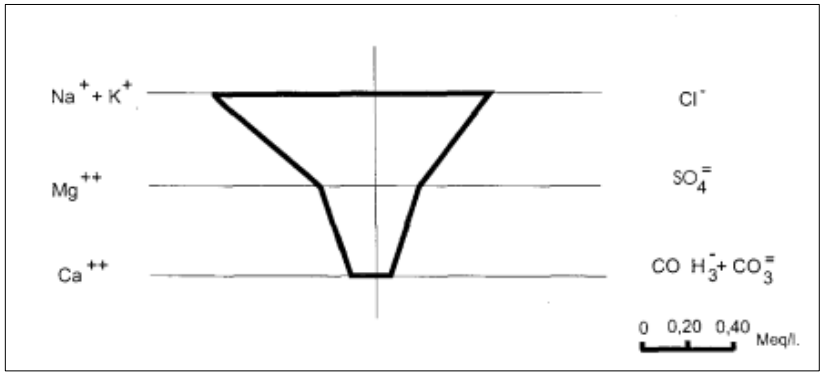


Figura 7.3.. Diagrama de Stiff
Fuente: Martínez (1998, p.105)

- **Diagrama de Piper**

Es el tipo de gráfico más utilizado ya que incluye aniones y cationes en forma simultánea. Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio y Llamas, 1976).

Está formado por dos triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de cationes son Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+} y K^{+}. Los vértices del triángulo de aniones son $SO4^{-2}$, Cl^{-} y HCO_3^{-}. Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Las concentraciones de los iones dadas en meq/L se expresan como porcentaje con respecto a la suma de aniones y cationes, respectivamente. En cada triángulo se reúnen solo 3 aniones y 3 cationes. A cada vértice le corresponde el 100 % de un anión o catión (Figura 7.4).

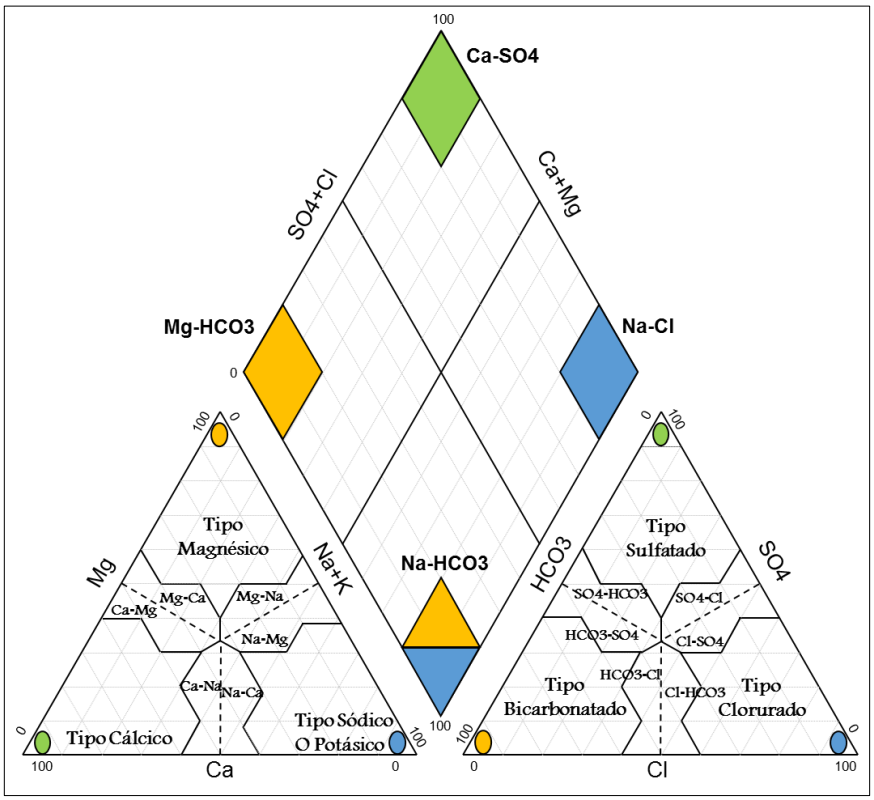


Figura 7.4. Diagrama de Piper
Fuente: Modificado de Davis y Wiests (1971, p.168)

- **Diagrama de Gibss**

La química de las aguas subterráneas puede estar controlada por diferentes procesos y mecanismos. Entre los factores que pueden influir se encuentran el estado físico del acuífero, la mineralogía de la roca huésped y las condiciones climáticas. Gibbs (1970), propone dos diagramas, donde se grafican las variaciones de las razones $(Na^{+}+K^{+})/(Na^{+}+K^{+}+Ca^{2+})$ para los cationes y $Cl^{-}/(Cl^{-}+HCO^{3-})$ para los aniones en función del total se sólidos disueltos (TSD). Estos diagramas permiten identificar el mecanismo

controlador de la química en las aguas subterráneas, los cuales pueden ser la interacción con la roca, la precipitación o la evaporación (Figura 7.5).

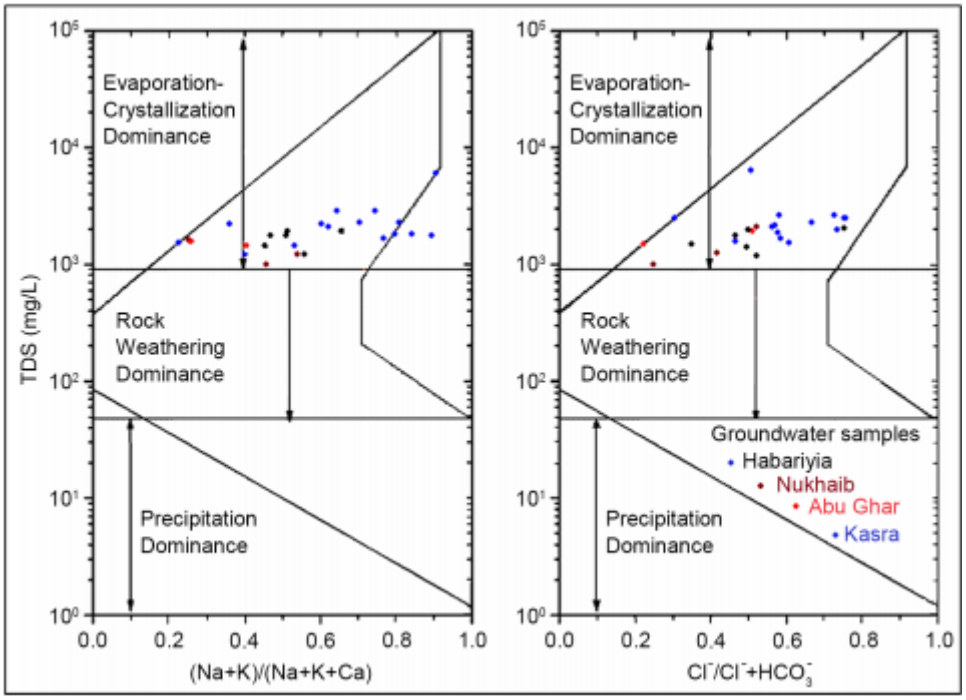


Figura 7.5.. Diagrama de Gibss
Fuente: Hussien y Fayyadh (2016, p.1172)

- **Diagrama de Schoeller-Barkalof**

Se disponen varias semirrectas o columnas verticales paralelas, igualmente espaciadas y divididas en escala logarítmica y con el mismo módulo. A cada semirrecta se le asocia un anión o un catión, excepto la primera columna que no tiene asociada ningún ión y su unidad de medida es en meq/l, las demás tienen como unidad de medida mg/l (Figura 7.6).

El orden de las columnas es el siguiente:
Columna 1: sin ión, unidad de medida meq/l
Columna 2: Ca, unidad de medida mg/l
Columna 3: Mg, unidad de medida mg/l
Columna 4: Na, unidad de medida mg/l
Columna 5: Cl, unidad de medida mg/l
Columna 6: SO4, unidad de medida mg/l
Columna 7: HCO3, unidad de medida mg/l
Columna 8: NO3, unidad de medida mg/l

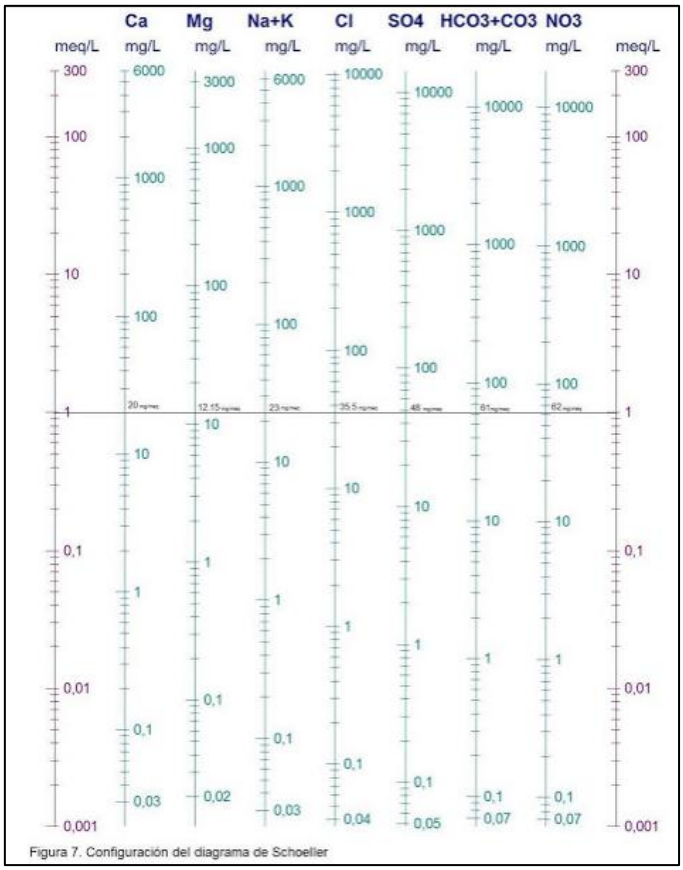


Figura 7.6. Diagrama de Schoeller-Barkalof
Fuente: Custodio y Llamas (1976)

- **Diagrama de Scatter**

El diagrama consta de 2 gráficas que contienen una nube de dispersión de cada par de valores de todas las muestras en una región. El ajuste de una recta de regresión permite cuantificar el grado de covariabilidad entre determinados iones (una covariación alta suele indicar un origen común mientras que discrepancias importantes suelen ser atribuibles a mezclas de aguas de diversos orígenes).

La pendiente de la recta de regresión interpolada da una idea de la afinidad o susceptibilidad de los iones representados a reaccionar en el contexto especifico.

Las concentraciones de los 3 iones principales, CO_3H^-, Cl^- y $SO_4^=$, aumentan, por lo general, cuando lo hace la conductividad del agua, pero, las pendientes de las rectas de regresión que relacionan dichas concentraciones con la conductividad indican que la mayor distribución a la salinidad del agua corresponde al ión de pendiente más acusada (Fernandez,2009).

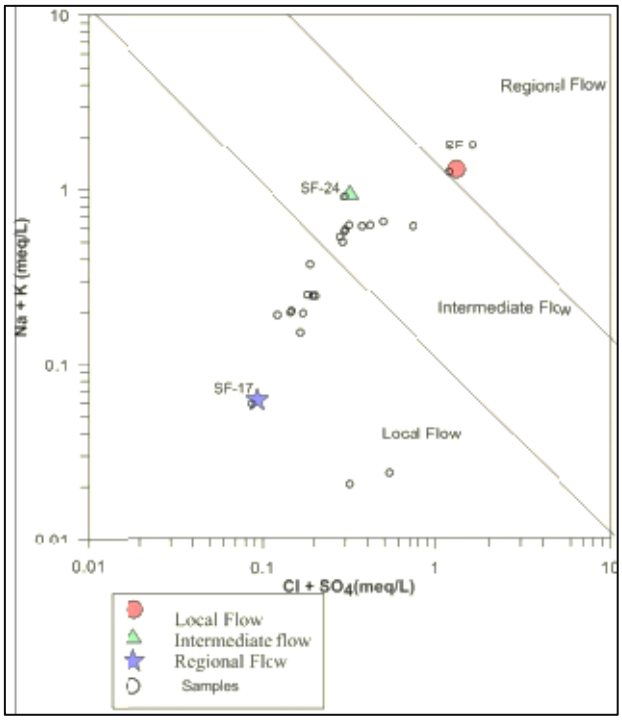


Figura 7.7. Diagrama de Scatter
Fuente: Morán (2014, p137)

- **Diagrama de Korjinski**

Korjinski ha demostrado que el estudio de conjuntos complejos de minerales podría realizarse a partir de diagramas que introducen los potenciales químicos de los elementos móviles. En la Figura 7.8 se muestra un ejemplo de equilibrio entre silicatos, el diagrama muestra como ordenadas log ($[Na^+]/[H^+]$) y abscisa log ($Log\ H4SiO_4$) en presencia de cuarzo a 300°C.

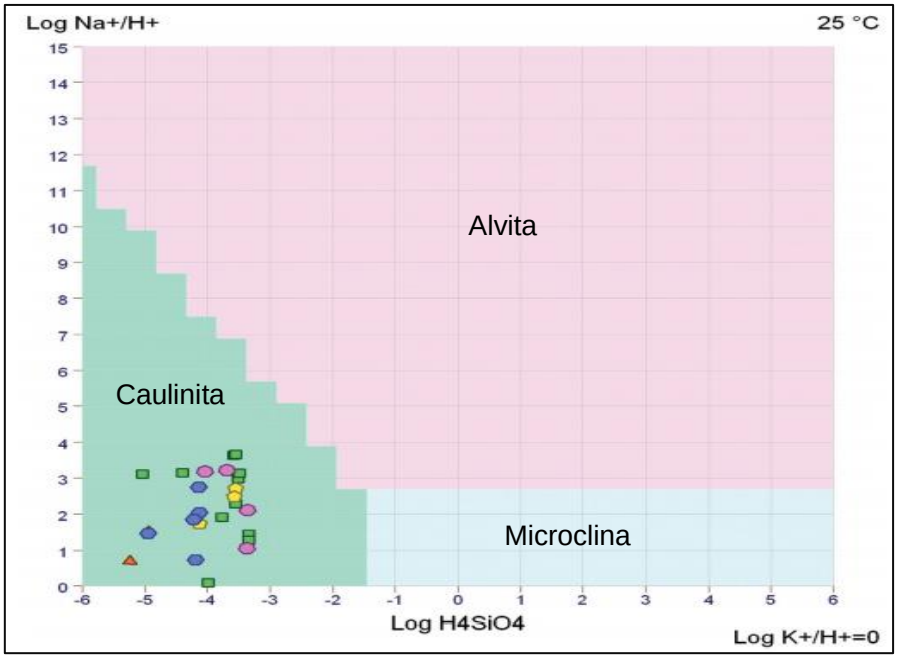


Figura 7.8.. Diagrama de Korjinski
Fuente: Mouncherou *et al.* (2011, p.76)

7.5. Caracterización geológica

La caracterización geológica en el área de influencia del proyecto Laguna Azul consistió en la descripción litológica, estructural, alteraciones y mineralógico en zonas aledañas a los componentes proyectados y relacionados con las matrices ambientales como agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas. Dicha información fue recopilada durante la etapa preliminar de reconocimiento en área de influencia del proyecto Laguna Azul, realizado del 16 al 21 de setiembre del 2018.

7.5.1. Guías utilizadas para la evaluación

Los estándares o protocolos tomados como referencia para la caracterización geológica corresponden a los servicios geológicos del Perú, Colombia y Estados Unidos. Las recomendaciones mencionadas en las guías y manuales internacionales se listan en la Tabla 7.22.

Tabla 7.22. Referencias para la caracterización geológica

Referencia	Sección	País	Institución o autor	Año
Manual de estándares de cartografía para la digitalización de los mapas geológicos CGN a escala 1:100 000	Todas	Perú	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet)	2016
Basic Geological Mapping	Todas	Reino Unido	Richard J. Lisle, Peter Brabham, y John Barnes	2011
Geological field tecniques	Todas	Reino Unido	Angela L. Coe, Tom W. Argles, David A. Rothery y Robert A. Spicer	2010
FGDC Digital Cartographic Standard for Geological Map Symbolization	Todas	Estados Unidos	Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, en inglés *United States Geological Survey)*	2006
Geological Structures and Maps	Todas	Reino Unido	Richard J. Lisle	2004
Estándares cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geológicos	Todas	Colombia	Servicio Geológico Colombiano (Ingeominas)	2001

Las referencias de geología regional corresponden a la base geológica del cuadrángulo Huambo-32r (Caldas, 1993) que forma parte de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000.Asimismo, se considerará la actualización a escala 1:50 000 realizado por Romero y Ticona (2003), ambos realizados por Ingemmet. La referencia local corresponde a los estudios realizados y presentados en los IGA del administrado.

7.5.2. Ubicación de puntos

La caracterización geológica se realizó en el área de influencia indirecta del proyecto Laguna Azul, que comprende la parte media y baja de la cuenca Mamacocha, principalmente desde la descarga de la laguna Chachas hasta la confluencia del río Mamacocha con el río Colca.

Los puntos de observación geológica se ubicaron estratégicamente en zonas asociadas a los componentes proyectados (estructura de captación, canal de conducción de agua, ingreso y salida del túnel) y aledaños a la laguna Mamacocha (cuerpo de agua principal), los cuales se detallan en la Tabla 7.23.

Tabla 7.23. Puntos de muestreo de geología

N.°	Punto de muestreo	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
1	CG-LA-01	795212	8264942	Ubicado aproximadamente a 50 m del borde norte de la laguna Mamacocha
2	CG-LA-02	795132	8264722	Ubicado aproximadamente a 100 m del borde oeste de la laguna Mamacocha
3	CG-LA-03	795320	8264655	Ubicado aproximadamente a 75 m al oeste de la descarga de la laguna Mamacocha
4	CG-LA-04	795337	8263969	Ubicado en la margen izquierda del río Mamacocha, aproximadamente a 700 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha
5	CG-LA-05	795357	8264063	Ubicado en el manantial sin nombre, aproximadamente a 600 m aguas debajo de la descarga de la laguna Mamacocha
6	CG-LA-06	792628	8264593	Ubicado en el canal de riego, aproximadamente a 350 m al este de la localidad de Ayo
7	CG-LA-07	796291	8260997	Ubicado en la margen derecha del río Mamacocha, aproximadamente a 180 m antes de la confluencia con el río Colca
8	CG-LA-08	796374	8260968	Ubicado en la margen derecha del río Mamacocha, aproximadamente a 50 m antes de la confluencia con el río Colca
9	CG-LA-09	796370	8261185	Ubicado en el lecho del río Mamacocha, aproximadamente a 180 m antes de la confluencia con el río Colca
10	CG-LA-10	796482	8260962	Ubicado en la margen derecha del río Colca, aproximadamente a 100 m aguas abajo de la confluencia con el río Mamacocha
11	CG-LA-11	793782	8281636	Ubicado en el borde este de la laguna Chachas, aproximadamente a 700 m de la descarga.
12	CG-LA-12	793577	8280927	Ubicado en la descarga de la laguna Chachas

Fuente: informe Informe N.° 325-2018-OEFA/DEAM-STEC.

7.5.3. Procesamiento de datos

Las mediciones y descripciones macroscópicas de afloramientos rocosos y depósitos superficiales se realizaron *in situ*, en la cual se tomaron datos de rumbo/azimut, buzamiento y dirección de buzamiento de estratos (EN), fallas geológicas (FA), diaclasas (DI), fracturas (FR), estructuras geológicas (EG: diques, y venillas), estructuras mineralizadas (EM: galerías, vetas y mantos). La descripción macroscópica consistió en determinar la litología, minerales de alteración, minerales primarios, secundarios y accesorios, y minerales con contenido metálico.

Los puntos de control geológico y el mapa de campo fueron georreferenciados y digitalizados en el software ArcGis 10.3 para preparar el mapa geológico local. Además, se generó secciones geológicas a escala 1:10 000, con la finalidad de entender el contexto geológico del subsuelo en zonas aledañas a los componentes mineros proyectados.

El procesamiento de los datos obtenidos de la caracterización geológica se detalla a continuación.

a. Mapa geológico local

La información obtenida del cartografiado fue plasmada en un mapa geológico local, el mismo que contiene las unidades litológicas, litoestratigráficas, estructuras (diaclasas, fracturas, fallas, pliegues, diques, etc.), alteraciones y zonas con mineralización. Se generaron secciones geológicas relacionadas a los componentes del proyecto Laguna Azul y ambientales, adicionalmente, las unidades litológicas fueron descritas de forma detallada. Esta información permitió entender el contexto geológico de superficie y el subsuelo sobre el cual se desarrollarán las actividades energéticas.

b. Relación con áreas de potencial afectación

La caracterización geológica en áreas de potencial afectación permitió conocer la litología del basamento (roca parental), mineralogía, tipos de alteración y depósito cuaternario sobre el cual se desarrolló el suelo.

c. Relación con los puntos de monitoreo de agua superficial y subterránea

La descripción de las unidades geológicas permitió comprender la relación de la mineralogía de las rocas con los parámetros físicos (pH, CE y OD) y químicos de las aguas superficiales (lagunas, ríos, quebradas y manantial). Además, se logró entender el contexto hidrogeológico en función a las estructuras y litopermeabilidad de las rocas.

7.6. Flora silvestre

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la flora silvestre comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, criterios de comparación y procesamiento de datos.

7.6.1. Guías utilizadas para la evaluación

La evaluación de flora silvestre se realizó considerando la metodología de transectos denominado «punto de intersección», establecida en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000), debido a que es la más apropiada para evaluar en formaciones vegetales como los presentados en el área de estudio.

Se consideró, además, los lineamientos establecidos en la guía «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: presentes en la guía de inventario de flora y vegetación del Ministerio del Ambiente». Esta guía establece los criterios técnicos y lineamientos generales, como la logística necesaria, establecimiento de las zonas y sitios de muestreo, preparación de materiales, equipos en indumentaria de protección, procedimiento para la toma y colecta de muestras botánicas, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, entre otras. El detalle de estas guías se presenta en la Tabla 7.24.

Tabla 7.24. Guías de muestreo para evaluar de la flora y vegetación

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Guía de inventario de la flora y vegetación del Ministerio del Ambiente	Todo	Perú	MINAM	Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM	2015
Manual de pastos y forrajes altoandinos	Todo	Perú	ITDG-Perú, OIKOS	-	2015
Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.	Todo	Bolivia	Bolfor	-	2000

De acuerdo a los citados protocolos, para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad, se establecieron transectos de 50 m en los que se evaluaron 100 puntos. En cada punto se colocará una varilla de 2 mm de diámetro y se tomaron en cuenta las especies que tuvieron contacto con la varilla y el número de veces que estas la toquen (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para cada transecto se registrará datos de pendiente, orientación, ubicación geográfica y altitud.

Se realizaron búsquedas intensivas de especímenes en el área de estudio con el fin de registrar todas las especies presentes. Los procedimientos de recolecta y prensado fueron realizados empleando las metodologías recomendadas por Cerrate (1969). Para cada uno de los especímenes colectados se anotaron la forma de crecimiento que presente (hierba, árbol, arbusto, sufrútice, etc.), según recomienda Whittaker (1975). Cabe señalar que se recolectaron solo los especímenes que se encuentren en estadios de floración y fructificación, aquellos que estuvieron en estadíos vegetativo solo fueron registrados.

Las colecciones botánicas «voucher» se realizaron en el caso que exista cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado tuvo un duplicado además del original, por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles fueron usadas para distinguir confiablemente las morfo-especies[24]. La colecta de muestras de las especies vegetales evaluadas se realizó haciendo uso de los siguientes equipos: tijeras botánicas de mano, picos de montaña, palitas de jardinero, wincha métrica, etc.

7.6.2. Ubicación de puntos

Las zonas y sitios de muestreo de flora silvestre (arbórea, arbustiva y herbácea) fueron ubicados considerando la información obtenida en la etapa preliminar de reconocimiento y de los instrumentos de gestión ambiental aprobados para el proyecto Laguna Azul.

Además, las zonas propuestas para la evaluación de flora han sido designadas en relación con los puntos de monitoreo para agua superficial, sedimentos y manantiales; priorizando, según lo verificado en la etapa preliminar de reconocimiento, aquellos sitios que permitan las condiciones de accesibilidad, importancia respecto a posibles zonas que podrían sufrir cambios en el futuro. En la Tabla 7.25 se detalla la ubicación de las zonas y transectos evaluados de flora silvestre.

[24] Morfo-especie: Nombre eventual de una especie, basado en caracteres morfológicos.

Tabla 7.25. Ubicación transectos de muestreo de flora silvestre

Zona	Código Transecto OEFA	Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18L Inicial		Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18L Final		Formación vegetal	Descripción
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		
Zona-1	LA-FL-T1	795149	8264912	795188	8264930	Monte ribereño	Ubicado en el borde de la laguna Mamacocha y trocha de acceso. Presencia de especies poco frecuentes (*Neoraimondia* y *Haageocereus*).
	LA-FL-T2	795229	8264971	795270	8264952	Matorral desértico	Borde de la laguna Mamacocha (margen derecho), a 40 m de rodal de cactáceas.
	LA-FL-T3	795341	8264902	795360	8264850	Monte ribereño	Borde de la laguna (margen izquierdo), en trocha de acceso.
	LA-FL-T4	795448	8264806	795412	8264842	Matorral desértico	Rodal de cactáceas, a 150 m de borde de la laguna Mamacocha.
	LA-FL-T5	795403	8264713	795383	8264754	Monte ribereño	Borde de la laguna (margen derecho), en trocha inundada con presencia de Sauces.
	LA-FL-T6	795323	8264654	795294	8264679	Monte ribereño	En borde de la laguna (margen izquierdo), en dirección al camino de petroglifos.
	LA-FL-T7	795252	8264715	795224	8264756	Monte ribereño	Entre monte ribereño y suelo pedregoso, margen izquierdo de la laguna en dirección al camino de petroglifos.
	LA-FL-T8	795209	8264690	795167	8264717	Matorral desértico	Sobre camino a petroglifos (margen izquierdo de laguna Mamacocha)
Zona-2	LA-FL-T10	794905	8263547	794891	8263511	Monte ribereño	En el borde rio Mamacocha, a 500 m de las cataratas.
	LA-FL-T11	794919	8263196	794947	8263165	Matorral desértico	Rodal de cactáceas, entre cataratas y embalse del río Mamacocha.
	LA-FL-T12	795353	8264058	795339	8264419	Monte ribereño	Alrededores de «Los limones».
Zona-3	LA-FL-T13	796405	8261045	796371	8261079	Monte ribereño	En Tingo, a 50 m del encuentro de los ríos Colca y Mamacocha, entre monte ribereño y suelo pedregoso del río Mamacocha.
	LA-FL-T14	796260	8261170	796325	8261150	Monte ribereño	En Tingo, a 200 m de encuentro de los ríos Colca y Mamacocha.

7.6.3. Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros para evaluar en el componente flora se listan en la Tabla 7.26, los cuales se detallan en relación con su distribución en las zonas de evaluación previstas. Los resultados de la determinación taxonómica de las especies registradas y la sistematización de resultados de detallan en el Anexo 5.

Tabla 7.26. Parámetros evaluados

N.°	Parámetro	Cantidad de zonas y sitios*	Observaciones
1	Composición de especies	3 zonas (recarga, media y descarga).	- La cantidad de sitios por zona (transectos, parcelas y colectas generales) se definirán en la ejecución de la evaluación - Todos los parámetros serán aplicados para la evaluación de flora silvestre
2	Riqueza de especies		
3	Abundancia		
4	Índices de diversidad (H', 1-D, Morisita)		

7.6.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de flora silvestre se utilizó principalmente cámaras fotográficas y equipos de posicionamiento global (GPS). El detalle de los equipos y otros materiales utilizados durante la evaluación de flora silvestre se encuentra en el Anexo 3 (Reporte de campo N.°219-2019-SSIM).

7.6.5. Criterios de comparación

Los resultados de la evaluación de la flora silvestre fueron comparados con estudios científicos de flora en ambientes y situaciones similares, teniendo en cuenta la posible variación de la estructura y composición de las especies vegetales antes y después de la implementación de los diferentes componentes del proyecto Laguna Azul.

Asimismo, se realizó la identificación de especies protegidas sobre la base de la última recategorización de flora silvestre para el Perú, realizada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Decreto Supremo N.º 043-2006-AG). Adicionalmente, se tomó en cuenta la Resolución Ministerial N.° 505-2016-MINAGRI, que aprueba la «Lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas»; considerando que en esta clasificación se incrementa la cantidad de especies a proteger y presenta modificaciones en las categorías para ciertas especies.

Se tomaron en cuenta, además, las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (*International Union for Conservation of Nature*, denominado como IUCN por sus siglas en ingles) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías CR, EN y VU se consideran «amenazadas».

Finalmente, el registro de especies identificadas se comparó con la lista de especies que está incluida en los apéndices de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2017).

7.6.6. Procesamiento de datos

En esta sección se presenta el procesamiento de datos de la evaluación de flora, el cual consistirá en la cuantificación de la información obtenida en la determinación de especies en el área de estudio mediante el cálculo de los parámetros detallados en la Tabla 7.27.

Tabla 7.27. Cálculos estadísticos realizados

N.°	Cálculos a realizar	Observaciones
1	Diversidad florística	- Sistema de Clasificación taxonómica - APG IV (2016) - Claves taxonómicas: Gentry, 1993; Vasquez, 1997 - Spichiger *et al*., 1989, Reynel *et al*., 2003; Vasquez y Rojas, 2004 - Comparación con muestras exicatas del Herbario Vargas CUZ - Revisión de actualizaciones taxonómicas: *Missouri Botanical Garden*[25] y el *Field Museum of Chicago*[26] - Índice de Shannon Wiener (H') - Índice de Simpson (1-D) - Índice de Morisita
2	Composición florística	
3	Riqueza de especies	
4	Abundancia	
5	Densidad	
6	Similitud florística	

La información obtenida de los muestreos de campo fue analizada posteriormente de acuerdo con los métodos cuantitativos y cualitativos usados para las evaluaciones ecológicas.
Los índices de diversidad, riqueza y equidad fueron obtenidos mediante el programa PAST (Versión 1.7).

a. Determinación de especies

Las muestras colectadas fueron analizadas en las instalaciones del Herbario HOXA - Oxapampa[27] y Laboratorio de Florística del Museo de Historia Natural, mediante el uso claves especializadas como la de Macbride *et al*. (1936 y siguientes); Ferreyra (1944 y 1946); Molau (1990); Sagástegui y Leiva (1993); Tovar (1993); entre otros.

Las determinaciones fueron corroboradas cuando fue necesario, por consulta a especialistas y/o comparación con muestras del Herbario San Marcos (UNMSM) y base de datos de herbarios virtuales como las del Missouri Botanical Garden (MO) y Field Museum Herbarium (F).

Para el ordenamiento de especies de angiospermas se utilizó el Sistema de Clasificación del Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV) y para los pteridofitos y afines el Sistema de Clasificación propuesto por Smith *et al*. (2016).

[25] Disponible en http://mobot.mobot.org/W3T/Search/spdp.html
[26] Disponible en http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/
[27] Herbario HOXA, forma parte del Jardin Botánico de Missouri (Missouri Botanical Garden)

b. Delimitación de las formaciones vegetales

Para la identificación de las formaciones vegetales presente en el área de estudio, se tomaron en cuenta la fisionomía de las plantas, la cual tomó en cuenta las formas de vida que predominan o son más conspicuas en las comunidades (Weberbauer, 1945).

c. Riqueza de especies (d)

Representa el número de especies en una unidad muestral, un número específico de individuos, área o biomasa. Si es expresada por unidad de área, es conocida como la densidad de la especie. La riqueza de especies se calculará con la siguiente fórmula:

$$d = (S - 1)/ \log N \qquad (7.10)$$

Dónde:
d = riqueza de especies o número de especies
S = número de especies presentes.
N = número total de individuos presentes

d. Índice de Shannon-Wiener (H)

El índice de Shannon-Wiener, también conocido como función Shannon-Wiener, mide la diversidad de especies mediante el uso de la «Teoría de la Información» (Shannon, 1948). Se emplea como indicador del comportamiento del ecosistema o la organización a la que ha llegado el ecosistema, también mide las perturbaciones o desorganización del mismo ecosistema.

La diversidad específica de una comunidad depende del número de especies, que se puede llamar riqueza y la abundancia relativa de las especies, llamada generalmente equidad. El índice será calculado con la siguiente fórmula:

$$H = -\sum p_i \, Log^2 p_i \qquad (7.11)$$

Dónde:
H = diversidad (bits/individuo).
pi = ni / N = frecuencia de ocurrencia de la especie i
N= Σni = número total de individuos registrados en el transecto

e. Índice de dominancia de Simpson (1-D)

Utilizado para hallar la diversidad de las especies. Muestra la probabilidad de que dos individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar. El índice será calculado con la siguiente fórmula:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{s} (p_i)^2 \qquad (7.12)$$

Dónde:
D = Índice de diversidad de Simpson.
pi = Proporción de individuos del taxón “i” en la comunidad
s = El número total de especies.

El índice de Simpson da menor peso a especies raras y mayor peso a especies más comunes. El rango de valores rige desde 0 (baja diversidad) a un máximo de 1-1/s.

f. Equidad (E)

Mide la tendencia de las especies a presentarse de manera igualmente frecuente. Una alta equidad ocurre cuando las especies son igualmente frecuentes en la comunidad (Odum, 1972). De modo contrario, la dominancia implica que unas cuantas especies (o una sola especie) presentan un mayor número de individuos, mientras que la mayoría de las especies presentan bajo número de individuo.

La riqueza (d) y el índice de Shannon-Wiener (H') nos permiten calcular la medida de uniformidad E, expresada como la relación entre diversidad observada (H') y diversidad máxima (log2 d). La fórmula que se utilizará es:

$$E = \frac{H}{Hmax} = \frac{H}{Log_2 d} \quad (7.13)$$

g. Índice de similaridad de Morisita

Los coeficientes de similaridad han sido utilizados especialmente para comparar comunidades con atributos similares. Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o cuantitativos (abundancia) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El índice de Similaridad de Jaccard expresa la semejanza entre 2 muestras solo considerando la riqueza de especies. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. La expresión que se utilizará es:

$$Ij = \frac{c}{a+b-c} \quad (7.14)$$

Dónde:
a = número de especies presentes en el sitio A;
b = número de especies presentes en el sitio B;
c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

h. Cobertura vegetal

La cobertura de una especie es la proporción del terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada y sirve para determinar la dominancia de las especies (Matteucci y Colma 1982). La expresión que se utilizará es:

$$Cobertura\ vegetal = \frac{N°\ toque\ por\ especie}{N°\ toques\ totales} x100 \quad (7.15)$$

i. Curva de acumulación de especies

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. En la gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos. Cuando la curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo (Villarreal *et al*., 2006).

Se realizó la curva de acumulación de especies para determinar la eficiencia de muestreo y el cálculo de especies potenciales en el área de estudio, para ello se utilizó el modelo paramétrico asintótico exponencial negativo (Díaz-Francés y Soberón, 2005).

$$S_n = (a[1 - exp(-b \times n)])/b \qquad (7.16)$$

Donde:

a: tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario
b: parámetro relacionado con la forma de la curva
n: unidades de fuerza de muestreo

Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una especie nueva a la lista disminuye de forma exponencial. Esta curva se utiliza cuando la región donde se hace el muestreo es grande o los taxa son poco conocidos, de forma que la probabilidad de encontrar una nueva especie nunca será cero (Soberón y Llorente, 1993).

El modelo se ajustará a una regresión no linear con dos parámetros, usando el algoritmo Quasi-Newton. Se utilizaron los programas EstimateS Win 8.20 y Statistica 7.

j. Análisis multivariado

Los datos de flora serán procesados mediante análisis multivariado (AM), de manera más precisa, con el análisis de correspondencia y los dendrogramas (cluster). El análisis multivariado estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. En este tipo de análisis, las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariado es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, 2014), entre ellas.

7.7. Fauna silvestre

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la fauna silvestre (aves, anfibios, reptiles y mamíferos silvestres) comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, criterios de comparación y procesamiento de datos.

7.7.1. Guías utilizadas para la evaluación

Los documentos usados como guía y manual para la evaluación de anfibios, reptiles, aves y mamíferos dentro del área de influencia del proyecto Laguna Azul se detallan en la Tabla 7.28.

Tabla 7.28. Guías de muestreo para la evaluación de fauna silvestre

Grupo taxonómico	Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal o autores	Año
Anfibios y Reptiles	Guía de inventario de la fauna silvestre	Capítulo 5	Perú	Minam	R.M. N° 057-2015-MINAM	2015
	Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina.	Todas	Sudamérica	Conservación Internacional	Angulo *et al.*	2006
Aves	Guía de inventario de la fauna silvestre	Capítulo 6	Perú	Minam	R.M. N° 057-2015-MINAM	2015
	Manual de métodos de campo para el inventario de aves terrestres	Todas	EE. UU.	Pacific Southwest Research Station	Ralph, J; Geupel, G; Pyle, P; Martin, T, DeSante, D y Milá, B.	1996
Mamíferos	Guía de inventario de fauna silvestre del Ministerio del Ambiente	Capítulo 4	Perú	MINAM	R.M. N° 057-2015-MINAM	2015

7.7.2. Ubicación de puntos

Las zonas y sitios de muestreo de fauna silvestre (aves, anfibios, reptiles y mamíferos silvestres) fueron ubicados considerando la información obtenida en la etapa preliminar de reconocimiento y de los instrumentos de gestión ambiental aprobados para el proyecto Laguna Azul.

Además, las zonas propuestas para la evaluación de fauna han sido designadas en relación con los puntos de monitoreo para agua superficial, sedimentos y manantiales; comunidades hidrobiológicas priorizando, según lo verificado en la etapa preliminar de reconocimiento, aquellos sitios que permitan las condiciones de accesibilidad, importancia respecto a posibles zonas que podrían sufrir cambios en el futuro. En la Tabla 7.29 se detalla la ubicación de las zonas y transectos evaluados de flora silvestre.

7.6.2.1 Anfibios y reptiles

Durante la ejecución en mayo de 2019 se realizaron un total de 16 búsquedas por encuentro visual (VES), las cuales se distribuyeron en las 3 zonas de evaluación. Las coordenadas de ubicación y descripción de los VES se presentan en la tabla 7.29

Tabla 7.29. Ubicación de las búsquedas por encuentro visual (VES) para la evaluación de los anfibios y reptiles

Zona	Ecosistema Frágil (EF)	Cantidad VES	Código VES OEFA	Fecha	Coordenada UTM - WGS 84 Zona 18 L Inicial		Coordenada UTM - WGS 84 Zona 18 L Final		Hora Inicio	Hora Final	Formación vegetal	Descripción
					Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)				
Zona-1	EF1 (laguna Mamacocha)	4	LA-HE-V1	2/05/2019	795381	8264798	795362	8264891	10:32	11:02	Monte ribereño (laguna Mamacocha)	Vegetación ribereña, con presencia de arbustos de gran tamaño en todo el borde de la laguna Mamacocha, rodeada de áreas con cactáceas columnares.
			LA-HE-V2	2/05/2019	795314	8264911	795228	8264937	11:29	11:59		
			LA-HE-V3	2/05/2019	795118	8264893	795159	8264816	12:51	13:21		
			LA-HE-V4	2/05/2019	795202	8264764	795295	8264671	13:36	14:06		
	-	6	LA-HE-V5	2/05/2019	795494	8264595	795492	8264488	15:03	15:33	Matorral desértico	Vegetación ribereña a lo largo del rio Mamacocha, con pendiente pronunciada. Cactáceas columnares dispersas en áreas sin vegetación y rocas de diferentes tamaños
			LA-HE-V6	2/05/2019	795428	8264380	795416	8264286	15:48	16:18		
			LA-HE-V7	3/05/2019	795313	8264998	795215	8265045	09:49	10:19		Área sin vegetación con presencia de cactáceas columnares, arbustos en parches dispersos y rocas de diferentes tamaños
			LA-HE-V8	3/05/2019	795095	8264994	795055	8265081	10:51	11:21		
			LA-HE-V9	3/05/2019	795118	8265183	795222	8265182	11:55	12:25		
			LA-HE-V10	3/05/2019	795398	8264206	795396	8264101	14:47	15:17		Vegetación ribereña a lo largo del rio Mamacocha, con pendiente pronunciada. Cactáceas columnares dispersas en áreas sin vegetación y rocas de diferentes tamaños
Zona-2	-	4	LA-HE-V11	5/05/2019	794898	8263530	794889	8263445	10:25	10:55		
			LA-HE-V12	5/05/2019	794937	8263393	794931	8263304	11:32	12:02		
			LA-HE-V13	5/05/2019	795024	8263606	795114	8263677	12:45	13:15		
			LA-HE-V14	5/05/2019	795212	8263717	795239	8263826	13:22	13:52		
Zona-3	-	2	LA-HE-V15	6/05/2019	796452	8260995	796372	8261088	11:36	12:06		Vegetación ribereña en el cruce de los ríos Mamacocha y Colca, con pendiente pronunciada y accidentada.
			LA-HE-V16	6/05/2019	796265	8261147	796340	8261144	12:29	12:59		

7.6.2.2 Aves

Durante la ejecución en mayo 2019 se evaluaron 3 zonas. En estas zonas se realizaron en total 12 puntos de evaluación (búsquedas intensivas) y 3 redes niebla. Las coordenadas de ubicación de los puntos de evaluación se encuentran en la Tabla 7.30.

Tabla 7.30. Ubicación de las búsquedas intensivas para la evaluación de las aves

Zona	Ecosistema Frágil (EF)	Código Unidades Evaluadas	Fecha	Hora Inicio	Hora final	Coordenadas UTM -WGS84 Zona 18L		Formación vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)		
Búsquedas intensivas									
Zona 1	-	LA-Av-01	02/05/2019	10:33	10:43	795422	8264647	Matorral desértico	Zona de borde de quebrada de pendiente leve, con presencia de árboles pequeños como molle, con presencia en algunos bordes de carrizo y zonas inundables, con presencia de zonas inundables.
			02/05/2019	10:46	10:56	795475	8264594		
			02/05/2019	10:58	11:08	795503	8264520		
			02/05/2019	11:10	11:20	795442	8264415		
			02/05/2019	11:20	11:30	795429	8264349		
		LA-Av-02	02/05/2019	11:37	11:47	795437	8264298		Zona de Cáctaceas de pendiente moderada, con zonas de roquedal de diferente tamaño y de diferente extensión, de geografía accidentada.
			02/05/2019	11:53	12:03	795584	8264509		
			02/05/2019	12:08	12:18	795526	8264624		
			02/05/2019	12:21	12:31	795454	8264794		
			02/05/2019	12:32	12:42	795417	8264831		
		LA-Av-03	02/05/2019	12:47	12:57	795435	8264905		Zona de Cáctaceas de pendiente moderada, con zonas de roquedal de diferente tamaño y de diferente extensión, de geografía accidentada.
			02/05/2019	12:58	13:08	795358	8265028		
			02/05/2019	13:08	13:18	795207	8265033		
			02/05/2019	13:18	13:28	795012	8265049		
			02/05/2019	13:31	13:41	795091	8265139		
			02/05/2019	13:45	13:55	795163	8265184		
	EF1	LA-Av-04	02/05/2019	15:11	15:21	795376	8264640	Monte ribereño (Laguna Mamacocha)	Zona de borde de laguna de pendiente leve, cubierto en su mayoría por carrizo, rocas y piedras de gran tamaño.
			02/05/2019	15:24	15:34	795317	8264663		
			02/05/2019	15:35	15:45	795246	8264708		
			02/05/2019	15:46	15:56	795224	8264757		
			02/05/2019	15:58	16:08	795193	8264807		
		LA-Av-05	03/05/2019	10:40	10:50	795406	8264707		Zona de borde de río de pendiente leve, con áreas de arbustos densos enmarañados, con pequeñas zonas inundables.
			03/05/2019	10:58	11:08	795388	8264760		
			03/05/2019	11:11	11:21	795367	8264822		
			03/05/2019	11:24	11:34	795367	8264847		
			03/05/2019	11:47	11:57	795347	8264874		
		LA-Av-06	03/05/2019	11:58	12:08	795340	8264896		Borde de laguna de pendiente leve, con presencia de árboles pequeños y arbustos enmarañados.
			03/05/2019	12:09	12:19	795306	8264908		
			03/05/2019	12:20	12:30	795243	8264927		
			03/05/2019	12:31	12:41	795198	8264925		
			03/05/2019	12:41	12:51	795170	8264926		
			03/05/2019	12:52	13:02	795156	8264908		
		LA-Av-07	03/05/2019	15:19	15:29	795172	8264810		

Zona	Ecosistema Frágil (EF)	Código Unidades Evaluadas	Fecha	Hora Inicio	Hora final	Coordenadas UTM -WGS84 Zona 18L		Formación vegetal	Descripción
						Este (m)	Norte (m)		
			03/05/2019	15:30	15:40	795134	8264857		Zona de borde de río de pendiente leve, con presencia de abundantes piedras y rocas de gran tamaño, con pequeños arbustos en la base de la laguna.
			03/05/2019	15:41	15:51	795100	8264924		
			03/05/2019	15:52	16:02	795076	8264938		
Zona 2	-	LA-Av-08	05/05/2019	10:45	10:55	795049	8263031	Matorral desértico	Zona de roquedal denso, con rocas de diverso tamaño cercano a la línea de borde de la quebrada del río Mamacocha, presencia de carrizo.
			05/05/2019	10:57	11:07	794990	8263118		
			05/05/2019	11:08	11:18	794904	8263199		
			05/05/2019	11:19	11:29	794895	8263393		
			05/05/2019	11:30	11:40	794886	8263497		
		LA-Av-09	05/05/2019	12:16	12:26	795003	8263570		Zona de cactáceas de pendiente leve, con presencia de rocas y piedras de gran tamaño, con pequeñas zonas de deslizamiento de tierra.
			05/05/2019	12:26	12:36	795087	8263684		
			05/05/2019	12:37	12:47	795198	8263811		
			05/05/2019	12:48	12:58	795245	8263906		
			05/05/2019	13:02	13:12	795310	8263946		
			05/05/2019	13:16	13:26	795370	8264011		
		LA-Av-10	05/05/2019	13:45	13:55	795357	8264062		Zona de matorral denso de pendiente moderada, con presencia de árboles pequeños como molle o limón, presencia de arbustos densos, helechos y borde con caída de aguas.
Zona 3	-	LA-Av-11	06/05/2019	11:30	11:40	796455	8260976		Zona de borde de río de pendiente leve, con presencia de abundantes rocas y piedras de diferentes tamaños, con bordes de carrizo y geografía accidentada.
			06/05/2019	11:48	11:58	796367	8261099		
			06/05/2019	12:05	12:15	796307	8261157		
			06/05/2019	12:20	12:30	796261	8261115		
		LA-Av-12	06/05/2019	13:10	13:40	796425	8260851		Zona de borde de río de pendiente leve, con presencia de rocas y piedras de diferente tamaño en los bordes, con pequeñas playas que permites el desplazamiento en la zona.
Redes niebla									
Zona 1	**1**	RED 01	03/05/2019	9:58	18:00	795436	8264622	Monte ribereño	Red ubicada en la zona de matorral ribereño. Zona de pendiente leve con presencia de árboles pequeños, piedras y rocas de diferente tamaño.
		RED 02		10:15	18:00	795406	8264632		
		RED 03		10:23	18:00	795361	8264639		

7.6.2.3 Mamíferos

Durante la ejecución en mayo 2019 se evaluaron 3 zonas. En estas zonas se realizaron en total 4 transectos lineales de diferentes longitudes, los puntos de evaluación se encuentran en la Tabla 7.31.

Tabla 7.31. Ubicación de transectos lineales para la evaluación de mamíferos

Zona	Descripción	Formación vegetal	UBICACIÓN DE TRANSECTOS							
			EF	Cantidad	Long. Total, aproximada (km)	Código	UTM - WGS84 Zona 18L Coordenada inicial		UTM - WGS84 Zona 18L Coordenada final	
							Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Zona-1	Ubicado en monte ribereño de laguna Mamacocha en su margen izquierda	Monte ribereño (laguna Mamacocha) y matorral desértico	Ecosistema Frágil (EF)	2	1	LA-Ma1	795404	8264718	795390	8264796
	Ubicado entre monte ribereño y roquedal con vegetación de matorral desértico en la margen derecha de laguna Mamacocha.				1	LA-Ma2	795358	8264641	795115	8264730
Zona-2	Ubicado en el margen izquierdo de río Mamacocha entre formación de roquedal y vegetación de matorral desértico siguiendo paralelo al curso del río.	Matorral desértico y canto rodado	-	1	2,3	LA-Ma3	795503	8264574	795016	8263069
Zona-3	Ubicado entre el margen derecho del río Colca y la confluencia con el río Mamacocha en canto rodado.		-	1	1	LA-Ma4	796091	8260464	796506	8260912

Además, se instalaron 10 cámaras trampa, las coordenadas de ubicación se muestran en la Tabla 7.32

Tabla 7.32. Ubicación de cámaras trampa

Zona	EF	Código	Coordenadas UTM - WGS84 Zona 18L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Este (m)	Este (m)		
Zona-1	EF1 (Laguna Mamacocha)	LA-CT1	795255	8264730	1695	Ubicado en orilla del margen derecho de laguna Mamacocha sujeta a árbol de Sauce.
		LA-CT2	795350	8264879	1698	Ubicado en orilla del margen izquierdo de laguna Mamacocha entre vegetación circundante ribereña
		LA-CT3	795193	8264807	1706	Ubicado en orilla del margen derecho de laguna Mamacocha entre vegetación ribereña comúnmente llamado carrizo y entre rodal de rocas.
		LA-CT4	795479	8264484	1679	Ubicado a orilla del margen izquierdo de río Mamacocha a unos 4 m aproximadamente y 100 m de distancia de la laguna, sujeta entre vegetación de carrizo.
Zona-2	-	LA-CT5	795071	8263009	1447	Ubicado a orilla del margen izquierdo de río Mamacocha en rodal de piedras a 2 m aproximadamente de su cauce y tomando como referencia tronco seco sumergido.
		LA-CT6	794890	8263420	1499	Ubicado a orilla del margen izquierdo de río Mamacocha a 6 m aproximadamente entre vegetación típica desértica como cactáceas.
		LA-CT7	795458	8264054	1632	Ubicado en margen izquierdo de río Mamacocha, cerca de chacra denominada Limón por presentar cultivo de esta fruta, entre vegetación típica desértica y roquedal.
Zona-3	-	LA-CT8	796511	8260874	1333	Ubicado en margen izquierdo de río Colca frente a la confluencia con el río Mamacocha y puente de acceso.
		LA-CT9	796317	8261161	1384	Ubicado en margen derecho de río Mamacocha, en borde de río dominado por vegetación denominada carrizo.
		LA-CT10	795472	8261017	1530	Ubicado en margen derecho de río Mamacocha en parte alta de hábitat desértico, dominada por vegetación de cactáceas y a 200 m de carretera principal.

7.7.3. Parámetros y métodos de análisis

En esta sección se detallan los parámetros analizados y las metodologías empleadas para el análisis de los datos según la metodología aplicada. Los resultados de la determinación taxonómica de las especies registradas y la sistematización de resultados se encuentran en el Anexo 5.

7.7.3.1 Anfibios y reptiles

Para la evaluación de las anfibios y reptiles se utilizaron las metodologías de búsqueda por encuentro visual o «*Visual Encounter Survey*» (VES por sus siglas en inglés) (Crump y Scott, 1994) y registros oportunistas (Minam, 2015). A continuación, se detallan cada una de ellas.

a) Búsqueda por encuentro visual o «Visual Encounter Survey» (VES)

Es la metodología más utilizada en las diversas evaluaciones herpetológicas (Crump y Scott, 1994). El VES consiste en la búsqueda intensiva de anfibios y reptiles a través de caminatas aleatorias en una determinada zona, por un tiempo determinado (30 minutos), registrando tanto sobre el sustrato, como entre la vegetación, y revisando potenciales lugares de refugio para anfibios y reptiles como, áreas debajo de rocas, piedras y/o vegetación (Angulo *et al*., 2006). Cada VES debe estar distanciado como mínimo 50 m uno del otro. Los resultados obtenidos mediante esta metodología permiten calcular la riqueza y abundancia relativa de los organismos evaluados.

Para cada VES se tomaron los siguientes datos de campo: hora de inicio y fin de cada evaluación con sus respectivas coordenadas UTM y elevación con respecto al nivel del mar. Para cada individuo se registró la hora de avistamiento, edad (juvenil/adulto), sexo, actividad (a) termorregulando, (b) alimentándose, (c) en interacciones sociales), microhábitat, estado reproductivo, condición climática ((a) nublado, (b) seminublado, (c) despejado, (d) llovizna); y condición física: peso, tamaño (longitud total: cuerpo y cola).

b) Registros oportunistas

Son observaciones de especímenes que son registrados fuera de las unidades de muestreo como VES (registros de otros especialistas, animales muertos, entre otras). Estos registros contribuyen al conocimiento sobre la ocurrencia de anfibios y reptiles en el área de influencia del proyecto; sin embargo, y a pesar de que frecuentemente producen valiosos registros por localidad, su aporte no fue considerado para los índices de diversidad (Manzanilla y Péfaur, 2000).

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados y/o colectados durante las evaluaciones, se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Peters y Donoso-Barros, 1979; Rodríguez *et al*., 1993), descripciones científicas, bases de datos internacionales, así como colecciones científicas de referencia (Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

7.7.3.2 Aves

Para la evaluación de las aves se utilizó como metodología principal el censo de búsqueda intensiva (BI), y como metodologías complementarias, la fotografía, el playback y redes niebla. A continuación, se describen cada una de ellas.

a) Censos por búsqueda intensiva (BI)

Para la evaluación cuantitativa de las aves se utilizó el método de búsquedas intensivas (Ralph *et al*.,1996, Bibby *et al*.,1998, Franke *et al*., 2017). Las búsquedas intensivas se realizaron a lo largo de las 2 formaciones vegetales registradas en la zona de estudio: matorral desértico y monte ribereño.

Este método consistió en recorrer el área estudiada en busca de aves siguiendo una ruta libre a criterio del evaluador. Las búsquedas tuvieron una duración de 10 minutos y el área de búsqueda fue variable, dependiendo del tamaño de los hábitats, teniendo un límite de detección de 50 m de radio. En cada búsqueda se registró a las especies mediante escaneos visuales y auditivos, anotando el número de individuos por especie y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).

La evaluación se inició en horas de la mañana (8:00 am a 12:00 pm) y en horas de la tarde (14:00 pm a 16: 00 pm). Para cada lista de aves se tomaron los siguientes datos: fecha, hora de inicio, hora final y coordenadas geográficas.

Para la visualización de las especies se emplearon binoculares NIKON 10 x 42 y éstas se determinaron usando la guía de campo aves de Perú (Schulenberg *et al.,* 2010). El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de Plenge (2019), además durante los recorridos en las búsquedas intensivas, se utilizó una cámara fotográfica profesional para tener evidencias fotográficas de las especies registradas en los recorridos realizados.

b) Técnicas de Fotografía

Son utilizadas para ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de algunas especies bastantes cripticas, muy esquivas y difícil de observar. Se usó las técnicas de fotografía cuando se observaba un ave a distancia cercana en los recorridos realizados, se fotografiaba si se encontraba dentro de un rango de alcance de un lente teleobjetivo de 250 mm, para lo cual se utilizó una cámara EOS MARK II.

c) Redes niebla

Para completar el inventario de aves se realizaron capturas con redes niebla. Se utilizaron un total de 3 redes de niebla (12 m x 2,8 m, malla de 36 mm), las cuales fueron colocadas en lugares donde se observen una gran diversidad de aves como por ejemplo transiciones de bosques, bordes de lagunas, matorrales, laderas, o ecotonos.

Las redes permanecieron abiertas desde las 6:00 am hasta las 5:00 pm, siendo revisadas en un primer momento cada 30 minutos, este tiempo varió de acuerdo con el número de capturas de estas (Ralph *et al*., 1996).

Las aves capturadas fueron identificadas, fotografiadas y liberadas en el más corto plazo posible. La información que se registra antes de la liberación de la especie consiste en anotar el nombre de la especie, código de la red, hábitat, peso, presencia del parche de incubación, muda, sexo (en especies con dimorfismo sexual) y condición general. (Franke *et al*., 2014).

7.7.3.2 Mamíferos

Para la evaluación de mamíferos silvestres se utilizaron censos por transectos y cámaras trampa. A continuación, se describen cada una de ellas.

a) Censos por transectos

Para evaluar la diversidad y abundancia de las especies de hábitos terrestres que habitan en el área de estudio se usó el método de censos por transecto (Burnham *et al;* 1980; Aquino *et al*; 2001), el cual es usado en evaluaciones de la fauna silvestre con poca cobertura.

Los censos de fauna silvestre se realizaron en base a observaciones directas y vocalizaciones, así como observaciones indirectas a través de los rastros (huellas, madrigueras, caminos, despojos, heces, cerdas, emanación de sustancias odoríferas, etc.).

El censo consistió en recorrer los transectos a una velocidad promedio de 1.0 km/hora con paradas cada 300 metros por uno a dos minutos con la finalidad de observar los detenidamente y poder detectar algún movimiento. Cada vez que existía un encuentro directo se procedió a anotar en la libreta de campo la hora, especie, número de individuos (cuando se trataba de grupos), tipo de hábitat, actividad al momento de la detección y composición florística dominante. Los censos también incluyeron observaciones indirectas que consistió en el registro de rastros anotando el tipo (huella, camino, madriguera, etc.), lugar, género y la especie (cuando fue posible su identificación). Estas evidencias fueron fotografiadas.

Finalmente, afín de complementar la información para la lista base de especies que habitan en el área de estudio se realizaron entrevistas no estructuradas a los asistentes locales.

b) Cámaras trampa

Las cámaras trampa son herramientas útiles para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar nuestras observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta, generando así información muy valiosa sobre la biología y ecología de las especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si se utilizaran métodos tradicionales. (Chávez *et al.*, 2013), actualmente esta metodología es utilizada para realizar inventarios, detectar presencia o ausencia de animales, nos permite estimar la diversidad, abundancia y densidad en diferentes paisajes (Díaz-Pulido y Payán Garrido, 2012)

En la presente investigación utilizamos cámaras trampa marca Bushnell modelo Aggressor HD con sensores de movimiento y termodetección, en cada cámara se colocó una tarjeta de memoria de 32 GB y la energía lo proporcionan ocho pilas alcalinas AA.

Tabla 7.33. Parámetros y cantidad de zonas de evaluación considerados para el estudio

N.º	Parámetros		Cantidad de zonas de evaluación	Hábitats
1	Composición de especies		3 zonas de muestreo	Bosque montano, bosque ribereño, áreas intervenidas
2	Riqueza de especies			
3	Abundancia			
4	Índices de diversidad (alfa y beta)	Índice de Shannon - Wiener (H')		
5		Índice de Simpson (1-D)		
6		Índice de Morisita		
7	Índice de Boddicker			

7.7.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se utilizaron principalmente cámaras fotográficas y equipos de posicionamiento global-GPS; y para el

caso específico de mamíferos se utilizaron cámaras trampas para la identificación de especies representativas. El detalle de los equipos y otros materiales utilizados durante la evaluación de fauna silvestre se encuentra en el Anexo 3 (Reporte de campo 219-2019-SSIM).

7.7.5. Criterios de comparación

Se realizó la identificación de especies protegidas sobre la base de la última actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI).

Además, se tomó en cuenta las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías CR, EN y VU fueron consideradas como «amenazadas».

Finalmente, el registro de especies identificadas fue comparado con la lista de especies que está incluida en los apéndices de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2017).

7.7.6. Procesamiento de datos

La información obtenida de los muestreos de campo fue analizada posteriormente de acuerdo con los métodos cuantitativos y cualitativos usados para las evaluaciones ecológicas. Para la fauna silvestre se realizarán los siguientes cálculos:

Para el análisis de datos obtenidos en la evaluación de la componente fauna silvestre, se aplicó las siguientes variables:

7.7.6.1 Composición, riqueza y abundancia

Se realizará la clasificación taxonómica por cada grupo evaluado de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) siguiendo orden taxonómico (orden, familia y especie).

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados y/o colectados durante las evaluaciones, se utilizaron clases taxonómicas especializadas (Peters y Donoso-Barros 1979, Rodríguez *et al.* 1993), descripciones científicas, bases de datos internacionales, así como colecciones científicas de referencia (Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

En el caso de aves, el listado de las aves siguió la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2017). Para la caracterización de las aves se presentó la riqueza de especies por hábitats evaluado en el área de estudio.

Riqueza específica (S): Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

En los resultados se presentará la riqueza total de especies por grupo de fauna silvestre evaluado.

En el caso de los mamíferos mayores, la evaluación por transecto también permite estimar su abundancia (Peres, 1999); para lo cual se emplearon los índices de ocurrencia (IO) y abundancia (IA) de especies de Boddicker (Boddicker *et al*., 2002).

La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al*., 1998). Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida de la evaluación cuantitativa se utilizará para el cálculo de los índices de diversidad alfa y beta.

Para el cálculo de las especies potencialmente presentes de anfibios, reptiles y aves en el área de estudio se utilizó el modelo paramétrico asintótico exponencial negativo (Díaz-Francés y Soberón, 2005). Esta curva se utiliza cuando la región donde se hace el muestreo es grande o los taxa son poco conocidos, de forma que la probabilidad de encontrar una nueva especie nunca será cero (Soberón y Llorente, 1993), cuya expresión matemática esta representada en la Ecuación 7.16.

El modelo se ajustará a una regresión no linear con dos parámetros, usando el algoritmo Quasi-Newton. Se utilizaron los programas EstimateS Win 8.20 y Statistica 7.

7.7.6.2 Diversidad alfa

a) Composición, riqueza y abundancia

Se realizó la clasificación taxonómica por cada subcomponente evaluado de fauna silvestre (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) siguiendo una categoría taxonómica (orden, familia y especie).

Para la determinación taxonómica de las especies de anfibios y reptiles registrados y colectados durante las evaluaciones, se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Peters y Donoso-Barros, 1979; Rodríguez *et al*., 1993), descripciones científicas, bases de datos internacionales, así como colecciones científicas de referencia (Departamento de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

En el caso de aves, se siguió la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2017); mientras que para los mamíferos silvestres se utilizó la información taxonómica indicada por Eisenberg y Redford (1999).

La riqueza y abundancia de especies fue analizada para cada subcomponente evaluado de fauna silvestre (mamíferos, aves, anfibios y reptiles).

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Mientras que la abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al*., 1998).

En el caso de mamíferos mayores, para estimar la abundancia de especies bajo la metodología de censo por transectos se utilizaron los índices de ocurrencia (IO) y abundancia (IA) (Boddicker *et al*., 2002). A continuación, se describen ambos índices en mención.

- Índices de ocurrencia (IO)

El índice de ocurrencia provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas). Siguiendo el criterio de Boddicker *et al*. (2002), cuando los puntos acumulados de las diferentes evidencias alcanzan un mínimo de 10 puntos o más, se concluye que la especie está presente en el sitio. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la Tabla 7.34.

- Índice de abundancia (IA)

La aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando se desea cubrir una mayor área de evaluación en un tiempo relativamente corto. En este sentido, se empleó la metodología descrita por Rodríguez y Amanzo (2001), donde señalan que los valores iguales o superiores a 25 indican mayor actividad de una especie en el área de estudio, y valores inferiores a 25 indican niveles bajos de actividad. Asumiendo que cada registro es un evento diferente, el índice de abundancia es la sumatoria del producto resultante de la multiplicación del valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado (Tabla 7.34).

Tabla 7.34. Puntaje para diferentes tipos de evidencias utilizado para calcular el índice de ocurrencia

Tipo de evidencia	Puntaje
Evidencia no ambigua:	-
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad:	-
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
Evidencias de baja calidad:	-
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4
Restos fecales	4

Para la estimación de riqueza y abundancia de especies de mamíferos por cámaras trampa, se tiene lo siguiente:

- Recolección de datos fotográficos y análisis de información

Los datos fotográficos fueron analizados con el programa Camera Base, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa (Tobler, 2013). Para el análisis de datos se consideraron todas las fotos, excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara. El conteo de captura es el número de cámaras en las cuales aparece el animal. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).

Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días de cámara (lo que se calcula usando el número de apariciones multiplicado por 1000/esfuerzo de muestreo). El número de apariciones son eventos independientes y se calculó tomando solo la aparición de la especie en la misma estación en un periodo de media hora, excluyendo las imágenes seguidas de la misma especie en el lapso de media hora, ya que muchas especies se detienen delante de la cámara por prolongados periodos como los pecaríes (Escobedo, 2015).

b) Estimación de la riqueza esperada

Se realizó mediante la curva de acumulación de especies (Ecuación 7.16) la cual representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo o de acuerdo con el incremento de número de individuos.

Se realizó la curva de acumulación de especies para determinar la eficiencia de muestreo y el cálculo de especies potenciales en el área de estudio, para ello se utilizó el modelo paramétrico asintótico exponencial negativo (Días-Fránces y Soberón, 2005).

c) Índices de diversidad

Para el análisis de diversidad de especies de fauna silvestre evaluados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se utilizaron los índices de Shannon-Wiener (Ecuación 7.11) y Simpson (Ecuación 7.12).

7.7.6.3 Diversidad beta

Para la evaluación de la diversidad beta de las especies fauna silvestre (anfibios, reptiles y aves) se usó un índice de similitud, mediante el índice de Morisita (Ecuación 14). Se calculó mediante el programa estadístico Past (Hammer *et al*., 2001).

Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procederá a la elaboración de dendrogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico Past (Hammer *et al*., 2001).

7.7.6.4 Análisis multivariado

Para visualizar la estructura de la comunidad de especies de aves, ponderadas por su abundancia en función del tipo de hábitat, se realizó un análisis de *Escalamiento multidimensional no métrico* (NMDS). Este análisis se llevó a cabo en base a la distancia de Bray Curtis con 1000 permutaciones, además se realizará un análisis de permutaciones PERMANOVA, este análisis es semejante a un análisis de varianza, pero está basada en permutaciones calculadas mediante el algoritmo de Montecarlo, siendo recomendado para comunidades que no cumplen los supuestos de normalidad (Anderson *et al.* 2008).

Posteriormente se calculó el porcentaje de disimilitud SIMPER para establecer cuáles fueron las especies que tienen mayor contribución en la diferenciación de las comunidades. Estos análisis se realizaron con el paquete Vegan (Oksanen *et al*. 2017) en el programa R (R Core Team 2018).

7.7.6.5 Determinación de especies endémicas y amenazadas de fauna silvestre

Las especies de anfibios y reptiles endémicas de Perú fueron determinadas mediante la revisión de bibliografía especializada, como las descripciones originales de las especies o aquellas que indiquen la ampliación de rango. Adicionalmente, se consultaron bases de datos en línea como «Reptile Database» (Uetz *et al.*, 2019), «Amphibian species of the world» (Frost, 2019), «Amphibiaweb» (2019) y la página de la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019).

Las especies endémicas de Perú y migratorias se determinaron según Schulenberg *et al*. (2010) y Plenge (2019) y las especies endémicas de los Biomas según Stotz *et al*. (1996).

Las especies endémicas de mamíferos se determinan utilizando la publicación de Pacheco *et al*. (2009) sobre diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú.

Para determinar las especies amenazadas de fauna silvestre (anfibios y reptiles, aves, y mamíferos) obtenidas en la presente evaluación, se contrasto con la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, aprobado según Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI, y con la clasificación internacional según IUCN (2019). Asimismo, se listaron las especies incluidas en los apéndices de la CITES (2017) y las especies incluidas en los apéndices de la *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*[28] (por sus siglas en inglés, CMS) (2015).

8. RESULTADOS

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos durante la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul de Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L., de las matrices evaluadas: agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantial), sedimentos; además de estudios especializados como comunidades hidrobiológicas, evaluación hidroquímica, flora y fauna silvestre. Cabe precisar que, el presente capitulo contempla los resultados obtenidos durante el 2018 y 2019 dentro del área de influencia del proyecto Laguna Azul; sin embargo, los resultados obtenidos solo durante el 2018 se encuentran detallados en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC).

Los resultados son presentados en 3 partes, la primera parte corresponde a la comparación con las normas ambientales aprobados en el IGA[29], la segunda parte corresponde a la comparación con referencias internacionales, y la tercera a estudios especializados considerados en la presente EAT, los cuales son presentados a continuación.

Con la finalidad de tener una mejor interpretación de resultados obtenidos de la presente evaluación, se ha considerado para la evaluación de agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas una sola zona (zona I), que abarca la parte baja de cuenca del río Mamacocha desde la descarga de la laguna Chachas hasta la confluencia del río Mamacocha con el río Colca. Dicha zona comprende: 2 puntos de muestreo después de la descarga de la laguna Chachas, 1 punto en la quebrada Subna, 4 puntos en la laguna Mamacocha, 3 puntos en el río Mamacocha y 2 puntos en el río Colca. Adicionalmente, se tomaron muestras de agua en un manantial y 3 puntos en canales. En la Figura 8.1 se muestra la distribución de los puntos de muestreo evaluados de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas.

Para el caso de la evaluación de flora y fauna se han considerado 3 zonas: la zona 1 corresponde a la laguna Mamacocha, la zona 2 el tramo del río Mamacocha desde la descarga de la laguna Mamacocha hasta antes de la confluencia con el río Colca; y la zona 3 la confluencia entre los ríos Mamacocha y Colca. En la Figura 8.2 se muestra la distribución de las zonas evaluadas de flora y fauna.

[28] Traducido al español como Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres.
[29] Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 163-2017-GRA/ARMA-SGCA.

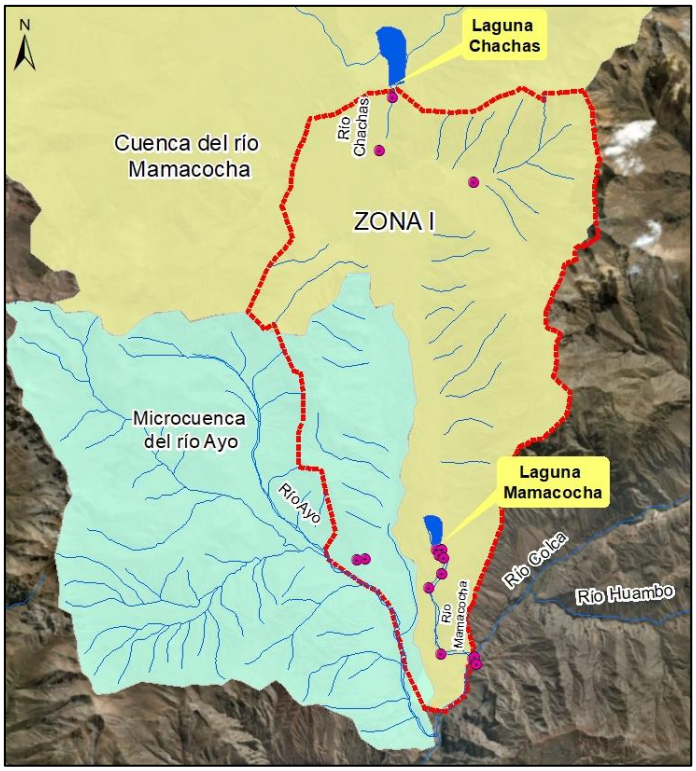


Figura 8.1. Esquema del límite de la zona I para evaluación de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas



Figura 8.2. Distribución de zonas para evaluación de flora y fauna silvestre

8.1. Comparación con las normas aprobadas en el IGA y vigente

8.1.1. Agua superficial

De acuerdo al informe técnico sustentatorio del proyecto Laguna Azul, aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 163-2017-GRA/ARMA-SGCA, los resultados de calidad de agua superficial serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua categorías 3 y 4, aprobados mediante Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM (en adelante, ECA para agua Cat3 y Cat4): categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), subcategoría D1 (riego de vegetales) y subcategoría D2 (bebida de animales), y categoría 4 (conservación del ambiente acuático) para la subcategoría E1 (lagunas y lagos). Asimismo, para el río Mamacocha se ha considerado la categoría 1 (poblacional y recreacional), subcategoría A2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional) de acuerdo con la Resolución Jefatural N.° 056-2018-ANA.

Los resultados se exponen mediante representaciones gráficas, de aquellos parámetros evaluados que excedieron los ECA para Agua (2017), y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento. En el Anexo 4 (Reporte de resultados N.° 212-2019-SSIM) se encuentra el detalle de los resultados de calidad de agua superficial de todos los parámetros evaluados en el 2019, y los resultados correspondientes al 2018 se encuentran en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC).

La evaluación ambiental en la zona de estudio en octubre 2018 comprendió 14 puntos de muestreo de agua superficial; de los cuales 1 se ubicó en quebrada, 5 en ríos, 5 en lagunas, 2 en canales y 1 en manantial; y, en mayo 2019 de los 12 puntos de muestreo; 1 se ubicó en quebrada, 3 en ríos, 5 en lagunas, 2 en canales y 1 en manantial. En la Tabla 8.1 se muestra el resumen de los parámetros que excedieron los valores de los ECA para Agua (2017), de las categorías, Cat3D1, Cat3D2, Cat1A2, Cat4E1.

Tabla 8.1. Resultados de calidad de agua superficial que excedieron los ECA para Agua

Punto de muestreo	Octubre 2018 (primer monitoreo)			Mayo 2019 (segundo monitoreo)		
	Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM					
	Categoría 1	Categoría 3		Categoría 1	Categoría 3	
	A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
QSub-1	-	Manganeso	Manganeso	-	-	-
RCol-1	-	Boro	-	-	-	-

-: no excede los ECA para Agua (2017), Categorías: Cat1A2, Cat3D1 y Cat3D2.

En el río Colca (RCol-1) solo en octubre 2018, se registró una concentración de boro total que incumplió los ECA para agua (2017), Cat3D1, respecto a los demás puntos todos cumplieron con dicho estándar (Figura 8.3).

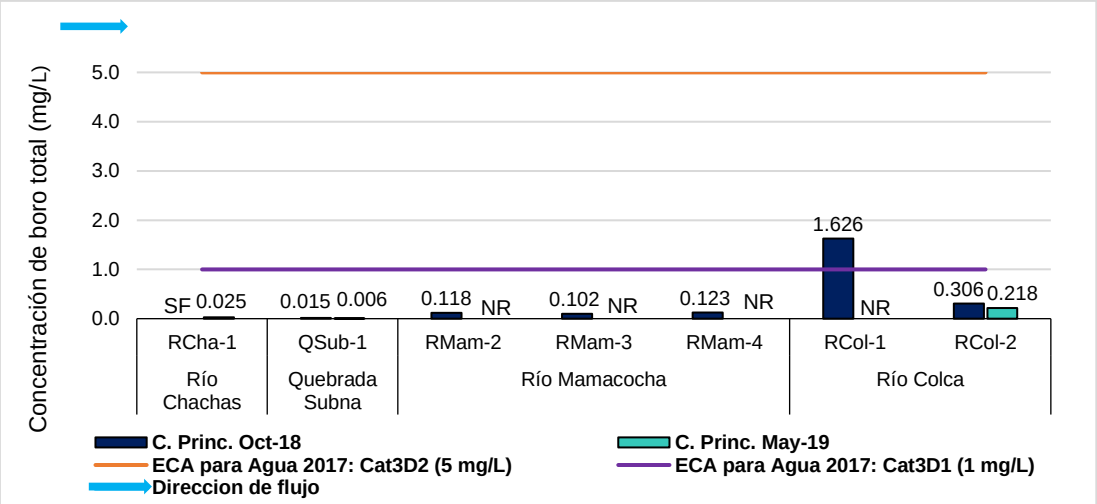


Figura 8.3.. Concentración de boro total comparada con los ECA para Agua (2017) categoría 3: D1 y D2.
NR: no realizado o evaluado
SF: sin flujo de agua

En la quebrada Subna (QSub-1) solo en octubre 2018 se registró una concentración de manganeso total que incumplió los ECA para agua (2017), Cat3D1 y Cat3D2, respecto a los demás puntos que cumplieron con dicho estándar (Figura 8.4).

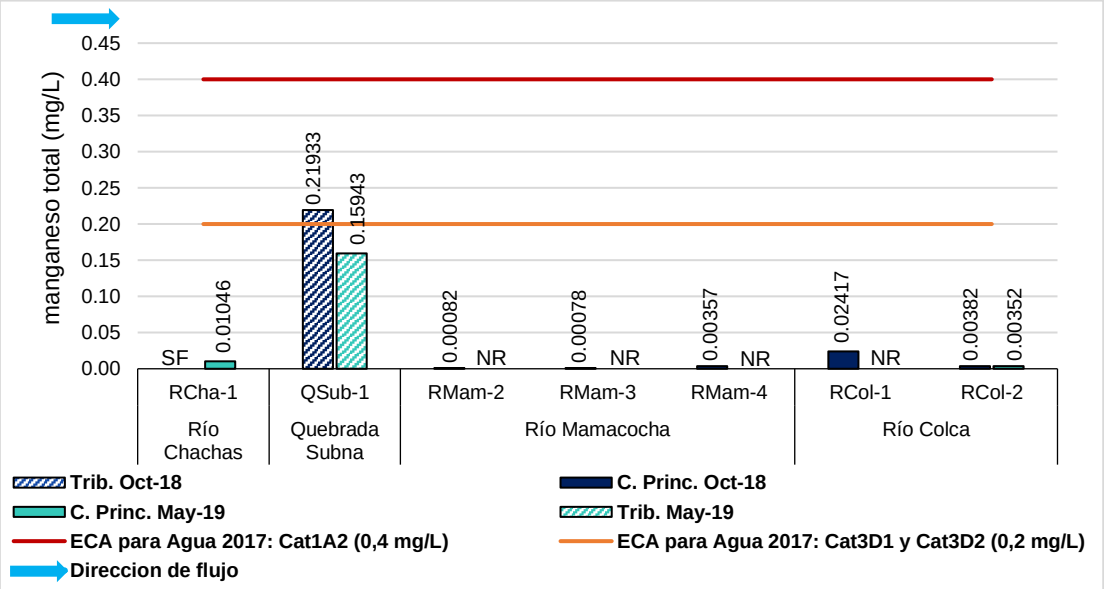


Figura 8.4. Concentración de manganeso total comparada con los ECA para Agua (2017) categoría 3: D1 y D2, además de la Categoría 1: A2.
NR: no realizado o evaluado SF: sin flujo de agua

Los demás parámetros evaluados en todos los puntos se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua (2017), Cat1A2, Cat3D1 y CatD2.

Respecto a los parámetros de campo a continuación se menciona los principales rangos de variación:

En los puntos de agua superficial en los ríos Mamacocha, Colca, Chachas y la quebrada Subna, el valor de pH varío entre 7,16 y 8,16 unidades de pH en octubre de 2018; y entre 7,12 y 8,14 en mayo 2019. La conductividad eléctrica varió entre 112,2 µS/cm a 837,0 µS/cm en octubre 2018 y de 324,0 µS/cm a 541,0 µS/cm en mayo 2019. Asimismo, la temperatura registrada vario de 18 a 21,6 °C en octubre 2018 y de 15,8 a 19,2 °C en mayo 2019. Respecto al oxígeno disuelto se registró valores de 5,96 a 8,26 en octubre 2019 y de 6,86 a 8,44 en mayo 2019.

En los puntos de agua superficial en las lagunas Mamacocha y Chachas, el valor de pH varío entre 7,16 y 8,06 en octubre de 2018; y entre 6,89 y 7,31 en mayo 2019. La conductividad eléctrica varió entre 112,2 µS/cm a 297,0 µS/cm en octubre 2018 y de 110,2 µS/cm a 294 µS/cm en mayo 2019. Asimismo, la temperatura registrada vario de 17,4 a 19,5 °C en octubre 2018 y de 18,7 a 19,1 °C en mayo 2019. Respecto al oxígeno disuelto se registró valores de 6,39 y 7,54 en octubre 2019 y de 7,14 y 7,88 en mayo 2019.

El valor de pH en el manantial MSN-1 registró un valor de 7,48 en octubre de 2018 y 7,16 en mayo 2019. Se obtuvo una conductividad de 318 µS/cm en octubre 2018 y 342 µS/cm en mayo 2019, con valores de temperatura de 7,14 y 7,21 para octubre 2018 y mayo 2019 respectivamente.

8.2. Comparación con norma referencial

8.2.1. Sedimento

En esta sección se presenta los resultados comparados con los valores de la guía canadiense para sedimentos de aguas continentales *Canadian Environment Quality Guidelines* [CEQG]) que será denominada en adelante guía canadiense. Los demás resultados del año 2018 se encuentran en el en el Anexo 1 (Informe N.° 366-2018-OEFA/DEAM-STEC). Para el año 2019 no se registró muestras de sedimento.

En la Tabla 8.2 se presenta los resultados de sedimento obtenidos en los puntos evaluados en la laguna Chachas (LCha-1), laguna Mamacocha (LMam-2) y río Mamacocha (RMam-3) muestreados en el mes de octubre de 2018, los que han sido comparados referencialmente con los estándares de las guías canadiense (ISQG y PEL), donde se resalta que el arsénico, cobre, plomo, zinc y mercurio total superaron el valor ISQG y/o PEL en al menos un punto evaluado, a diferencia del cadmio y cromo cuya concentración de sedimento no superó el ISQG y/o PEL en ningún punto evaluado.

Tabla 8.2. Resultados de calidad de sedimento

Código	Parámetros						
	arsénico (mg/Kg)	cadmio (mg/Kg)	cromo (mg/Kg)	cobre (mg/Kg)	plomo (mg/Kg)	zinc (mg/Kg)	mercurio Total (mg/Kg)
LCha-1	19,1	<1,0	9,5	28,3	48	103,4	0,25
LMam-2	<17,5	<1,0	28,9	1508	11	33,2	<0,10
RMam-3	<17,5	<1,0	5,9	26,8	14	161,8	<0,10
ISQG [a]	5,9	0,6	37,3	35,7	35	123	0,17
PEL [b]	17	3,5	90	197	91,3	315	0,486
Superó el valor ISQG							
Superó el valor PEL							
(a) ISQG (*Interim Sediment Quality Guideline*): Concentración por debajo de la cual no se debe presentar efecto biológico adverso.							
(b) PEL (*Probable Effect Level*): Concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.							

8.3. Estudios especializados

8.3.1. Comunidades hidrobiológicas

En esta sección se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (vegetal y animal) y macrobentos evaluados en octubre 2018 (en adelante, evaluación de 2018) y mayo 2019 (en adelante, evaluación de 2019).

Mayores detalles de los resultados de comunidades hidrobiológicas se encuentran en el Anexo 5.

A. Plancton

El plancton fue analizado en sus dos componentes: fitoplancton y zooplancton

A.1. Fitoplancton

En la evaluación de 2018, se evaluaron 3 puntos de muestreo, donde se evidenciaron 45 taxones[30] de fitoplancton, siendo el phylum Bacillariophyta el mejor representado con 36 taxones (80 % del total de taxones), a su vez, dentro de este phylum, el orden Cymbellales fue el más representativo, con 9 taxones. También se registró la presencia de los phyla Cyanobacteria, Chlorophyta con 4 cada una y Ochrophyta con un único taxón.

Por otro lado, en la evaluación de 2019, los valores de riqueza presentaron 23 taxones de fitoplancton, encontrándose al phylum Bacillariophyta como el más representativo con 17 taxones (74 % del total de taxones), seguido de Cyanobacteria con 5, Chlorophyta con un único taxón.

La representatividad de los phyla Cyanobacteria, Chlorophyta y Ochrophyta fue baja, encontrándose una baja riqueza que varían entre 1 a 5 taxones. La descripción de taxones en detalle, para ambas evaluaciones, se puede observar en el Anexo 5.

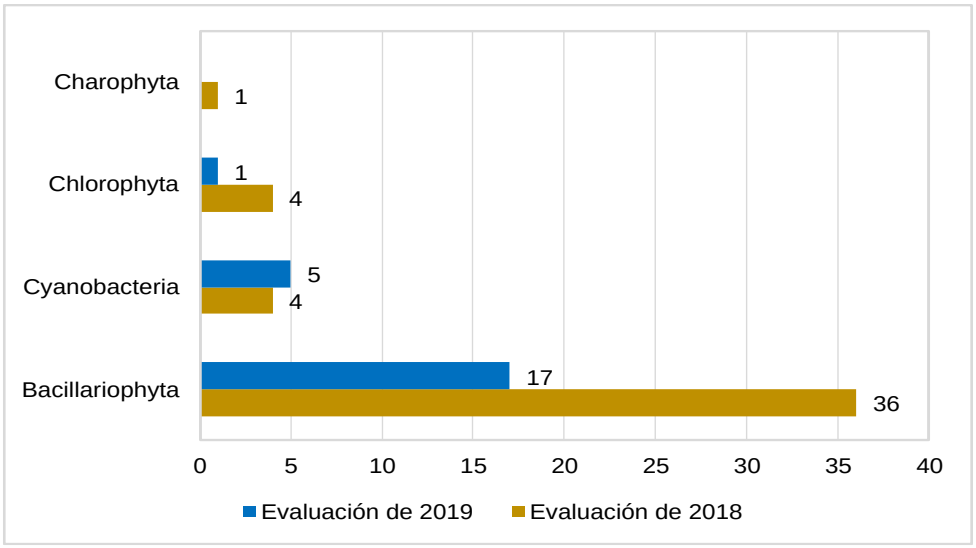


Figura 8.5. Riqueza de taxones por Phylum del fitoplancton en las evaluaciones de 2018 y 2019

[30] El número de taxones hace referencia al nivel taxonómico de especie, pero debido al importante aporte de morfoespecies no determinadas (sp.), no se usa este nivel taxonómico de manera general.

a) Composición y riqueza

La riqueza presentó un rango de variación entre 18 y 20 taxones por punto para la evaluación de 2018; mientras que, en el 2019, la riqueza varió entre 16 y 19 taxones. El phyla Bacillariophyta fue el más diverso en ambas lagunas, Chachas y Mamacocha, registrándose la mayor representatividad en todos los puntos de muestreo evaluados.

El punto LCha-1 y LMam-3 en la evaluación de 2018 registraron 20 taxones cada uno y se observaron la mayor cantidad de phyla. Además, en el punto LCha-1 se encontró el phylum Ochrophyta con un solo taxón. Es preciso indicar que en el punto LCha-1 en la evaluación de 2019 no se obtuvo muestras de fitoplancton (Figura 8.6).

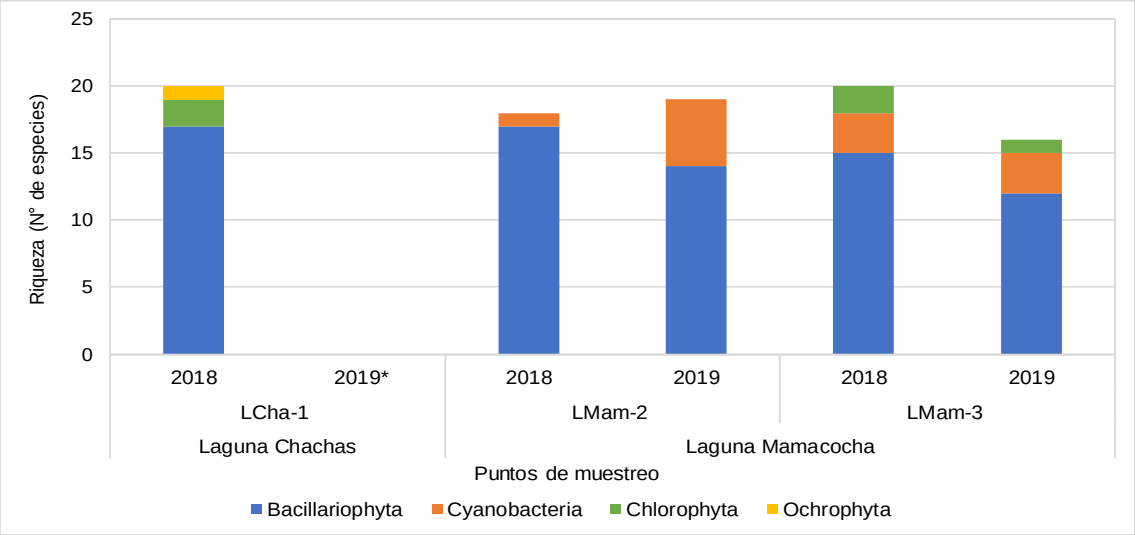


Figura 8.6. Comparación de la riqueza de taxones de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

En la laguna Chachas se registraron 20 especies y 14 fueron reportadas específicas para esta laguna. En la laguna Mamacocha se registraron 39 especies y 33 se encontraron solo en esta laguna. Además, se evidenció que 6 especies fueron encontradas en ambas lagunas.

Tabla 8.3. Especies que solo fueron reportadas para cada laguna evaluada

N°	Mamacocha	Chachas
1	*Achnanthidium* cf. *atomus*	*Nitzschia palea**
2	*Achnanthidium* cf. *exilis*	*Cymbella* cf. *neocistula*
3	*Planothidium frequentissimum*	*Encyonema* aff. *schneideri*
4	*Planothidium lanceolatum*	*Gomphonema subclavatum*
5	*Cocconeis placentula*	*Gomphonema parvulum*
6	*Nitzschia gracilis*	*Eunotia* cf. *exigua*
7	*Nitzschia palea**	*Gyrosigma* sp. 1
8	*Nitzschia* cf. *suchlandtii*	*Epithemia gibba*
9	*Nitzschia commutata*	*Cymatopleura solea* var. *angusta*
10	*Gomphonema* cf. *mexicanum*	*Fragilaria crotonensis**
11	*Gomphonema truncatum*	*Pseudostaurosira laucensis var. vulpina*
12	*Gomphonema* cf. *gracile*	*Synedra* sp.1*
13	*Placoneis scharfii*	*Ulnaria ulna*
14	*Rhoicosphenia* sp.	*Asterionella formosa**
15	*Achnanthes inflata*	*Diatoma vulgaris*
16	*Halamphora veneta*	*Aulacoseira granulata**

N°	Mamacocha	Chachas
17	*Pinnularia notabilis*	*Melosira varians**
18	*Pinnularia* cf. *tsoneka*	*Comasiella arcuata*
19	*Craticula acidoclinata*	*Oocystis lacustris*
20	*Amphora ovalis*	*Mallomonas* sp.
21	*Fragilaria crotonensis**	-
22	*Fragilaria* sp. 1	-
23	*Fragilariforma virescens*	-
24	*Staurosira construens*	-
25	*Staurosira venter*	-
26	*Pseudostaurosira* aff. *brevistriata*	-
27	*Synedra* sp.1*	-
28	*Ulnaria ulna*	-
29	*Asterionella formosa**	-
30	*Aulacoseira granulata**	-
31	*Melosira varians**	-
32	*Cyanothece aeruginosa*	-
33	*Oscillatoria* sp.	-
34	*Phormidium* sp.	-
35	*Kamptonema formosum*	-
36	*Heteroleibleinia* sp.	-
37	*Tapinothrix varians*	-
38	*Oedogonium* sp.	-
39	*Desmodesmus communis*	-

(*) Especies presentes en ambas lagunas evaluadas

b) Abundancia

Durante las evaluaciones de 2018 y 2019 se colectaron 198650 organismos distribuidos en 4 phyla, siendo el phylum Bacillariophyta el más abundante en ambas evaluaciones, representando un 93,13 % del total de organismos. Además, se registraron los phyla Cyanobacteria con 10 500 organismos (5,29 %), Chlorophyta con 2650 organismos (1,33 %) y Ochrophyta con 500 organismos (0,25 %).

En la evaluación de 2018 se registraron 121 550 organismos de fitoplancton, siendo el phylum Bacillariophyta el más dominante, con 114 500 organismos (94,2 %), seguido de Cyanobacteria con 4000 organismos (3,29 %), Chlorophyta con 2550 organismos (2,10 % del total) y Charophyta con 500 organismos (0,41 % del total). En todos los puntos de muestreo, se puede evidenciar el predominio del phylum Bacillariophyta y la mayor abundancia se registró en el punto LCha-1 con 470 000 organismos encontrándose 3 de los 4 phyla de la estructura comunitaria, siendo los phyla Chlorophyta y Ochrophyta los menos abundante con 2000 y 500 organismos, respectivamente.

En la evaluación de 2019 se registraron 77 100 organismos de perifiton vegetal, siendo el phylum Bacillariophyta el más dominante, con 70 500 organismos (91,44 %), seguido de Cyanobacteria con 6500 organismos (8,43%) y Chlorophyta con 100 organismos (0,13 % del total). En los puntos de muestreo, se puede evidenciar el predominio del phylum Bacillariophyta y la mayor abundancia se registró en el punto LMam-3 con 45 100 organismos, encontrándose 3 de los 4 phyla de la estructura comunitaria, siendo los phyla Cyanobacteria y Chlorophyta los menos abundante con 3500 y 100 organismos, respectivamente. En la Figura 8.7 se muestra la comparación de abundancia por punto de muestreo.

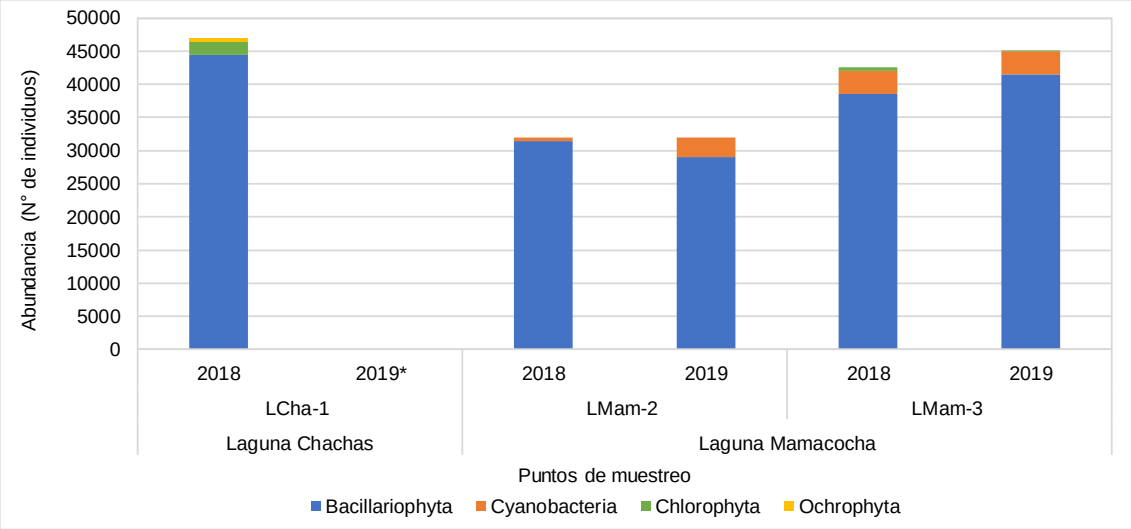


Figura 8.7. Comparación de la abundancia de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

c) Diversidad alfa

En base a la riqueza de taxones y abundancia, en la Tabla 8.4 se detallan los valores del índice de diversidad de Hill (N1), índice de Simpson (1-D) y equidad de Pielou (J') para cada punto de muestreo, en las evaluaciones de 2018 y 2019.

En la evaluación 2018, los máximos valores de N1, índice de Simpson y equidad de Pielou se registraron en el punto de muestreo LMam-2; mientras que, en la evaluación de 2019, los máximos valores fueron registrados en el punto LMam-3.

Los altos valores del índice de Simpson en ambas evaluaciones (2018 y 2019) nos indican que la diversidad es alta y no existe dominancia de alguna especie, lo cual sugiere una distribución homogénea de las abundancias de los organismos registrados en estos puntos.

Tabla 8.4. Diversidad alfa del fitoplancton por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019

Puntos de muestreo	N1		J'		1-D	
Periodo de evaluación	2018	2019	2018	2019	2018	2019
LCha-1	6,45	NE	0,62	NE	0,73	NE
LMam-2	12,09	8,93	0,86	0,74	0,89	0,80
LMam-3	11,01	10,38	0,80	0,84	0,86	0,88

d) Diversidad beta

El dendograma de similaridad de Bray Curtis para la comunidad de fitoplancton, permitió conformar 3 agrupaciones, de los cuales, solamente una supera un porcentaje de similitud del 50 %, conformado por los puntos de muestreo LMam-2 y LMam-3 en la evaluación de 2019, donde estos tienen en común 12 taxones representados por los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria (Figura 8.8).

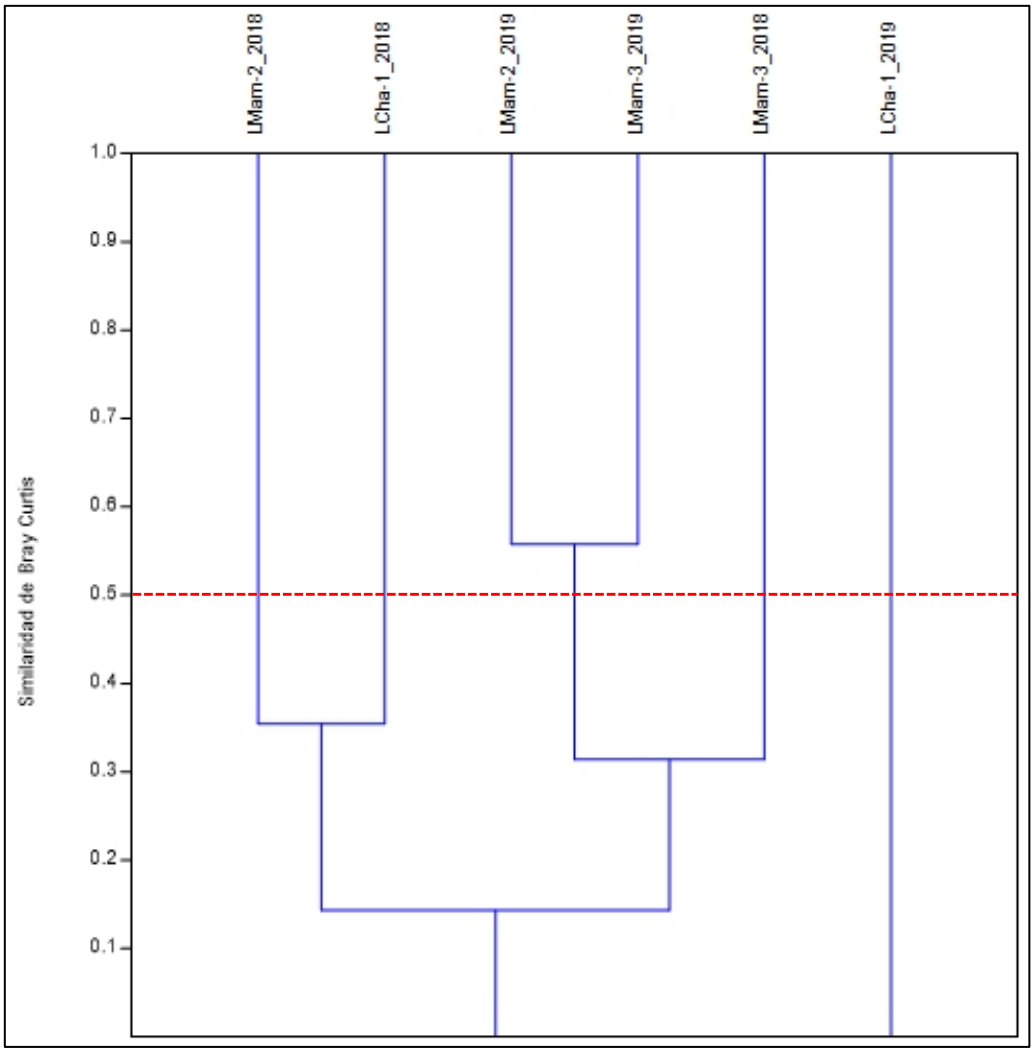


Figura 8.8. Comparación de la abundancia de fitoplancton por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019

A.2 Zooplancton

a) Composición, riqueza y abundancia

En la Tabla 8.5 se presentan los valores de riqueza y abundancia del zooplancton por punto de muestreo.

Tabla 8.5. Composición, riqueza y abundancia del zooplancton, en las evaluaciones de 2018 y 2019

Phylum	Riqueza (Taxón)	LCha-1		LMam-2		LMam-3	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019
Cercozoa	*Euglypha cristata*	0	NE	0	20	0	0
Cercozoa	*Euglypha acantophora*	0	NE	0	10	0	0
Cercozoa	*Trinema lineare*	0	NE	0	20	0	0
Rotífera	*Keratella americana*	10	NE	0	0	0	0
Rotífera	*Lecane hamata*	0	NE	0	0	5	40
Rotífera	*Lecane sp. 1*	0	NE	0	10	0	0

Rotífera	*Colurella adriatica*	0	NE	0	30	5	10
S (Total de taxones)		1	NE	0	5	2	2
N (abundancia)		10	NE	0	90	10	50

NE: no evaluado

En la evaluación de 2018, solo se evidenció la presencia del phylum Rotífera. La especie *Keratella americana* fue registrada solo en el punto LCha-1 con 10 organismos. Por otro lado, en el punto LMam-3 se encontraron 2 especies: *Lecane hamata* y *Colurella adriatica* ambas con 5 organismos y en el punto LMam-2 no se registraron organismos del zooplancton.

En la evaluación de 2019, en el punto LMam-2 se evidenció la presencia de 2 phyla: Cercozoa y Rotífera. Donde se registró la mayor riqueza y abundancia con 5 especies y 90 organismos, respectivamente; mientras que, en el punto LMam-3 solamente se registró 2 especies del phylum Rotifera, siendo estas las mismas del registro de la evaluación de 2018.

B. Perifiton

El perifiton fue analizado en sus 2 componentes: perifiton vegetal y perifiton animal.

B.1. Perifiton vegetal

En total se encontraron 91 taxones de perifiton vegetal; siendo el phylum Bacillariophyta el mejor representado con 60 taxones (66 % del total), seguido de Cyanobacteria con 19, Chlorophyta con 9 y Charophyta con 3.

En la evaluación de 2018, se evaluaron 8 puntos de muestreo, donde se evidenciaron 66 taxones, registrándose el phylum Bacillariophyta con 42 taxones (63,64 % del total), seguido de Cyanobacteria con 17, Chlorophyta con 5 y Charophyta con 2 taxones.

En la evaluación de 2019, los valores de riqueza presentaron 70 taxones de perifiton vegetal en los 7 puntos de muestreo evaluados, encontrándose al phylum Bacillariophyta como el más representativo con 47 taxones (67,14 % del total), seguido de Cyanobacteria con 16, Chlorophyta con 6 y Charophyta con un único taxón. A su vez dentro del phylum Bacillariophyta los órdenes Cymbellales y Naviculales fueron los más representativos, con 11 y 9 taxones, respectivamente.

La descripción de taxones en detalle, para ambas evaluaciones, se puede observar en el Anexo 5.

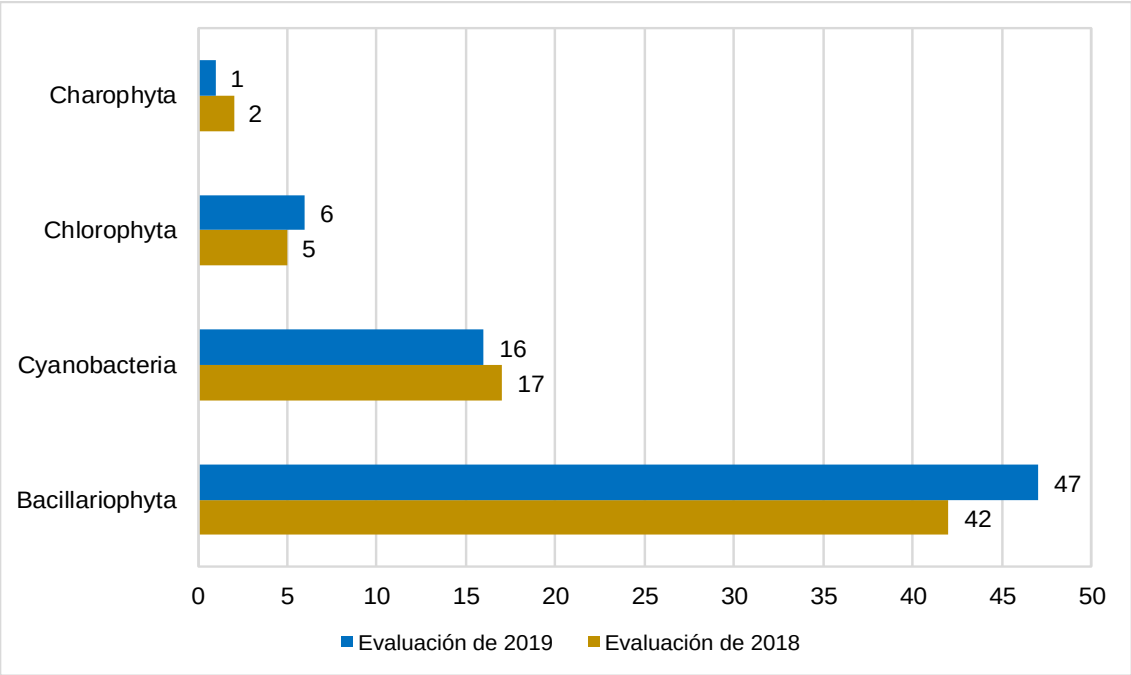


Figura 8.9. Riqueza de taxones por Phylum del perifiton vegetal en las evaluaciones de 2018 y 2019

a) Composición, riqueza y abundancia

En la evaluación 2018, la riqueza presentó un rango de variación entre 10 - 24 taxones por punto de muestreo. El valor de riqueza más alto corresponde al punto de muestreo RCol-1 con 24 taxones y presentó los 4 phyla registrados en su composición comunitaria. Además, en la mayoría de los puntos, el phylum Bacillariophyta presentó el mayor número de taxón, con excepción del punto QSub-1 en donde el phylum Cyanobacteria fue el de mayor riqueza. Cabe señalar que, la especie más frecuente fue *Achnanthidium* cf. *atomus*, presente en 6 de los 8 puntos de muestreo evaluados.

En la evaluación de 2019, la riqueza varió de 13 a 30 taxones por punto. En la mayoría de los puntos de muestreo, el phylum Bacillariophyta presentó el mayor número de taxones, con excepción del punto QSub-1 en donde el phylum Cyanobacteria y Bacillariophyta tuvieron la misma riqueza, 6 taxones. Cabe señalar que, las especies más frecuentes fueron *Cocconeis placentula*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia* cf. *suchlandtii*, *Gomphonema* cf. *minutum*, *Fragilaria capuccina* y *Stigeoclonium* sp. presente en 5 de los 7 puntos de muestreo evaluados (Figura 8.10).

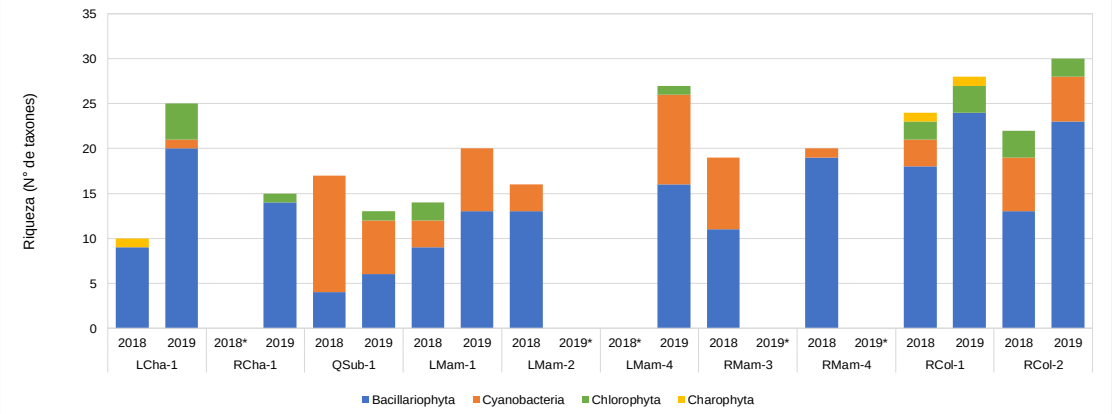


Figura 8.10. Comparación de la riqueza de taxones de perifiton vegetal por punto de muestreo y phylum en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

b) Abundancia

En la evaluación de 2018 se registraron 310120 organismos de perifiton vegetal, siendo el phylum Bacillariophyta el más dominante, con 212000 organismos (68,36 %), seguido de Cyanobacteria con 92000 organismos (29,67 %), Chlorophyta con 5400 organismos (1,74 % del total) y Charophyta con 700 organismos (0,23 % del total). En la mayoría de los puntos de muestreo, se puede evidenciar el predominio del phylum Bacillariophyta, excepto en el punto QSub-1, donde el phylum Cyanobacteria fue el más abundante con 42400 organismos. La mayor abundancia se registró en el punto RMam-3 con 63200 organismos, encontrándose los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria con 31600 organismos cada uno.

En la evaluación de 2019 se registraron 329520 organismos de perifiton vegetal, siendo el phylum Bacillariophyta el más dominante, con 230800 organismos (70,04 %), seguido de Cyanobacteria con 94800 organismos (28,77 %), Chlorophyta con 3520 organismos (1,07 % del total) y Charophyta con 400 organismos (012 % del total). En la mayoría de los puntos de muestreo, se puede evidenciar el predominio del phylum Bacillariophyta, excepto en los puntos QSub-1 y LMam-4, donde el más abundante fue el phylum Cyanobacteria con 7200 organismos y 54000, respectivamente. La mayor abundancia se registró en el punto LMam-4 con 100400 organismos, encontrándose 3 de los 4 phyla de la estructura comunitaria, siendo el phylum Cyanobacteria el más abundante con 54000 organismos.

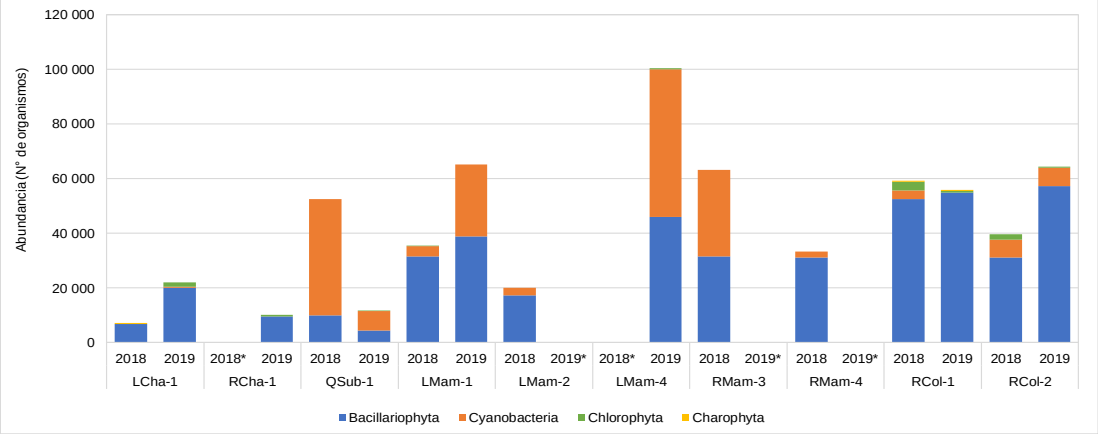


Figura 8.11. Comparación de la abundancia de taxones de perifiton vegetal por punto de muestreo y phylum, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

c) Diversidad alfa

En base a la riqueza de taxones y abundancia, en la Tabla 8.6 se detallan los valores del índice de diversidad de Hill (N1), índice de Simpson (1-D) y equidad de Pielou (J') para cada punto de muestreo, en las evaluaciones de 2018 y 2019.

En la evaluación 2018, el máximo valor de N1 se registró en el punto RCol-1 (16,61); así también, el máximo valor de equidad de Pielou se encontró en el punto LCha-1 (0,96) y para el índice de Simpson se registraron en los puntos de muestreo RCol-1 y RCol-2 (0,92); así también, el mínimo valor de N1, equidad de Pielou e índice de Simpson se registraron en el punto LMam-1.

En la evaluación de 2019, los máximos valores de N1 e índice de Simpson fueron registrados en el punto LCha-1 con valores 18,98 y 0,94, respectivamente; así también, el máximo valor de equidad se registró en el punto RCha-1, con un valor de 0,96. El mínimo valor de los índices de diversidad alfa se registraron en el punto QSub-1 y solo en el caso de la equidad de Pielou también se registró en el punto LMam-4.

Los altos valores del índice de Simpson en ambas evaluaciones (2018 y 2019) nos indican que la diversidad es alta y no existe dominancia de alguna especie, lo cual sugiere una distribución homogénea de las abundancias de los organismos registrados en estos puntos.

Tabla 8.6. Diversidad alfa del perifiton vegetal por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019

Puntos de muestreo	N1		J'		1-D	
Periodo de evaluación	2018	2019	2018	2019	2018	2019
LCha-1	9,17	18,98	0,96	0,91	0,88	0,94
RCha-1	NE	13,36	NE	0,96	NE	0,92
QSub-1	12,56	9,35	0,89	0,87	0,90	0,87
LMam-1	8,23	13,75	0,80	0,88	0,84	0,91
LMam-4	NE	17,70	NE	0,87	NE	0,93
LMam-2	13,05	NE	0,93	NE	0,91	NE
RMam-4	14,59	NE	0,89	NE	0,91	NE
RCol-1	16,61	18,97	0,88	0,88	0,92	0,93
RCol-2	16,07	16,11	0,90	0,82	0,92	0,90
RMam-3	13,40	NE	0,88	NE	0,91	NE

NE: no evaluado

Valores máximos de índices de diversidad alfa
Valores mínimos de índices de diversidad alfa

d) Diversidad beta

El dendograma de similaridad de Bray Curtis para la comunidad de perifiton vegetal, permitió conformar 4 agrupaciones, de los cuales, una supera el porcentaje de similitud del 50 % y está conformada por los puntos de muestreo RCol-1 y RCol-2 en la evaluación de 2019 que tienen en común 20 taxones representados por los phyla Bacillariophyta (18) y Chlorophyta (2), ver Figura 7-98.

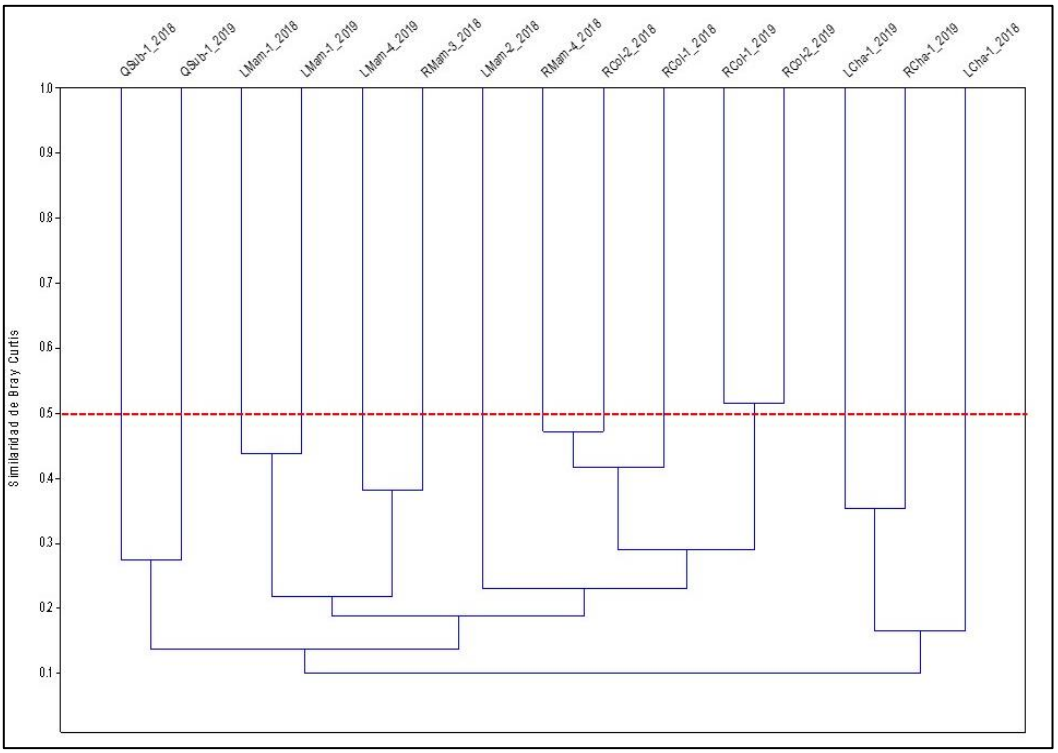


Figura 8.12. Dendograma de similaridad de Bray Curtis de perifiton vegetal, en las evaluaciones de 2018 y 2019

B.2. Perifiton animal

a) Composición, riqueza y abundancia

En la Tabla 8.7 se presentan los valores de riqueza y abundancia del perifiton animal por punto de muestreo.

En la evaluación de 2018, se evidenció la presencia de los phyla Cercozoa y Rotifera, con 2 y 1 especies, respectivamente. La especie *Euglypha rotunda* fue registrada en los puntos LMam-1 y LMam-2 con 32 y 16 organismos, respectivamente; mientras que, la especie *Trinema lineare* fue registrada en el punto LMam-2 con 24 organismos y en el punto LMam-1 se encontró a *Lecane closterocerca* con 8 organismos. En los puntos LCha-1, QSub-1, RMam-4, RCol-1, RCol-2 y RMam-3 no se registraron organismos del perifiton animal.

En la evaluación de 2019, se evidenció la presencia de 4 phyla: Cercozoa, Amoebozoa, Rotífera y Nematoda. En el punto LMam-4 se registró la mayor riqueza y abundancia con 4 especies y 80 organismos, respectivamente. En los puntos QSub-1 y RCol-1 se registraron las especies *Trinema lineare* (8 organismos) y *Centropyxis aculeata* (16 organismos), respectivamente. En los puntos LCha-1, RCha-1, LMam-1 y RCol-2 no se registraron organismos del perifiton animal.

Tabla 8.7. Diversidad alfa del perifiton vegetal por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019

Phylum	Riqueza (Taxón)	LCha-1		RCha-1		QSub-1		LMam-1		LMam-2		LMam-4		RMam-4		RCol-1		RCol-2		RMam-3	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Cercozoa	*Euglypha rotunda*	0	0	NE	0	0	0	32	0	16	NE	NE	0	0	NE	0	0	0	0	0	NE
Cercozoa	*Trinema lineare*	0	0	NE	0	0	8	0	0	24	NE	NE	0	0	NE	0	0	0	0	0	NE
Amoebozoa	*Centropyxis aculeata*	0	0	NE	0	0	0	0	0	0	NE	NE	0	0	NE	0	16	0	0	0	NE
Rotífera	*Trichocerca gracilis*	0	0	NE	0	0	0	0	0	0	NE	NE	32	0	NE	0	0	0	0	0	NE
Rotífera	*Colurella* sp.	0	0	NE	0	0	0	0	0	0	NE	NE	24	0	NE	0	0	0	0	0	NE
Rotífera	*Lecane closterocerca*	0	0	NE	0	0	0	8	0	0	NE	NE	16	0	NE	0	0	0	0	0	NE
Nematoda	*"Nematoda 1 "*	0	0	NE	0	0	0	0	0	0	NE	NE	8	0	NE	0	0	0	0	0	NE
S (Total de taxones)		0	0	NE	0	0	1	2	0	2	NE	NE	4	0	NE	0	1	0	0	0	NE
N (abundancia)		0	0	NE	0	0	8	40	0	40	NE	NE	80	0	NE	0	16	0	0	0	NE

NE: no evaluado

C. Macrobentos

En la evaluación de 2018, se registraron 23 taxones de macrobentos, siendo el orden Ephemeroptera el mejor representado, con 7 taxones (30,43 % del total de taxones), seguido de Diptera con 6 taxones y los demás órdenes registraron menos de o igual a 2 taxones cada uno.

Mientras que, en la evaluación de 2019, se registraron 14 taxones de macrobentos, siendo el orden Ephemeroptera el mejor representado, con 6 taxones (42,86 % del total de taxones), seguido de Diptera con 4 taxones; en tanto que, los demás órdenes registraron menos de o igual a 2 taxones cada uno (Figura 8.13).

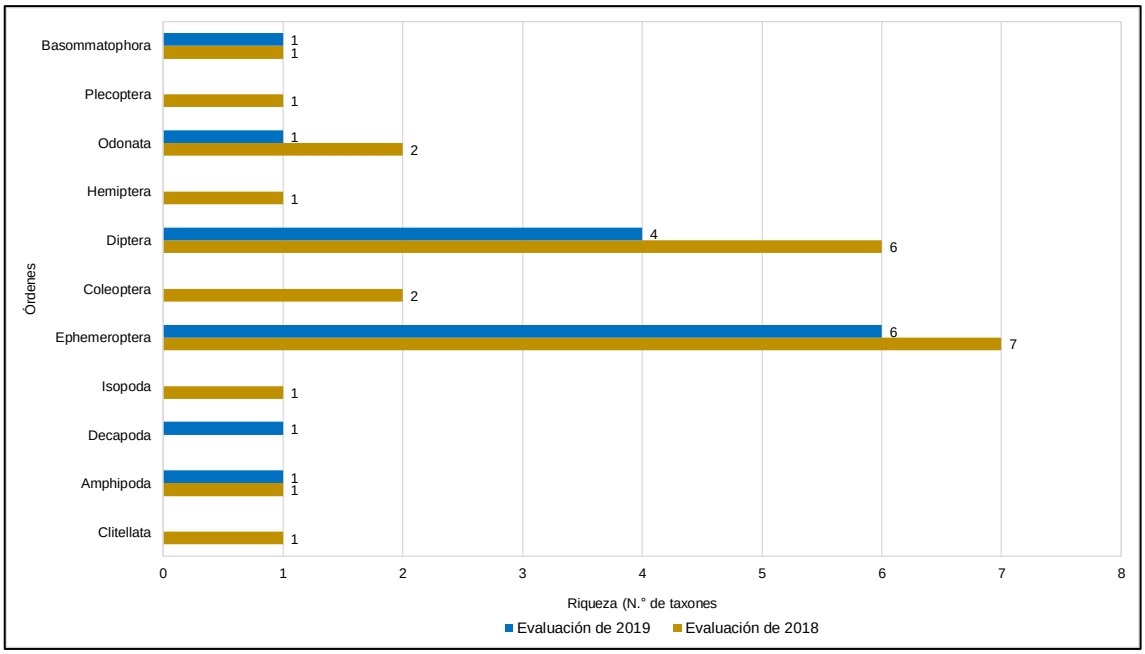


Figura 8.13. Riqueza de taxones por órdenes de macrobentos en las evaluaciones de 2018 y 2019

Es importante indicar que se hará una separación de ambientes acuáticos evaluados debido a que los tipos de red varió en cada ambiente evaluado. En ambientes léntico o aguas quietas la captura fue red Dnet en un área de colecta de 10 m^2 y en lóticos o aguas corridas con red Surber y un área de 0,27 m^2.

a) Composición, riqueza y abundancia

En los ambientes lénticos evaluados se registraron 17 especies distribuidas en 8 de 11 órdenes registrados. Se observó una mayor riqueza del orden Ephemeroptera con 6 taxones; siendo, la especie más frecuente *Baetodes* sp. En los ambientes lóticos la riqueza fue de 18 especies distribuidos en 6 órdenes. En ambos ambientes, el orden con mayor riqueza fue Ephemeroptera con 7 taxones, seguido tenemos al orden Diptera con 6 taxones, siendo el grupo más frecuente la Subfamilia Chironominae (Figura 8.14).

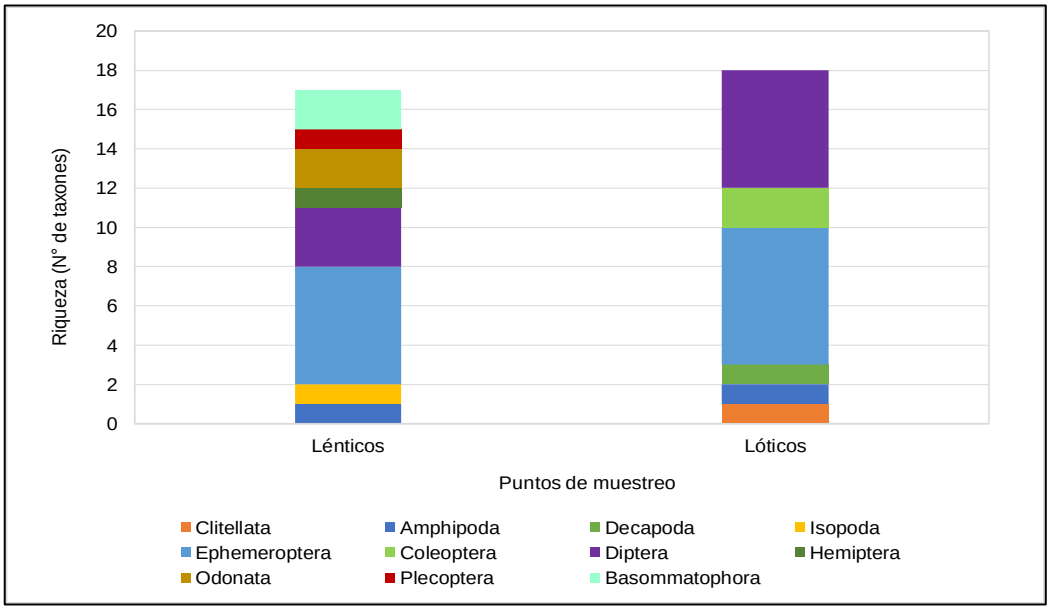


Figura 8.14. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden, en las evaluaciones de 2018 y 2019

En los 2 puntos de muestreo evaluados en ambientes lénticos, el valor de la riqueza en la evaluación de 2018 fue más alto en el punto LMam-2 con 9 taxones y presentó 5 de los 8 órdenes registrados en su composición comunitaria y en el punto LMam-3 se encontraron 6 taxones distribuidos en 4 órdenes. Asimismo, en la evaluación 2019 en el punto LMam-2 registró la mayor riqueza con 6 taxones; mientras que en el punto LMam-3 la riqueza fue de 5 taxones, pero se observó una mayor composición comunitaria encontrándose 4 órdenes.

En las evaluaciones de 2018 y 2019 estuvo presente el orden Ephemeroptera y la riqueza fue menor en la evaluación de 2019 en el punto LMam-2 (Figura 8.15).

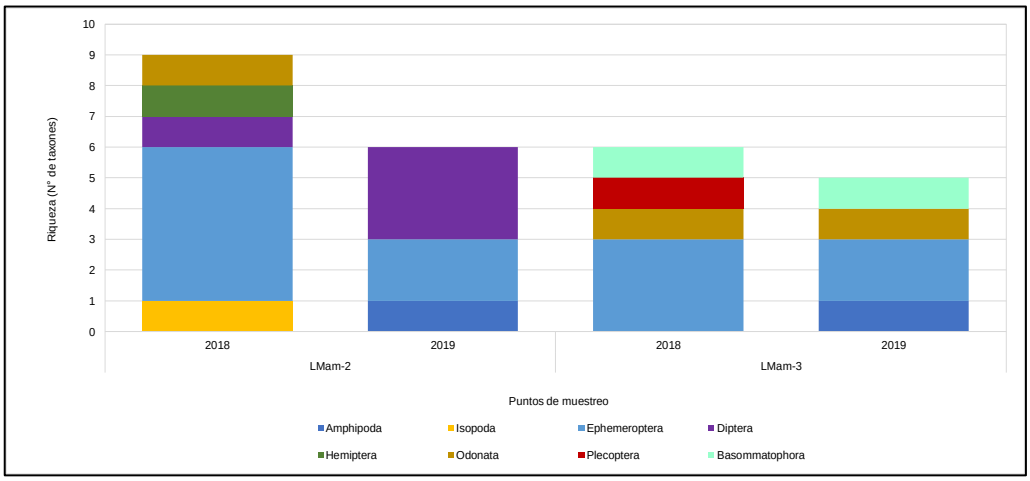


Figura 8.15. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden en lagunas, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

Se evaluaron 9 puntos de muestreo en ambientes lóticos y la riqueza varió de 2 a 9 taxones. En la evaluación de 2018 se encontró la mayor riqueza en el punto LCha-1 con 9 taxones distribuidos en 3 órdenes y la menor riqueza se registró en el punto LMam-1 con 2 taxones que corresponden a los órdenes Amphipoda y Ephemeroptera. En todos los puntos estuvo presente el orden Ephemeroptera y en los puntos LCha-1, RMam-4 y RCol-2 la riqueza fue mayor que en los otros puntos evaluados.

En la evaluación de 2019, la riqueza varió de 0 a 5 taxones por punto. En todos los puntos de muestreo estuvo presente el orden Diptera y en el punto RCol-2 se evidenció la presencia del orden Coleoptera. En el punto RCol-1 se encontró la mejor estructura comunitaria con 4 de 11 órdenes registrados. En todos los puntos está presente el orden Ephemeroptera y en algunos puntos registró una mayor riqueza excepto en los puntos QSub-1, LMam-1, RMam-3 y RCol-1 (Figura 8.16).

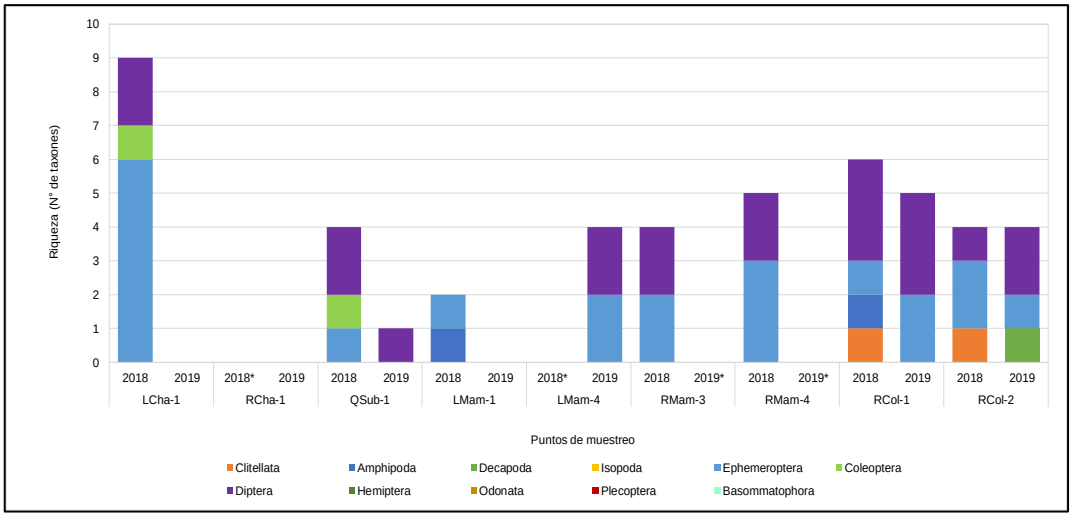


Figura 8.16. Comparación de la riqueza de taxones de macrobentos por punto de muestreo y orden en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

b) Abundancia

En los ambientes lénticos evaluados se registraron 937 individuos, siendo los órdenes Ephemeroptera y Diptera los más abundantes con 511 y 324 individuos; respectivamente. Los demás ordenes registrados tuvieron una abundancia menor a 100 individuos. En los ambientes lóticos, la abundancia fue menor encontrándose 27 individuos y se cumple la misma tendencia donde los órdenes Ephemeroptera y Diptera son los más abundantes con 13 y 4 individuos, respectivamente (Figura 8.17).

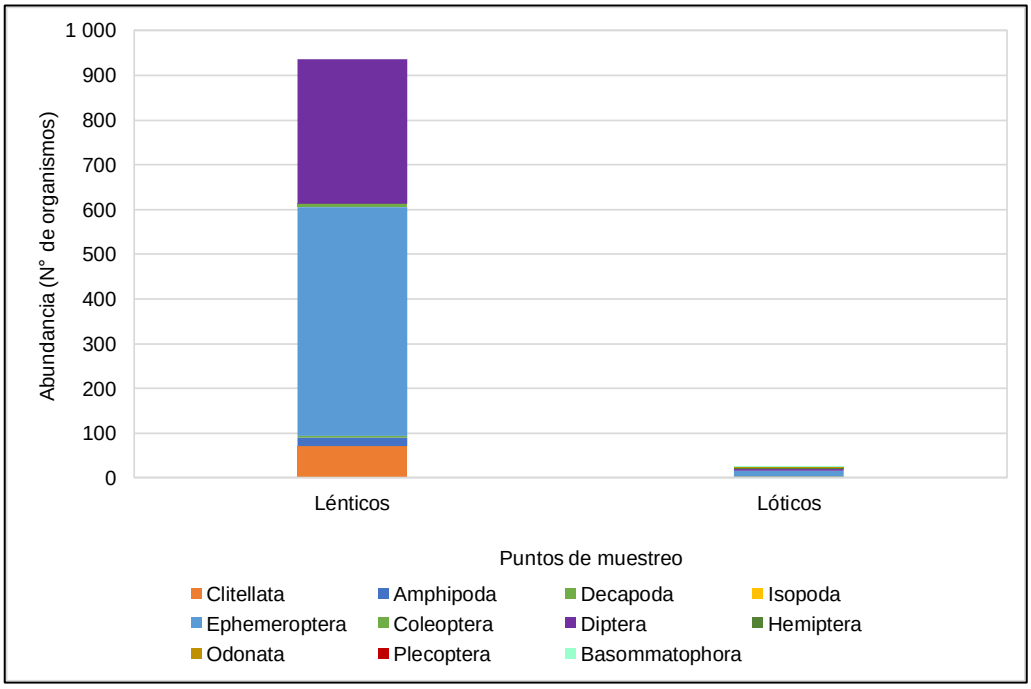


Figura 8.17. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo y orden en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019

Respecto a la relación entre los puntos de muestreo evaluados en 2018 y 2019, el orden Ephemeroptera registró la mayor abundancia en la evaluación de 2018, con 6 organismos; mientras que, en la evaluación de 2019, el orden Díptera registró la mayor abundancia, con 3 organismos, seguido del orden Ephemeroptera con 2 organismos.

En la evaluación de 2018, el punto de muestreo LMam-2 registró la mayor abundancia con un predominio del orden Ephemeroptera y en la evaluación de 2019, el orden Diptera fue dominante (Figura 8.18).

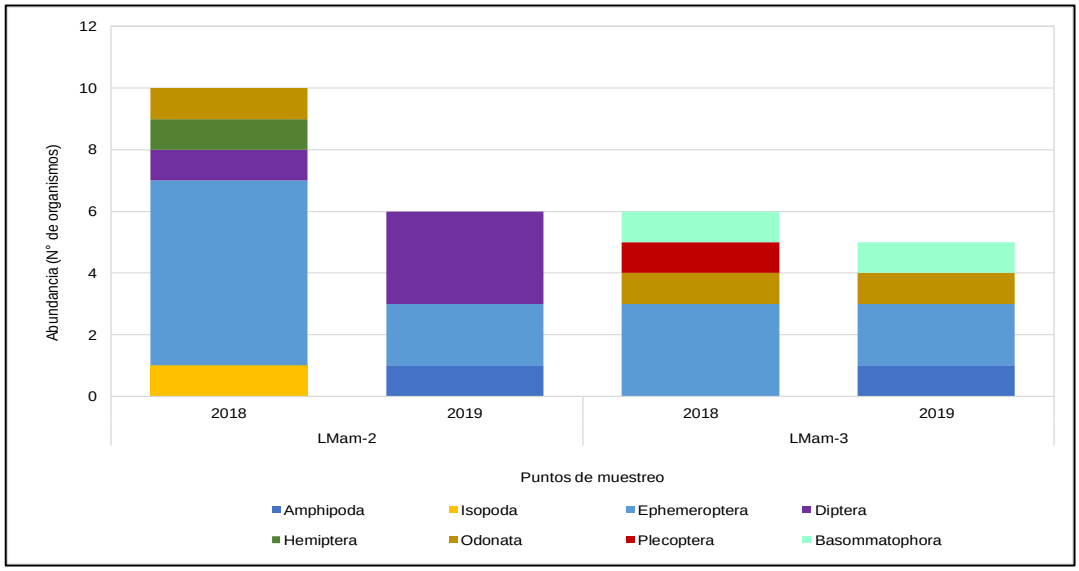


Figura 8.18. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo y orden en lagunas, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

En la evaluación de 2018 el punto de muestreo LCha-1 registró la mayor abundancia, con un predominio del orden Ephemeroptera. Además, en los puntos RCol-1 y RCol-2 presentaron dominancia de organismos del orden Diptera; mientras que, en la evaluación de 2019, el punto LMam-4 registró la mayor abundancia, con un predominio de organismos del orden Diptera (Figura 8.19).

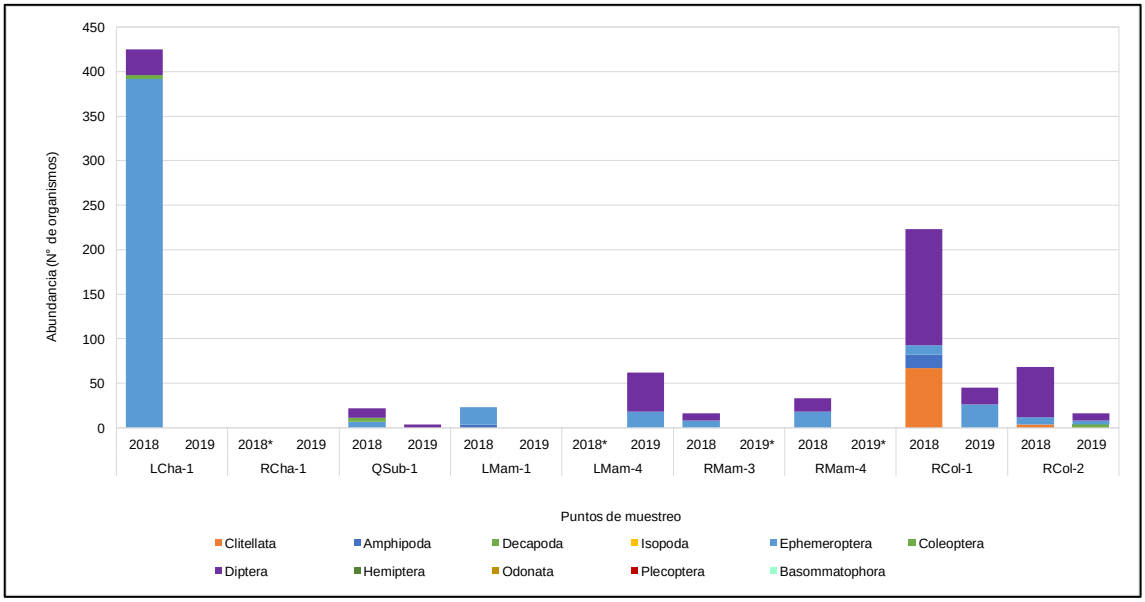


Figura 8.19. Comparación de la abundancia de macrobentos por punto de muestreo en ríos y quebradas, en las evaluaciones de 2018 y 2019
(*) No evaluado

c) Diversidad alfa

En base a la riqueza de taxones y abundancia, en la Tabla 8.8 se detallan los valores del índice de diversidad de Hill (N1), índice de Simpson (1-D) y equidad de Pielou (J') para cada punto de muestreo, en las evaluaciones de 2018 y 2019.

En la evaluación 2018, el máximo valor de N1 se registró en el punto de muestreo LMam-2 (8,71); así también, el máximo valor de equidad de Pielou se encontró en los puntos LMam-3 y RMam-3 (1,00) y para el índice de Simpson se registró en el punto LMam-3 (1,00); así también, el mínimo valor de N1 e índice de Simpson se registraron en el punto LMam-1 y la equidad de Pielou fue en el punto RCol-2.

En la evaluación de 2019, los máximos valores de N1, equidad de Pielou e índice de Simpson fueron registrados en el punto LMam-2. Además, la equidad de Pielou e índice de Simpson también registraron valores altos en los puntos LMam-3 con valores de 1,00. La equidad de Pielou también registró un valor alto en el punto RCol-2. Por otro lado, los valores más bajos en los índices N1, equidad de Pielou e índice de Simpson fueron registrados en los puntos QSub-1, RCol.1 y LMam-4 con valores de 1,00, 0,89 y 0,60, respectivamente.

Los altos valores del índice de Simpson en ambas evaluaciones (2018 y 2019) nos indican que la diversidad es alta y no existe dominancia de alguna especie, lo cual sugiere una distribución homogénea de las abundancias de los organismos registrados en estos puntos, excepto en el punto LMam-1 de la evaluación 2018 donde solo se registraron 2 especies siendo la especie *Baetodes sp*. dominante por ser la más abundante con 19 organismos.

Tabla 8.8. Diversidad alfa del macrobentos por punto de muestreo en las evaluaciones de 2018 y 2019

Puntos de muestreo	N1	N1	J'	J'	1-D	1-D
Periodo de evaluación	2018	2019	2018	2019	2018	2019
LMam-2	8,71	6,00	0,98	1,00	0,98	1,00
LMam-3	6,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LCha-1	5,46	0	0,77	0	0,76	0
RCha-1	NE	0	NE	0	NE	0
QSub-1	3,85	1,00	0,97	0	0,77	0
LMam-1	1,59	0	0,67	0	0,30	0
LMam-4	NE	3,03	NE	0,80	NE	0,60
RMam-3	4,00	NE	1,00	NE	0,80	NE
RMam-4	4,64	NE	0,95	NE	0,79	NE
RCol-1	4,20	4,17	0,80	0,89	0,71	0,74
RCol-2	1,94	4,00	0,48	1,00	0,32	0,80

NE: no evaluado

Valores máximos de índices de diversidad alfa

Valores mínimos de índices de diversidad alfa

d) Diversidad beta

El dendograma de similaridad de Bray Curtis para la comunidad de macrobentos, permitió conformar 4 agrupaciones, de los cuales, 3 superan el porcentaje de similitud del 50 %, la primera agrupación está conformada por los puntos de muestreo LMam-3 (2018) y RCol-2 (2019) teniendo en común 2 taxones; la segunda conformada por los puntos LMam-2 y LMam-3 en la evaluación de 2019 con 3 taxones en común; y la última agrupación tiene los puntos LMam-4 (2019) y RCol-2 (2018) donde estos tienen en común 2taxones representados por los órdenes Ephemeroptera y Diptera (Figura 8.20).

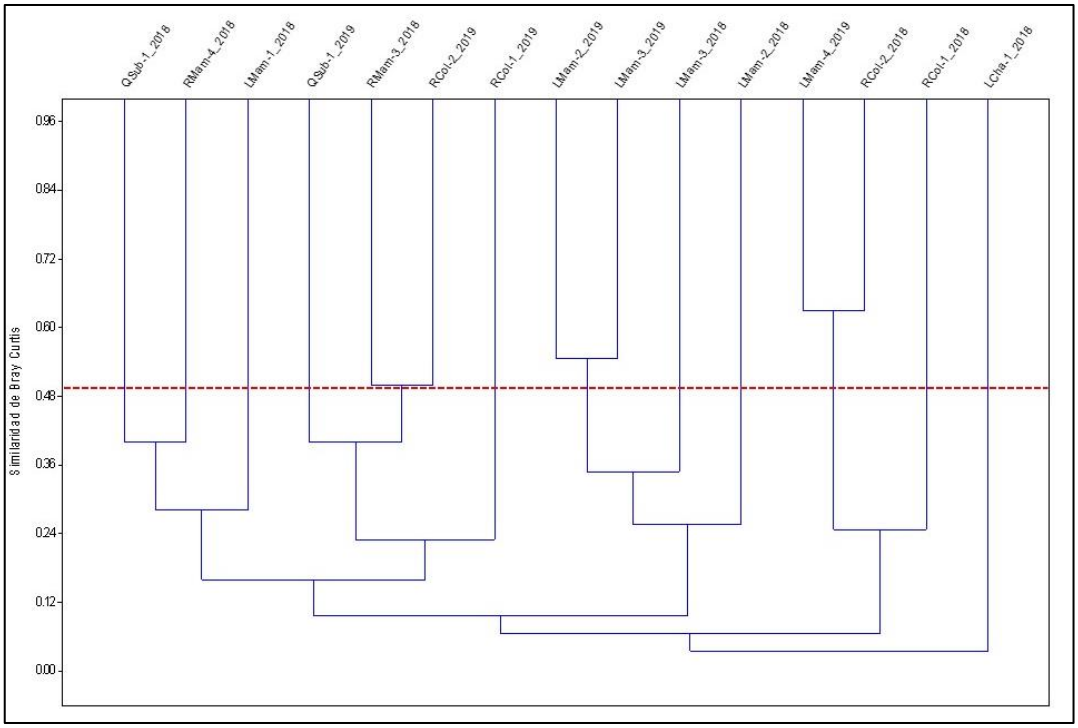


Figura 8.20. Dendograma de similaridad de Bray Curtis de macrobentos, en las evaluaciones de 2018 y 2019

e) Calidad ecológica

Considerando las evaluaciones de 2018 y 2019, en la Tabla 8.9 se presenta la calidad ecológica de las quebradas y ríos evaluados que estuvieron por encima de los 2000 m s.n.m. es importante indicar que el punto LCha-1 de la evaluación 2019 se consideró como ambiente lótico. Los resultados de este análisis deben tomarse de forma referencial, puesto que el método original exige un muestreo multihábitat de naturaleza cualitativa.

En cuanto a los resultados de calidad ecológica, se observa que en la evaluación de 2018 en el punto de muestreo QSub-1 la calidad ecológica es mala y en la evaluación 2019 los 3 puntos evaluados presentan una calidad ecológica pésima. La calidad biológica presenta resultados similares que los de la calidad ecológica; mientras que la calidad hidromorfológica varía su calidad entre moderada y mala.

Tabla 8.9. Calidad ecológica de acuerdo con el protocolo CERA-S

Punto de muestreo	Calidad hidromorfológica		Calidad biológica (índice ABI)		Calidad ecológica	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
LCha-1	---	Mala	---	Pésima	---	Pésima
RCha-1	---	Moderada	---	Pésima	---	Pésima
QSub-1	Moderada	Moderada	Mala	Pésima	Mala	Pésima

C. Peces

La colecta de peces solo tuvo lugar en la evaluación de 2019. La pesca se realizó con 5 tipos de arte de pesca: 2 pasivos y 3 activos. Dentro de la pesca pasiva se utilizó una red de espera por un mínimo de 3 horas y con anzuelo por un tiempo mínimo de media hora, en los puntos LMam-2 y LMam-3. Por otro lado, la pesca activa se realizó con una red de arrastre con 5 intentos en el punto LMam-1; con una red de lance o atarraya con 10 intentos y con red de mano o cal-cal en los puntos LMam-4, RCol-1, RCol-2, RCha-1, LCha-1, QSub-1.

A pesar de los intentos realizados en todos los puntos de muestreo, la captura de peces solo fue efectiva en los puntos LMam-2, LMam-3, RCol-1 y RCol-2 encontrándose la especie *Basilichthys semotilus* que pertenece al Orden Atheriniformes y familia Atherinopsidae, llamada comúnmente «pejerrey de río» o «pejerrey andino». Su abundancia fue de 5 individuos, registrándose un solo individuo en cada punto excepto en el punto LMam-3 donde se registraron 2 ejemplares. Cabe precisar que los ejemplares más grandes se les realizó la disección para obtener el tejido muscular y enviarla a analizar para obtener valores de metales.

Es importante indicar que a pesar que no se capturaron gran cantidad de peces fue posible fotografiar y filmar la abundancia de ellos bajo el agua. Además, se observó la gran cantidad de algas en el fondo de la laguna que servirían de alimento a estos peces.

a) Metales totales en tejido muscular

El análisis de metales totales en tejido muscular de pejerrey (*B. semotilus*) está basado en las muestras colectadas en los puntos LMam-2 y LMam-3 de la evaluación 2019, ver Tabla 8.10 y mayor detalle en el Anexo 5.

Los análisis de las muestras de tejido muscular de peces corresponden a la laguna Mamacocha. Los metales analizados que cuentan con límites estándares definidos en la legislación internacional son el arsénico, cadmio, cobre, mercurio, plomo, selenio y zinc. Los resultados para las muestras de tejido muscular fueron comparados con las referencias internacionales CFIA, Anvisa y US-EPA y no se encontraron valores que superan estas normas referenciales.

Tabla 8.10. Concentración de metales en tejido muscular de peces de la evaluación 2019

Analito	Unidad	2019		Estándares de referencia		
		LMam-2 Tej1	LMam-3 Tej2	CFIA, 2007 [a]	Anvisa [b]	USEPA [c]
Arsénico (As)	mg/Kg	0,0690	0,0502	<3.5	1	0,1
Cadmio (Cd)		< 0,0001	< 0,0001	-	1	0,5
Cobre (Cu)		0,319	0,247	-	-	10
Mercurio (Hg)		< 0,0004	< 0,0004	0,5	1	0,049
Plomo (Pb)		< 0,003	< 0,003	<0.5	2	0,5
Selenio (Se)		0,594	0,906	-	-	2,457
Zinc (Zn)		14,90	15,40	-	-	30

[a] Límites de Canadian Food Inspection Agency (http://www.inspection.gc.ca/english/anima/fispoi/guide/chme.shtml).
[b] Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos en Alimentos.
[c] Los valores de Selección de Subsistencia están basados en la tasa de ingestión de 142,4 g/d, 70 kg peso del cuerpo humano y tiempo de vida de 70 años (USEPA, 2000).

8.3.2. Evaluación hidroquímica

Previa a la evaluación de los diagramas hidroquímicos, se evaluó la relación de iones y sólidos disueltos con la conductividad y luego el error de balance iónico (EBI) para todos los cuerpos de agua evaluados (octubre de 2018 y mayo de 2019).

Los diagramas hidroquímicos se realizaron para todos los cuerpos de agua: manantiales, canales, quebradas, lagunas y el río Colca, por medio de las concentraciones en meq/L de los metales en su forma disuelta (cationes): calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^{+}) y sodio (Na^{+}), y los 4 aniones: fluoruros (F^{-}), sulfatos (SO_4^{2-}), cloruros (Cl^{-}) y bicarbonatos (HCO_3^{-}).

8.3.2.1. Relaciones de los iones y sólidos disueltos con la conductividad

En esta subsección, se presenta los gráficos de dispersión en los que se muestra la relación lineal de las concentraciones de los sólidos disueltos totales (SDT) con los valores de la conductividad de todos los puntos de muestreo.

En base a dicho resultado, se calcularon las relaciones lineales respectivas. Estas relaciones estuvieron indicadas por el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson o coeficiente de determinación (R^2), para lo cual se ha considerado un valor de R^2 mayor a 0,95 como un indicador de buena correlación entre los parámetros.

De esa manera, en la Figura 8.21 se muestra la relación lineal entre la conductividad y los SDT en los cuerpos de agua evaluados con un R^2 de 0,9706, por lo que se puede observar una buena correlación entre los parámetros para ambas temporadas ($R^2 > 0,95$).

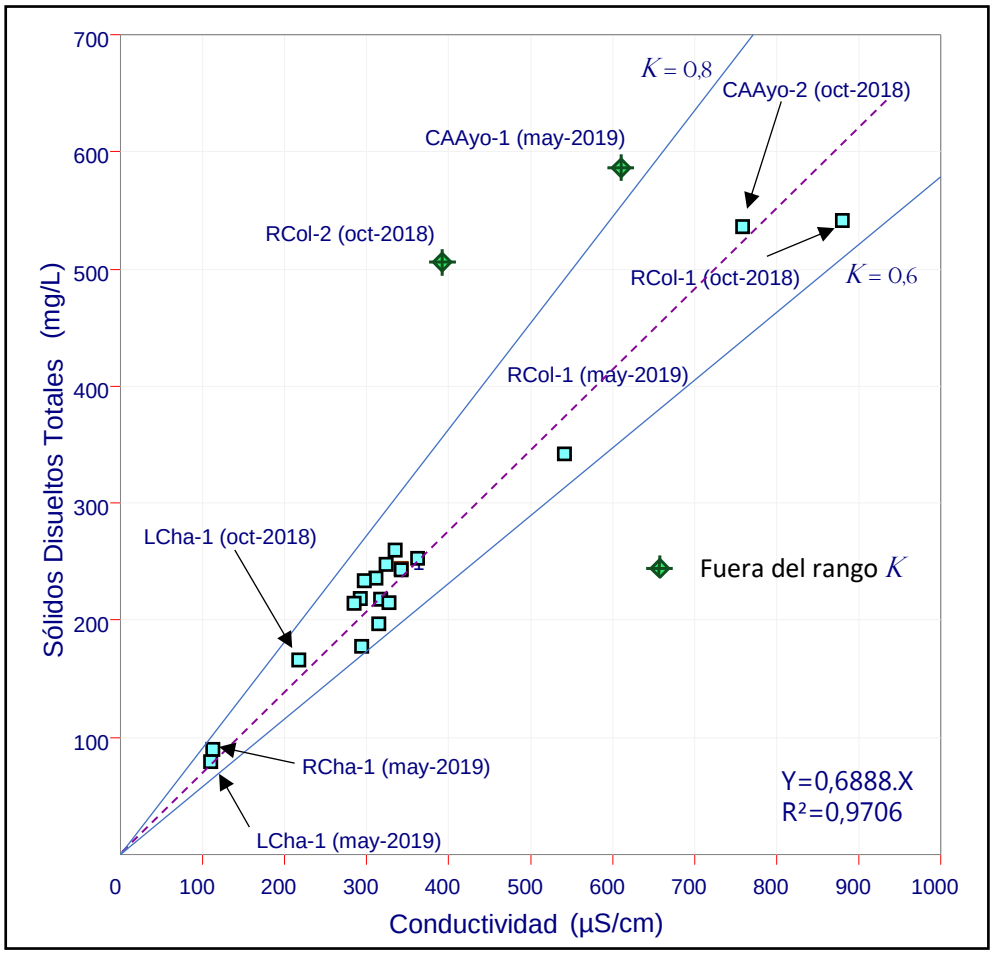


Figura 8.21. Relación lineal entre la conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

Asimismo, los valores de las pendientes *k (*TDS/Conductividad) estuvieron de 0,6 a 0,8, excepto para RCol-2 (río Colca) y CAAYo-1 (canal de riego Ayo) con valor *K* de 1,288 y 0,961 respectivamente; el cual está en el rango aproximado de 0,65 a 0,8 según lo establecido referencialmente por Walton (1989) para el agua dulce (Figura 8.21).

8.3.2.2. Relación de conductividad y suma de aniones y cationes

Para el caso de la relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes[31] para ambas temporadas, se obtuvo la Ecuación 8.1 de acuerdo a la relación línea indicada en la Figura 8.22 (R^2 de 0,9944).

$$Conductividad\ (\mu S/cm) = 0{,}0094 * Suma\ de\ cationes\ (meq/L) \qquad (8.1)$$

[31] Para la suma de cationes, en adición a los principales: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^{+}) y potasio (K^{+}), se consideraron los iones hidronio del pH (H_3O^{+}) y los iones de los metales disueltos: aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), boro (B^{3+}), estroncio (Sr^{2+}) y litio (Li^{+}).

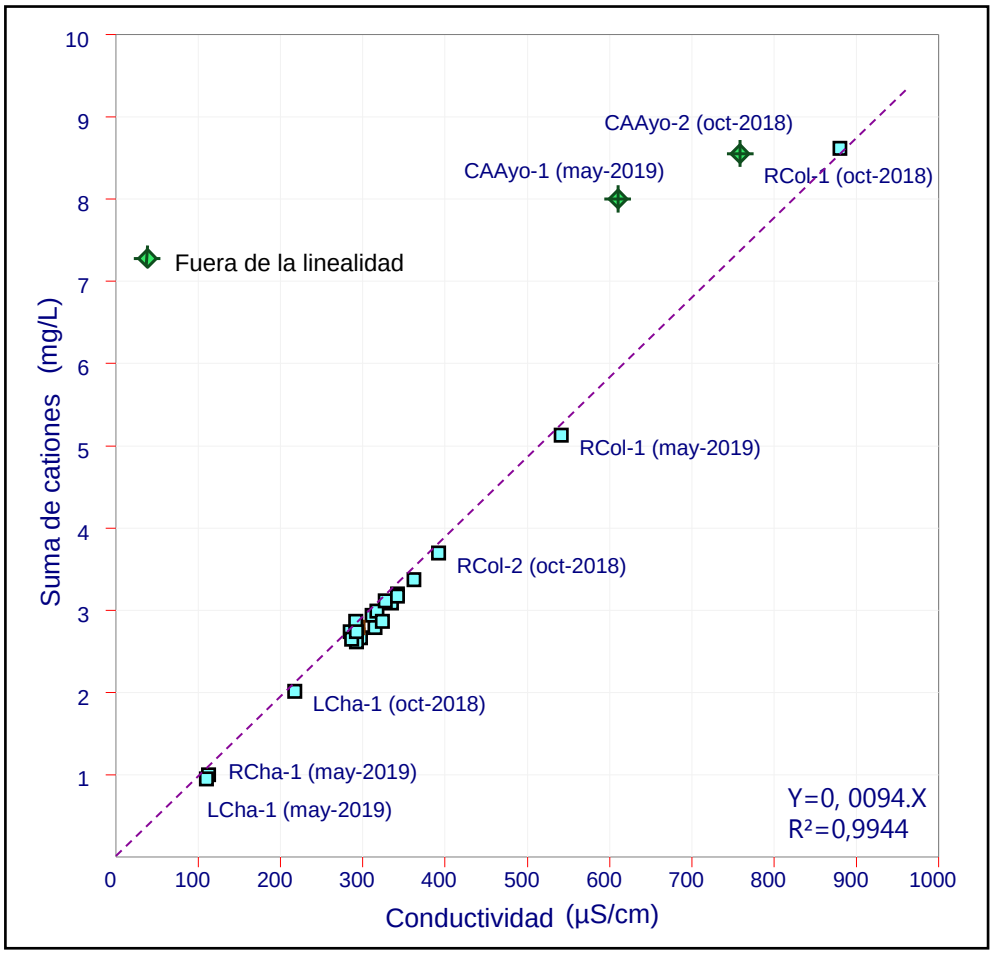


Figura 8.22. Relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

Para el caso de la relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones[32] para ambas temporadas, se obtuvo la Ecuación 8.2 de acuerdo con la relación línea indicada en la Figura 8.22 (R^2 de 0,9944).

$$Conductividad\ (\mu S/cm) = 0{,}0098 * Suma\ de\ aniones\ (meq/L) \qquad (8.2)$$

La pendiente de las relaciones de cationes y aniones con la conductividad, con un R^2 mayor a 0,99, se encuentra en el rango de 0,009 – 0,011 de acuerdo con la Ecuación 8.2 de la APHA, por lo que sugieren una buena relación entre dichos parámetros; no considerando para ello los 2 puntos de muestreo del canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2) por estar fuera de la linealidad.

[32] Los aniones considerados son: cloruros (Cl^-), sulfatos, (SO_4^-), fluoruros (F^-) y bicarbonatos (HCO_3^-).

8.3.2.3. Relación de los sólidos disueltos totales (SDT) calculado y medido

La relación lineal entre los SDT calculado, obtenido a partir de la Ecuación 7.9, y medido para ambas temporadas se muestra en la Ecuación 8.3 de acuerdo a la Figura 8.8 (R^2=0,9821).

$$SDT\ calculado\ (mg/L) = 0{,}9969 * SDT\ medido\ (mg/L) \qquad (8.3)$$

La pendiente *M* fue de 0,9969, que es cercana al valor mínimo del rango de 1 y 1,2 de acuerdo a la Ecuación 6.4 de la APHA con un R^2 de > 0,95; por lo que se considera que el grupo de parámetros tiene una buena relación para ambas temporadas.

Cabe señalar que el rango de pendiente considerado para el presente estudio fue de 0,95 a 1,24[33], por lo que para el cálculo de la pendiente no se consideró a RCol-2 del río Colca evaluado en octubre de 2018 debido a que su valor de *M* con 1,90 es mayor a 1,24.

Además, 4 puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018: Laguna Mamacocha en LMam-2, canal de la microcentral Ayo en DMCA-1 y río Mamacocha en RMam-4 y en mayo de 2019: Quebrada Subna en QSub-1 también estuvieron fuera del citado rango, no obstante, si fueron considerados para el cálculo de la pendiente *M*.

[33] Se amplió el rango de 0,95 a 1,24 en relación al redondeado de las pendientes a una décima en la cota mínima (1,0): 0,95 a 0,99 y en la cota máxima (1,2): 1,24 a 1,21.

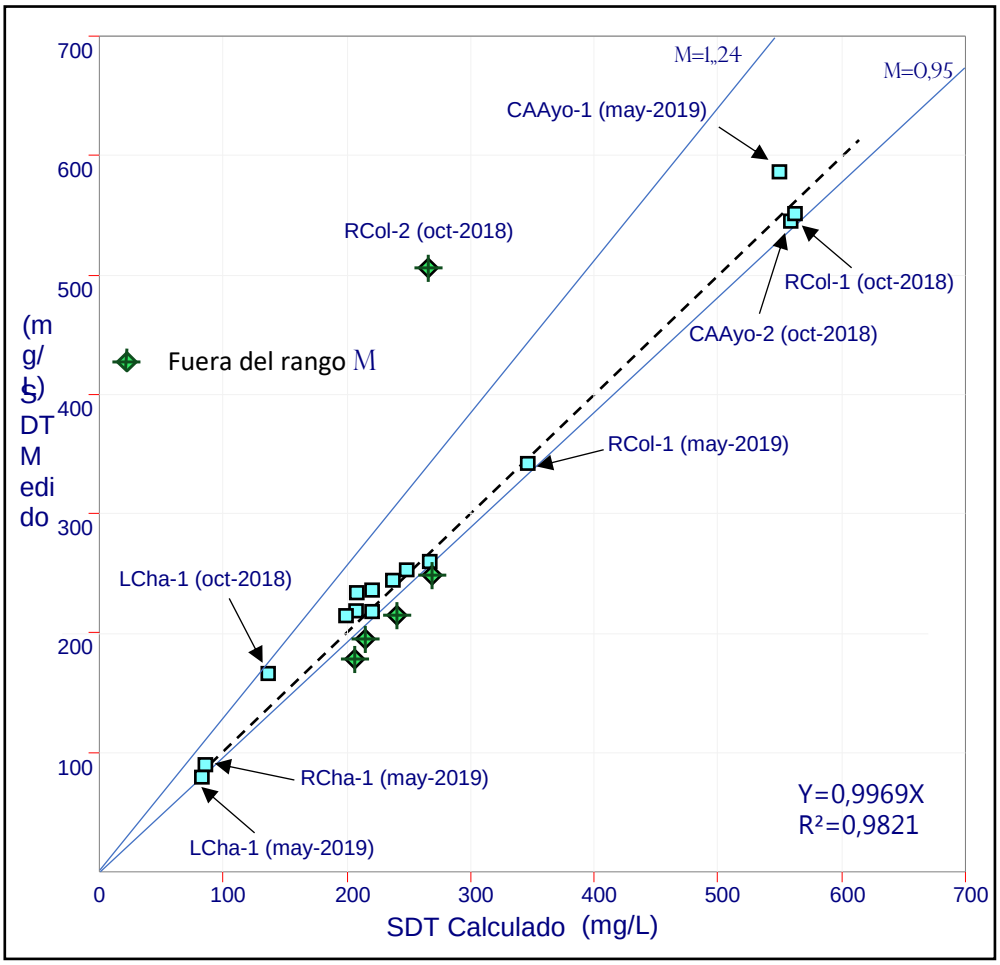


Figura 8.23. Relación lineal entre los sólidos disueltos totales (SDT) calculado y medido de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

8.3.2.4. Error balance iónico (EBI)

El EBI se calculó tomando en cuenta los cationes: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^{+}), sodio (Na^{+}), aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), boro (B^{3+}),estroncio (Sr^{2+}), litio (Li^{+}), y los iones hidronio (H_3O^{+}) del pH mediante la fórmula indicada en la Ecuación 8.3 y cuyo valor máximo permitido es del 10 % acorde a Megersa *et al.* (2015)[34].

La evaluación registró valores de EBI calculado menores al 10 % en todos los puntos de muestreo (Anexo 6) en un rango de - 5,43 % a -0,04 %, los cuales se compararon con el EBI teórico de acuerdo con la ecuación obtenida (Ecuación 8.3), el cual se establece mediante la

[34] Megersa Olumama Dinka, W. L. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. *Journal of Hydrology: Regional Studies, 3*, 444-456. doi:10.1016/j.ejrh.2015.02.007.

curva potencial (Figura 8.24) con un R^2 de 0,9631. Al respecto, las diferencias (Dif.) (EBI teórico > |EBI calculado|[35]) fueron positivas.

$$Error\ de\ Balance\ Iónico\ (EBI)\ teórico = 207{,}55\ (Conductividad)^{-0{,}529} \qquad (8.4)$$

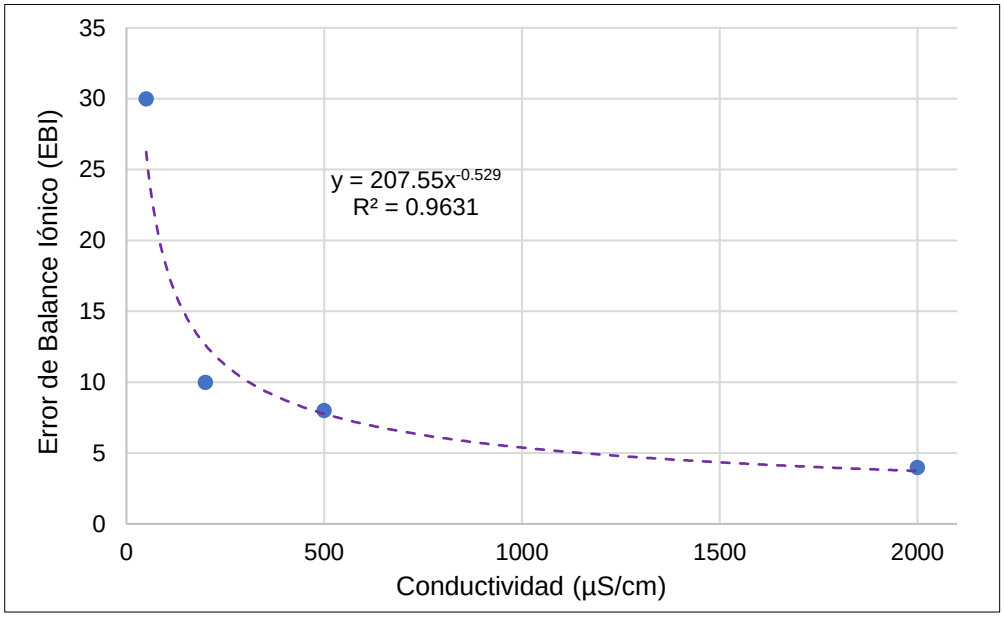


Figura 8.24. Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 1976

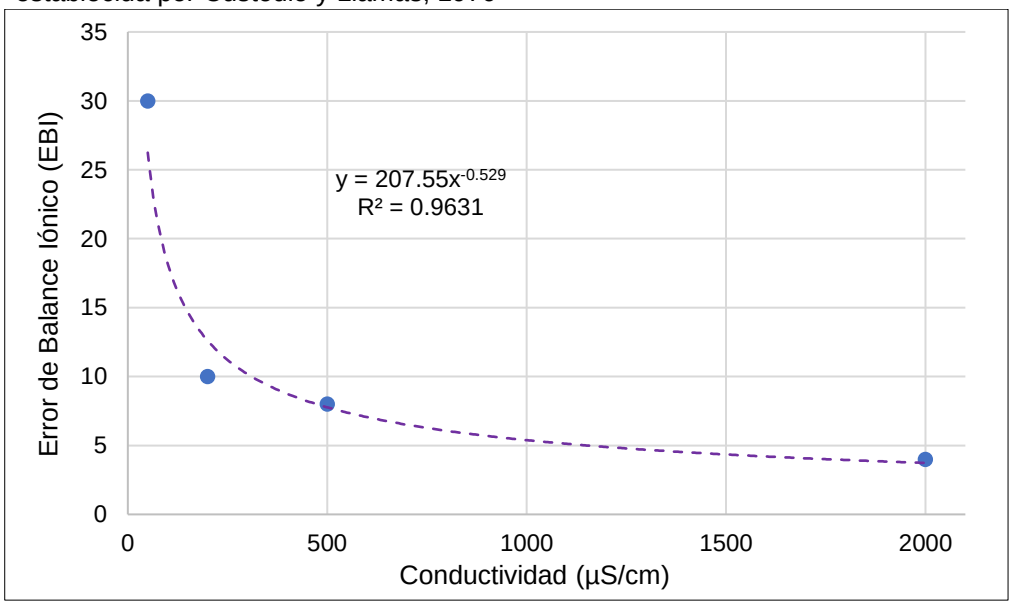


Figura 8.25. Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 1976

[35] |EBI calculado|: valor absoluto del EBI calculado.

8.3.2.5. Diagrama hidroquímicos

Los diagramas hidroquímicos visualizan la relación entre los sólidos disueltos totales, silicatos, y los principales aniones (SO_4^{2-}, Cl^- y HCO_3^-) y cationes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ y Na^+) principalmente mediante gráficos que se proyectan en 2 dimensiones en diferentes formas geométricas como el triangular para el Piper y en ejes paralelos como los diagramas de Stiff, entre otros.

Para establecer las facies hidroquímicas de cada punto de muestreo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

1. Si un ión tiene una concentración mayor al 50 %, entonces tomará el nombre del anión y/o catión; sin embargo, si otro ión tiene más del 40 % o cercano; entonces tomará un nombre compuesto de 2 aniones o cationes unidos por un guión (facie compuesta en la forma aniónica y/o catiónica).

2. Si 2 iones tienen concentraciones menores al 50 %, entonces tomará un nombre único (un anión y/o catión) o compuesto (2 cationes y/o aniones) con aquellos cuyas concentraciones son mayores a 40 % o que la suma de ambos es mayor al 80 %.

3. Si los iones tienen concentraciones menores al 40 %, entonces tomará el nombre compuesto de los 2 mayores porcentajes de aniones y cationes.

Los cálculos de las facies hidroquímicas de octubre de 2018 y mayo de 2019 fueron obtenidos con el programa Diagrammes 6.51 y se encuentran en el Anexo 6. A continuación, se presentan los diagramas hidroquímicos.

8.3.2.4.1. Diagrama de Stiff

De acuerdo con los resultados del diagrama de Stiff (Figura 8.26) y mapas hidroquímicos de ambas temporadas (Anexo 2), se clasificaron los puntos de muestreo en relación con las diferencias de concentraciones en meq/L de los sulfatos (SO4) y cloruros (Cl), obteniendo los siguientes resultados:

- El canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2) registró las mayores concentraciones de sulfatos ($S0_4$) superiores a 6 meq/L.

- La laguna Chachas (LCha-1) y su descarga en el río Chachas (RCha-1) evaluados en mayo de 2019 registraron las menores concentraciones de sulfatos (SO_4) inferiores a 1 meq/L.

- El río Colca (RCol-1), 100 metros antes de la confluencia con el río Mamacocha, registró las mayores concentraciones de cloruros (Cl) superiores a 1 meq/L.

- Los demás cuerpos de agua registraron concentraciones de sulfatos (SO_4) entre 1 y 3 meq/L, resaltando la quebrada Subna.

Con respecto a la evaluación de las facies hidroquímicas (Anexo 6) y en relación con los criterios previamente indicados, se tiene los siguientes resultados:

Cuerpos de agua que mantuvieron su facie hidroquímica

- Canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2) y la quebrada Subna (QSub-1) en octubre de 2018 y mayo de 2019 fueron sulfatada cálcica ($S0_4$-Ca).

- El Manantial sin nombre (MSN-1), el canal de la micro central Ayo (DMCA-1) y la laguna Mamacocha (LMam-1 a LMam-4) en octubre de 2018 y mayo de 2019 fueron bicarbonatada-sulfatada cálcica (HCO_3-SO_4-Ca) que fue igual que el río Mamacocha (RMan-2 a RMan-4) en octubre de 2018.

Cuerpos de agua que cambiaron su facie hidroquímica

- Río Colca (RCol-1) en octubre de 2018 fue clorurada-sulfatada sódica-cálcica (Cl-SO_4-Na-Ca) y en mayo de 2019 cambió a sulfatada-clorurada sódica-cálcica (SO_4-Cl-Na-Ca).

- Río Colca (RCol-2) en octubre de 2018 fue bicarbonatada-sulfatada cálcica-sódica (HCO_3-SO_4-Ca-Na) y en mayo de 2019 cambió a sulfatada- bicarbonatada cálcica-sódica (SO_4-HCO_3-Ca-Na).

- La Laguna Chachas (LCha-1) en octubre de 2018 fue sulfatada cálcica (SO_4-Ca) y en mayo de 2019 cambió a bicarbonatada-sulfatada cálcica (HCO_3-SO_4-Ca) que fue igual a su descarga en el río Chachas (RCha-1).

El cambio espacial más resaltante de las facies hidroquímicas ocurrió en el río Colca, entre los puntos de muestreo ubicado aguas arriba (RCol-1) y abajo (RCol-2) de la confluencia con el río Mamacocha.

De otro lado, los cambios temporales (disminución de concentración de iones de octubre 2018 a mayo 2019) más sobresalientes de las facies hidroquímicas (Figura 8.26) se observaron en el río Colca (RCol-1) y la laguna Chachas (LCha-1).

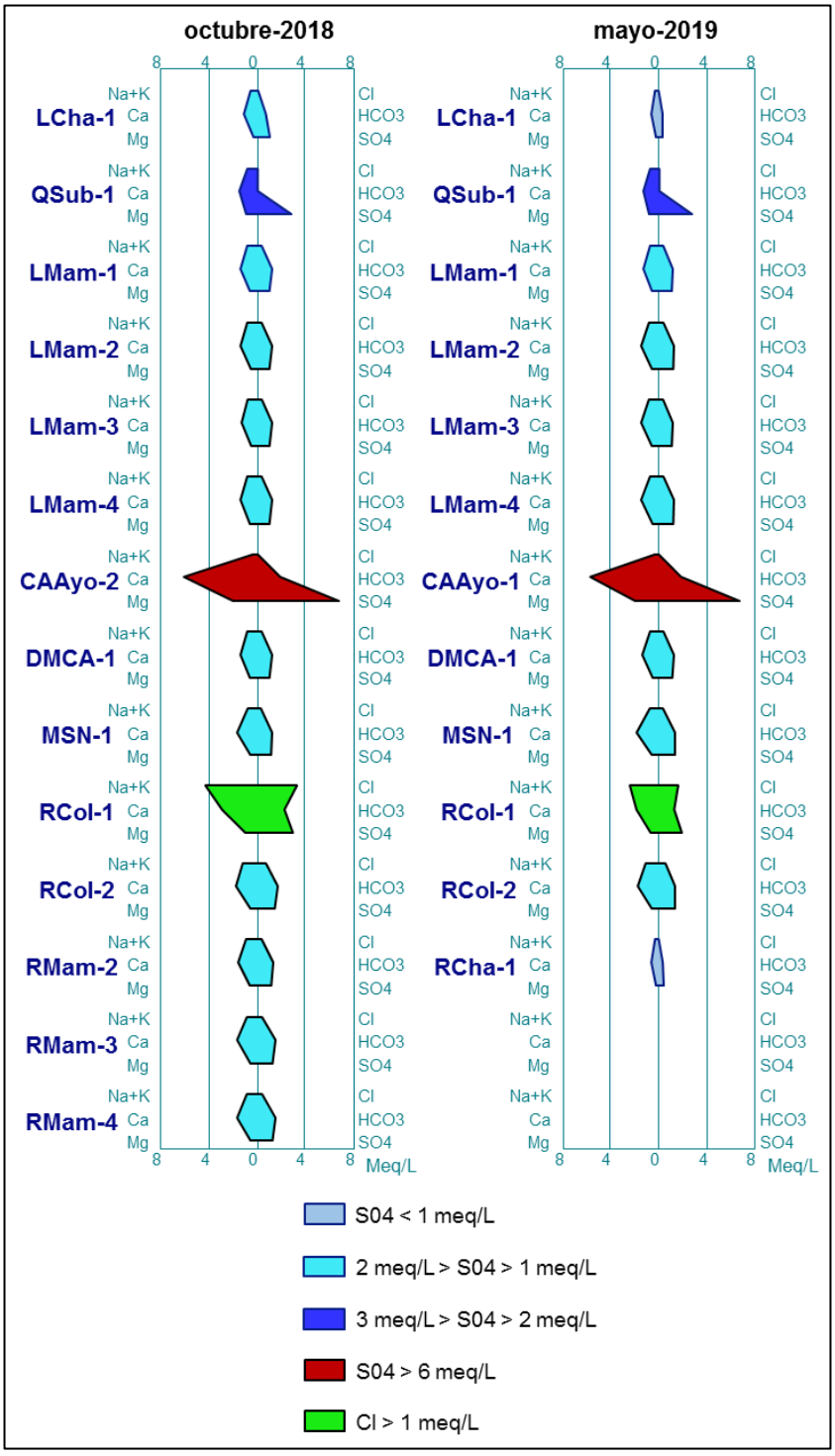


Figura 8.26. Diagrama de Stiff de los puntos de muestreo evaluados en octubre 2018 y mayo 2019

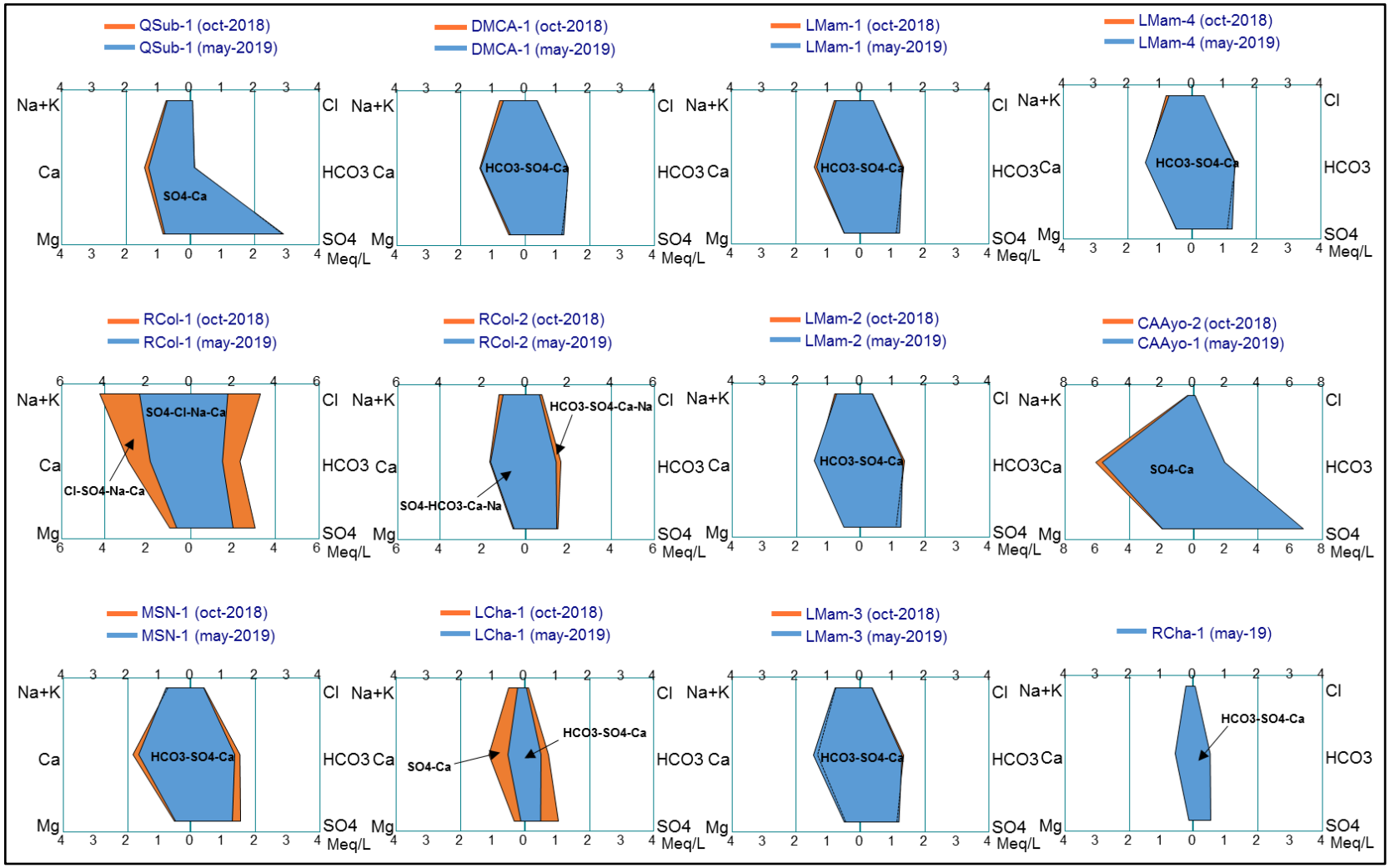


Figura 8.27. Diferencia temporal del diagrama de Stiff de los puntos de muestreo evaluados en octubre 2018 y mayo 2019

8.3.2.4.2. Diagrama de Piper

El diagrama de Piper modificado que se presenta en la Figura 8.28 muestra las diferencias de las relaciones iónicas del canal Ayo (CAAYo-1 y CAAyo-2), la quebrada Subna (QSub-1), el río Colca (RCol-1) con respecto a los demás puntos de muestreo de las lagunas, manantiales y ríos (incluye el río Colca en RCol-2).

Los cambios en la relación de porcentajes observadas en el triángulo de cationes, se observó en el río Colca, que cambió - en octubre de 2018 y mayo de 2019- de sódica-cálcica (Na-Ca) a cálcica-sódica (Ca-Na) de aguas arriba (RCol-1) a aguas abajo (RCol-2) de la confluencia con el río Mamacocha, respectivamente.

En caso de las relaciones de porcentajes en el triángulo de aniones, se observó que, de octubre de 2018 a mayo de 2019, el río Colca en RCol-1 cambió de clorurada-sulfatada ($Cl\text{-}SO_4$) a sulfatada-clorurada ($SO_4\text{-}Cl$) cuyos porcentajes variaron de 33,0 a 38,4 % y en RCol-2 cambió de bicarbonatada-sulfatada ($HCO_3\text{-}SO_4$) a sulfatada-bicarbonatada ($SO_4\text{-}HCO_3$) cuyos porcentajes variaron de 38,7 a 42,2 %, respectivamente.

Asimismo, la laguna Chachas (LCha-1) cambió de sulfatada (SO_4) a bicarbonatada-sulfatada ($HCO_3\text{-}SO_4$). Cabe resaltar, que, en mayo de 2019, la laguna Chachas cambió a sulfatada-bicarbonatada ($SO_4\text{-}HCO_3$) en su descarga en el río Chachas (RCha-1), cuyos porcentajes de los citados aniones variaron de 46,5 a 49,1% (Anexo 6).

De otro lado, el diagrama de Piper muestra circunferencias de cada punto de muestreo cuyo diámetro es igual a 7 veces la concentración de los sólidos disueltos totales (SDT) calculado (ecuación a.b), el cual tiene buena correlación con los SDT medido por el laboratorio de ensayo[36].

Al respecto, se muestra que la concentración de los SDT calculado del río Colca (RCol-1) en octubre de 2019 es similar al canal Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2). En tanto, en la quebrada Subna (QSub-1) tuvo aproximadamente la mitad de concentración de los SDT calculado que el canal Ayo, y fue similar a las concentraciones del río Colca (RCol-2) en ambas temporadas.

Además, otra observación importante es la disminución de los SDT calculado en el río Colca de octubre de 2018 a mayo de 2019, mientras que las menores concentraciones de SDT se observaron en la laguna chachas (LCha-1) en ambas temporadas y en su descarga en el río Chachas (RCha-1) en mayo de 2019.

[36] Los sólidos disueltos totales (SDT) calculado esta relacionado linealmente con los SDT medido mediante la Ecuación 8.3 con un R^2 mayor a 0,95.

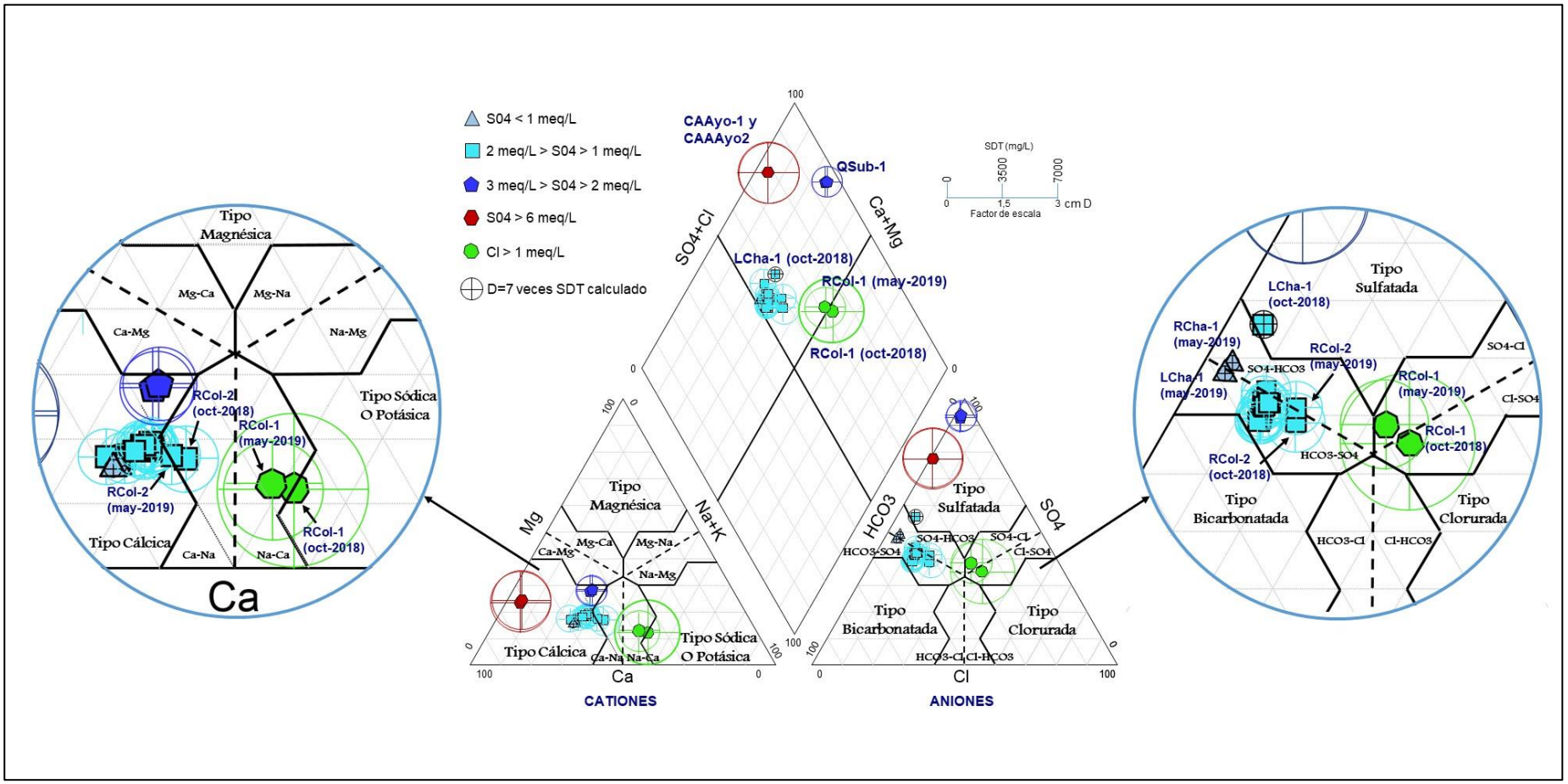


Figura 8.28. Diagrama de Piper

8.3.2.4.2. Diagrama de Gibbs

De acuerdo al diagrama de Gibbs, presentado en las Figuras 8.29 y 8.30, muestra las diferencias de los índices iónicos con los sólidos disueltos totales (SDT) del canal Ayo (CAAYo-1 y CAAyo-2) y el río Colca (RCol-1) en octubre de 2018 y mayo de 2019, y la laguna Chachas (LCha-1) con su descarga en el río Chachas (RCha-1) en mayo de 2019 en relación a los demás puntos de muestreo de las lagunas, manantiales y el río Colca en RCol-2 (aguas abajo de la confluencia con el río Mamacocha).

De otro lado, todas las muestras se encuentran en el rango de las reacciones de intemperismo o meteorización (dominio de roca).

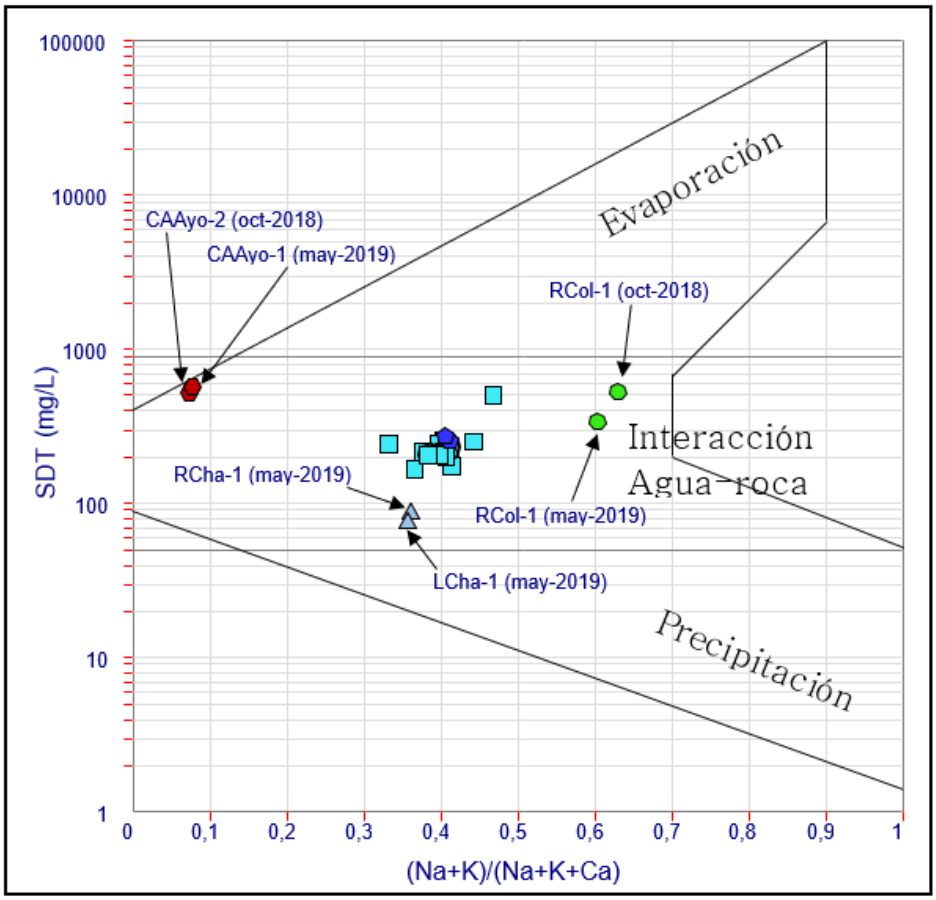


Figura 8.29. Diagrama de Gibbs (Na+K/Na+K+Ca vs SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

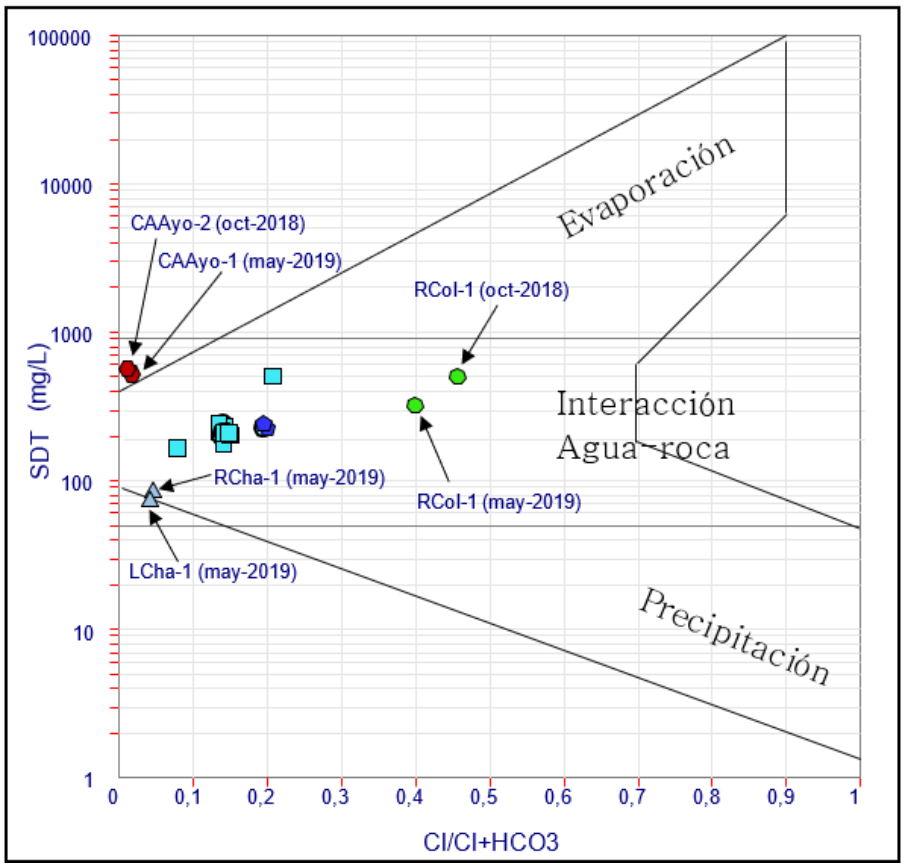


Figura 8.30. Diagrama de Gibbs (Cl/Cl+HCO3 vs SDT) de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

8.3.2.4.2. Diagrama de Scatter

La predominancia química de los puntos evaluados en la laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4) y el manantial (MSN-1) fue relacionada con la evolución de los flujos subterráneos mediante el diagrama de Scatter. Los flujos de la resurgencia en la laguna Mamacocha y manantial se caracterizan por ser del tipo local tal como se muestra en la Figura 8.31.

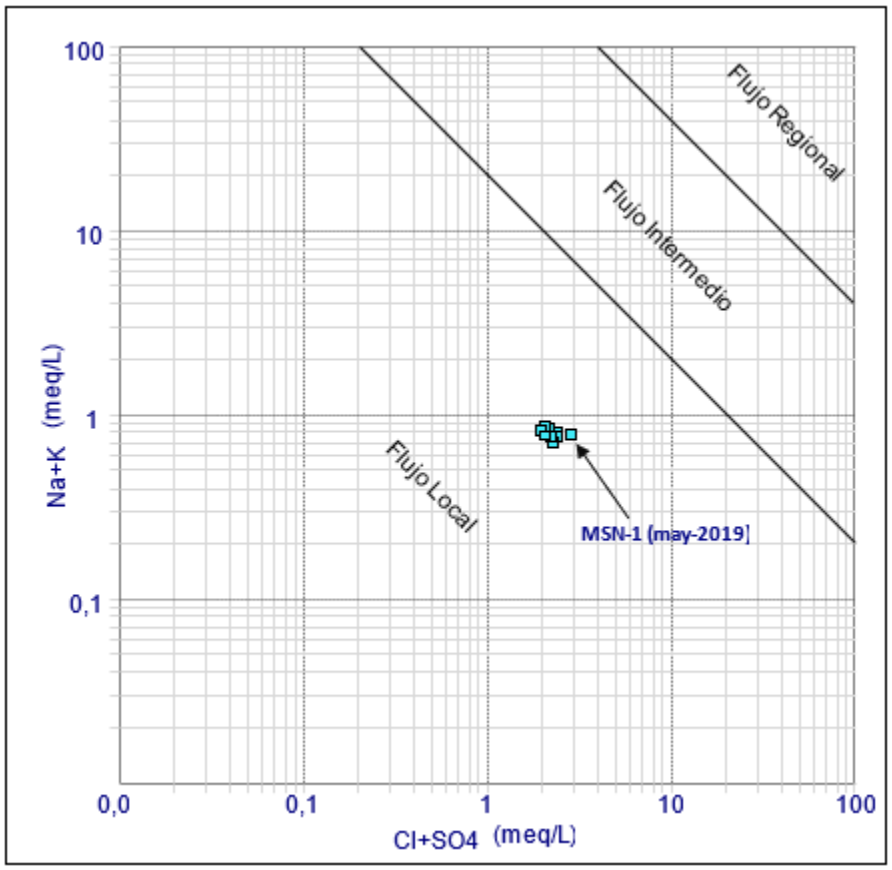


Figura 8.31. Diagrama de Scatter

8.3.2.4.2. Diagrama de Korjinski

Estos diagramas muestran campos de diversos colores (naranja, verde, morado, celeste, amarillo y rosado), los cuales ubican a los puntos de muestreo en dominios en equilibrio o casi en equilibrio de minerales secundarios compuestos de silicio con metales alcalinos y aluminio.

Al respecto, de acuerdo con la Figura 8.32a, todos los puntos de muestreo del canal de riego Ayo (CAAYo-1 y CAAyo-2), la descarga de la laguna Chachas (LCha-1) y el río Chachas (RCha-1) estuvieron en el campo de la estabilidad de la caolinita - Al2Si2O5(OH)4, mientras los demás puntos de muestreo estuvieron en el campo de estabilidad de la pirofilita - Al2Si4O10(OH)2. Cabe señalar que el río Colca en RCol-1, aguas arriba de la confluencia con el río Mamacocha, en octubre de 2018 se encuentra cerca del campo de estabilidad de la albita - NaAlSi3O8.

Con respecto a la Figura 8.b, los puntos de muestreo en los ríos Colca (RCol-1 y R-Col2) en ambas temporadas y Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4) en octubre de 2018 se encuentra en el campo de estabilidad de la microclina ($KAlSi_3O_8$).

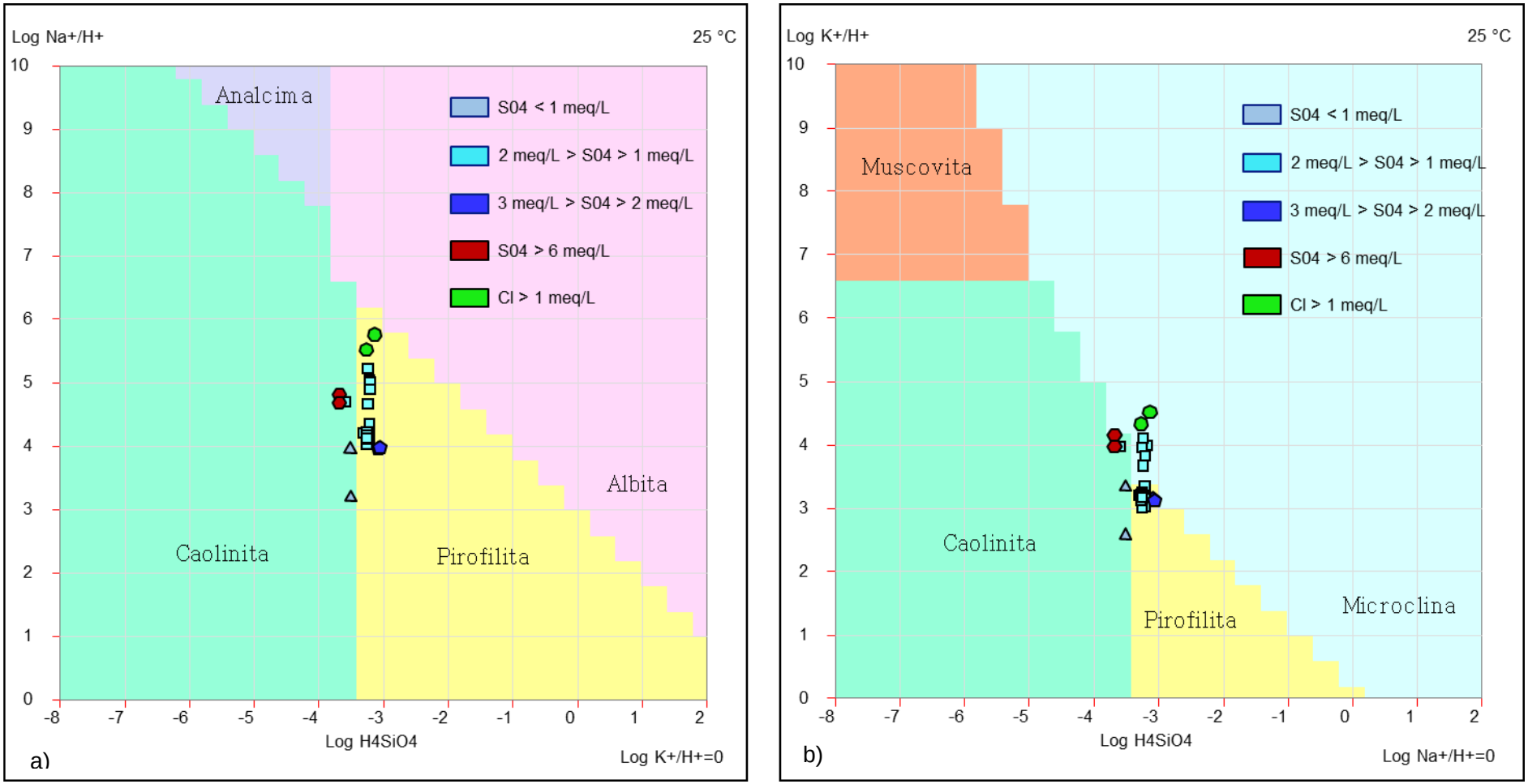


Figura 8.32. Diagrama Korjinski a) Log H4SiO4 vs Log Na+/H+ y b) H4SiO4 vs Log K+/H+ de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019

8.3.3. Caracterización geológica

El desarrollo de esta sección contiene la descripción de las unidades litoestratigráficas, rocas intrusivas y el contexto estructural, que abarca el área de influencia del proyecto Laguna Azul.

El basamento corresponde a las sedimentarias (clásticas y calcáreas) de edad Jurásica-Cretácica, instruido por stocks de granito, tonalita de la Súper Unidad Tiabaya. Estas rocas son cubiertas de forma discordante por conglomerados de la Formación Huanca y rocas volcanoclásticas de la Formación Orcopampa y el Grupo Barroso. Los depósitos cuaternarios pleistocenos corresponden a material glaciar y conos aluviales.

El evento volcánico predominante en esta microcuenca corresponde a las lavas y tefras del Grupo Andahua depositados en el fondo del valle desde Andahua hasta el río Colca. Finalmente, se observó depósitos cuaternarios recientes (aluvial, coluvial-deluvial y fluvial) distribuidos en laderas y en el fondo de los valles. La secuencia de formación en el tiempo se muestra en la columna estratigráfica de la Figura 8.33.

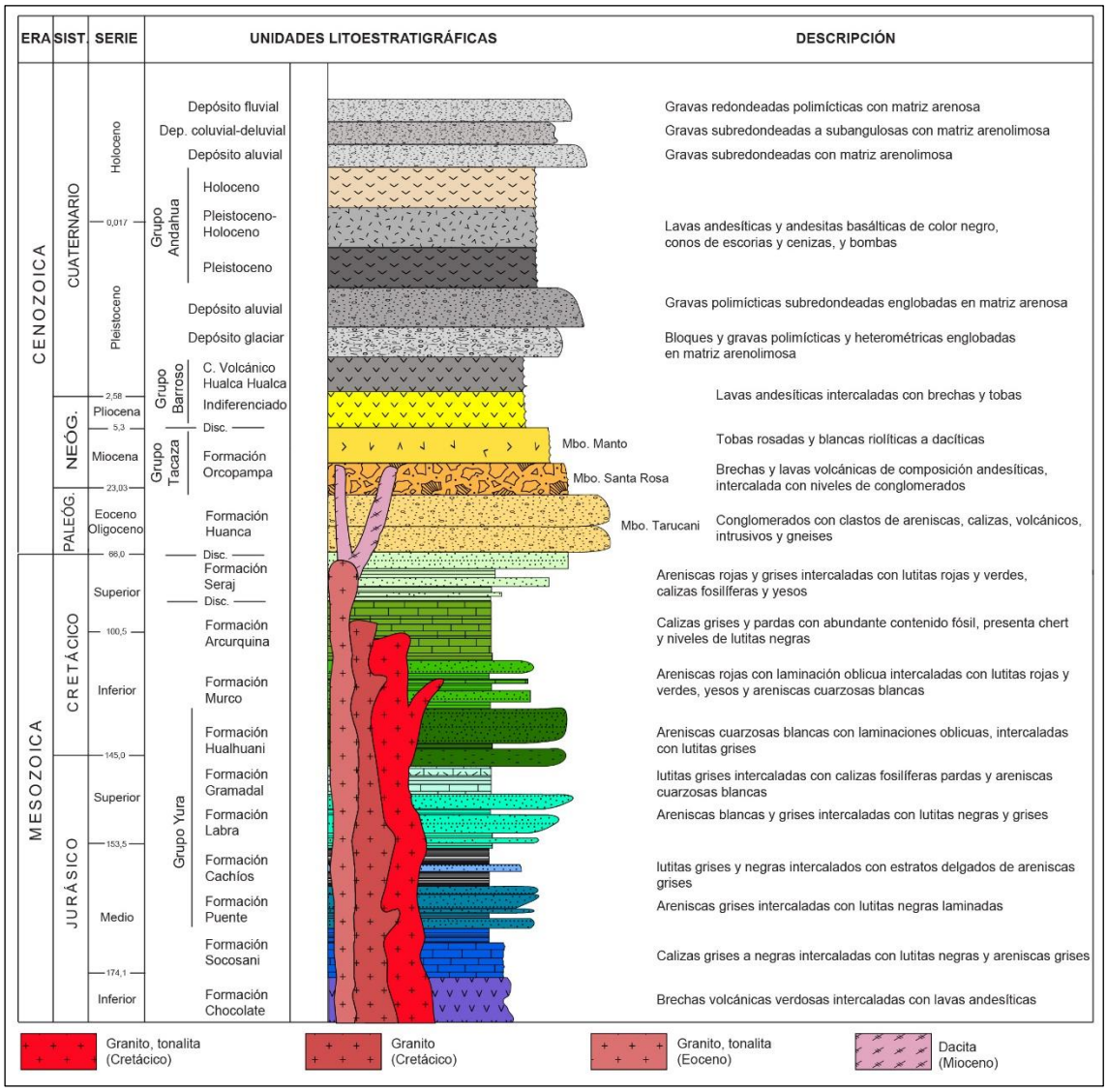


Figura 8.33. Columna estratigráfica de las unidades geológicas en la microcuenca del río Mamacocha

8.3.3.1. Litoestratigrafia

A. Formación Chocolate

Esta Formación fue definida por Jenks (1948), aflora solamente en el río Colca debido a la erosión del valle. En cuanto a la posición estratigráfica, infrayace discordante a la Formación Socosani. Litológicamente está compuesta por brechas y coladas volcánicas de composición andesítica, con coloración verdosa. Los afloramientos presentan un grosor aproximado de 200 m (Romero y Ticona, 2003).

B. Formación Socosani

Las rocas de esta formación afloran en el río Colca, laguna Mamacocha, localidad de Ayo y en el anexo de Subna. La litología consiste en calizas negras fosilíferas intercalados con limoarcillitas negras carbonosas y esporádicos niveles de areniscas, también presentan abundantes nódulos calcáreos que varían de 5 a 40 cm de diámetro (Romero y Ticona, 2003).

C. Grupo Yura

Este grupo fue descrito por primera vez por Jenks (1948), posteriormente, Benavides (1962) lo subdividida en cinco formaciones: Puente Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani; que aflora ampliamente en el río Colca, río Mamacocha y distrito Andahua.

En la cuenca del río Mamacocha aflora como basamento sobre el cual se depositaron rocas volcánicas recientes (volcánicos Orcopampa, Barroso y Andahua), estas rocas fueron intensamente deformadas por esfuerzos compresivos, lo cual dio lugar a fallas y pliegues de dirección NO-SE.

a. Formación Puente

Estas rocas afloran predominantemente en ambas márgenes del río colca, en el distrito de Ayo, alrededor de la laguna de Chachas y en el centro poblado de Soporo. Litológicamente consiste en estratos de areniscas cuarzosas grises de grano fino a medio intercaladas con limoarcillitas negras. El espesor de esta Formación varía de 600 m a 1100 metros.

En la margen derecha del río Colca (punto CG-LA-10) se reconoció estratos de areniscas feldespáticas grises y areniscas cuarzosas intercaladas con niveles delgados de lutitas negras (20 a 40 cm), además, estos estratos forman parte de un anticlinal E-O con buzamiento horizontal en la charnela y 52 ° hacia el sur en los flancos. Esta misma litología fue descrita en el punto CG-LA-06, ubicado en el canal de riego de la localidad de Ayo (Figura 8.34 a, b y c).

En el borde este de la laguna Chachas (CG-LA-11) afloran estratos de areniscas y lutitas con venillas de calcita y costras de carbonatos en fracturas, presenta buzamiento de bajo ángulo (13°) hacia el NE y limita con las lavas andesíticas del Grupo Andahua (Figura 8.34 d).



Figura 8.34. Afloramientos de la Formación Puente, en a) río Colca; b) río Mamacocha, c) Canal de riego del centro poblado de Ayo y d) borde este de la laguna de Chachas.
10,5

En la margen izquierda del río Mamacocha (cerro Canco), estos afloramientos sedimentarios se encuentran deformados, debido a fallas inversas con vergencia al SO y pliegues de dirección NO-SE (Figura 8.35). Asimismo, en la parte central del anticlinal y sinclinal afloran calizas de la Formación Socosani que se extienden por debajo de la laguna Mamacocha. En este contexto se produce la resurgencia de Mamacocha y el empozamiento de la laguna Mamacocha que posteriormente fluye superficialmente hasta la confluencia con el río Colca.

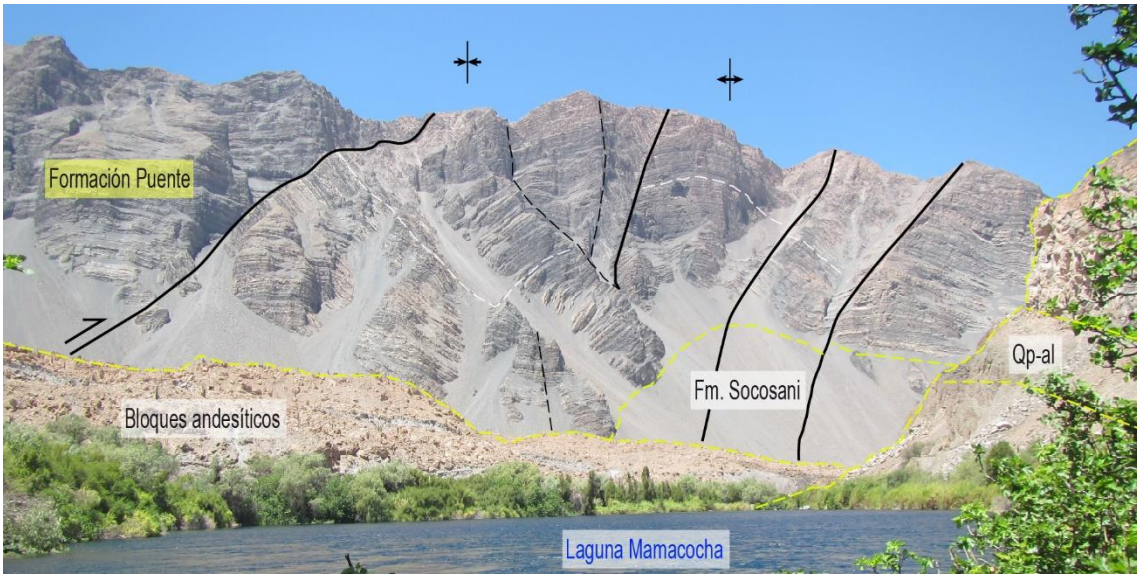


Figura 8.35. Afloramientos sedimentarios deformados de la Formación Puente en el cerro Canco

La Figura 8.36 muestra la sección geológica E-O desde el anexo Silco hasta el cerro Canco, donde se observa el basamento sedimentario clasificado como acuitardo (Peña, *et al.,* 2010). Sobre estas rocas se observó un nivel material aluvial que posteriormente fue cubierto por lavas y escorias del Grupo Andahua.

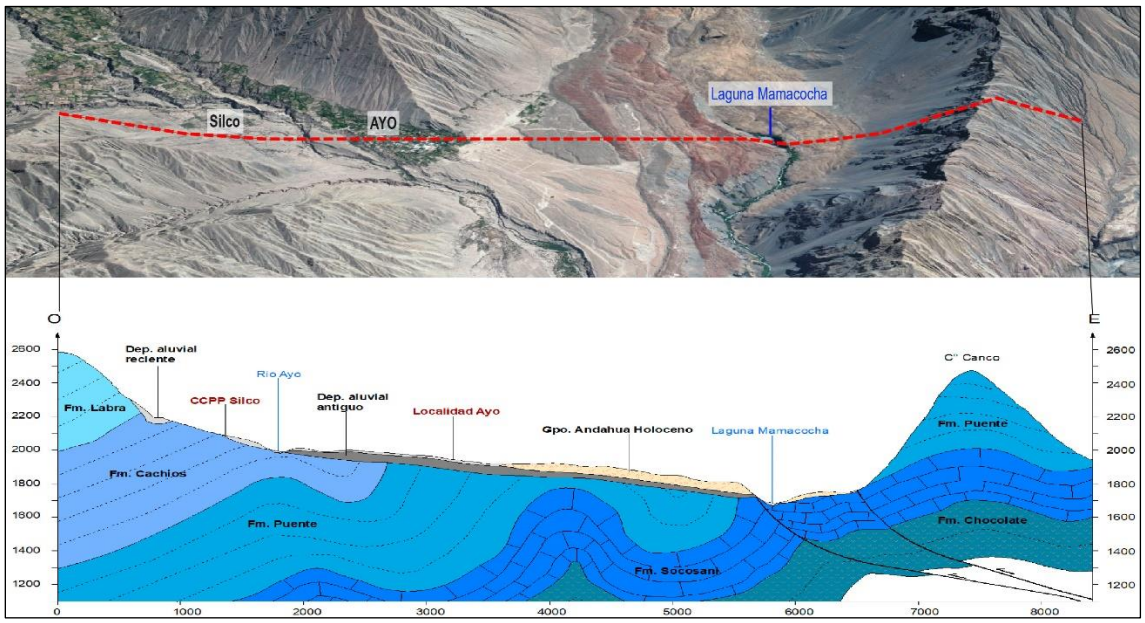


Figura 8.36. Sección geológica E-O desde el centro poblado Silco hasta el cerro Canco

b. Formación Cachios

Estas rocas afloran yacen concordantes sobre la Formación Puente en el río Colca (aguas debajo de la confluencia con el río Mamacocha), río Ayo y en el anexo Soporo. La litología consiste en limoarcillitas grises a negras con nódulos arenosos y óxidos de hierro, presentan deformación sinsedimentaria (slump) y se intercalan con estratos de areniscas de grano fino a medio. El espesor aproximado de esta Formación es de 350 m (Romero y Ticona, 2003).

c. Formación Labra

Afloran en la margen derecha del río Ayo, cerro Orospuquio y anexo Soporo. El contacto con la Formación Cachíos es progresiva. Litológicamente está constituido por areniscas cuarzosas blancas de grano fino a grueso, intercaladas con limoarcillitas negras. El espesor aproximado de esta unidad es de 1200 m (Romero y Ticona, 2003).

d. Formación Gramadal

Esta Formación yace concordante sobre los afloramientos de la Formación Labra. Litológicamente está compuesto por limoarcillitas grises, moradas, verdes y rojas, con nódulos calcáreos, también presenta estratos de areniscas cuarzosas y calizas gris claras y pardas con abundante fósil. El espesor aproximado varía de 100 m a 200 m (Romero y Ticona, 2003).

e. Formación Hualhuani

Aflora en la margen derecha del río Ayo, cerro Allcahuayta y cerca al volcán Jenchaya. Se encuentra constituido por estratos de areniscas cuarzosas blancas intercalados con niveles delgados de limoarcillitas negras. El espesor aproximado varia de 200 m a 300 m (Romero y Ticona, 2003).

D. Formación Murco

Esta Formación fue definida por Jenks (1948) y aflora de forma concordante sobre la Formación Hualhuani. Litológicamente está compuesta por limoarcillitas, limolitas, areniscas, calizas, yesos y niveles de microconglomerados. El espesor aproximado es de 400 m (Romero y Ticona, 2003).

La Figura 8.37 muestra la sección geológica que comprende desde el cerro Huillapuquio hasta la laguna Pumajallo, donde se observa las secuencias sedimentarias con buzamientos hacia el SO (lado izquierdo de la sección) que conforman el basamento sobre el cual se depositaron las lavas de los eventos magmáticos de los grupos Barroso y Andahua.

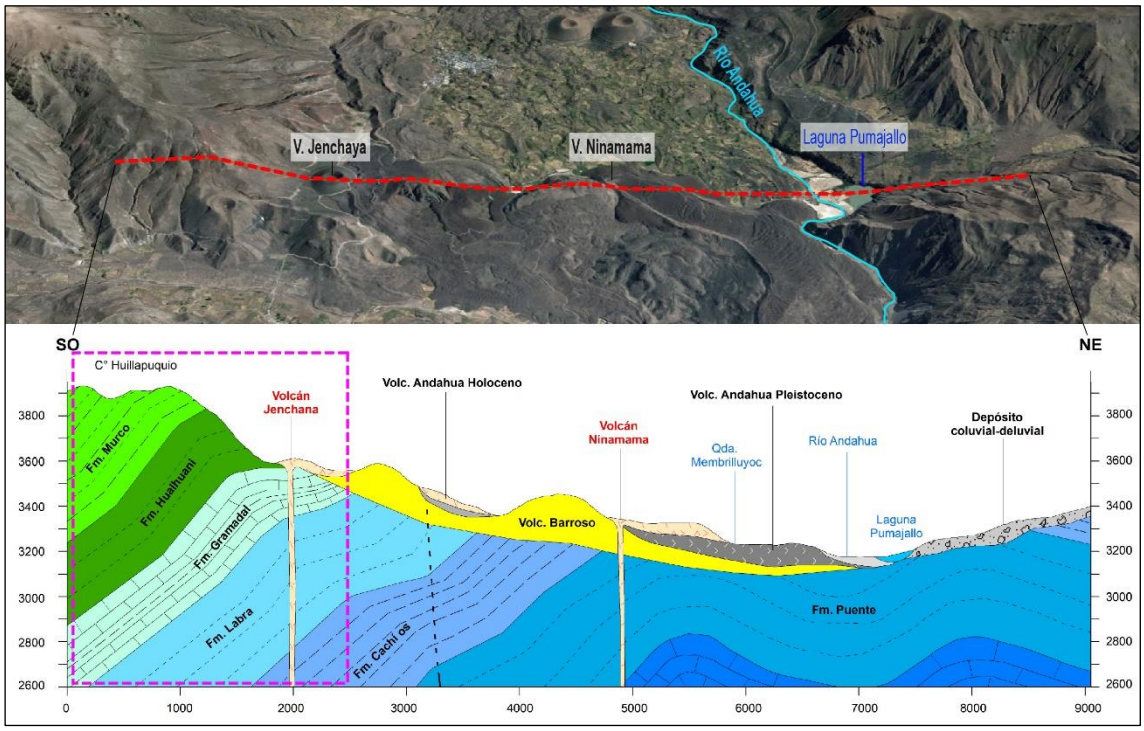


Figura 8.37. Sección geológica desde el cerro Huillapuquio hasta la laguna Pumajallo.

E. Formación Arcurquina

Descrito por primera vez por Jenks (1948), Aflora ampliamente en la margen derecha del río Ayo, en los cerros Huaychata y Huillapuquio, y en la quebrada Misahuana. La litología consiste en calizas gris oscuras a gris azuladas, margas, calizas arenosas y brechas calcáreas. Presentan abundante contenido fósil y nódulos de chert negro a beige. El espesor aproximado es de 600 m (Romero y Ticona, 2003).

F. Formación Serai

Esta denominación fue propuesta por Hosttas (1967) y Manrique (1970). Considerado por Cruz (2002) como Formación Ashua. Aflora esporádicamente en los cerros Yanahuara y Misahuana, yace discordante de forma erosional a la Formación Arcurquina y es cubierto del mismo modo por secuencias conglomerádicas Paleógenas. La litología consiste en limoarcillitas, areniscas, yesos, calizas y microconglomerados. El espesor aproximado es de 400 m (Romero y Ticona, 2003).

G. Formación Huanca

Definida por Jenks (1948), fue subdividida en 3 miembros: Querque, Huasayamayo y Tarucani. Dentro del área de estudio, solo aflora el miembro Tarucani, de forma discordante sobre la Formación Seraj en los cerros Yanahuara y Misahuana. La litología consiste en conglomerados polimícticos con clastos subredondeados de areniscas, calizas, intrusivos y gneises.

H. Formación Orcopampa

Descrito por Caldas (1993), fue dividido en 3 miembros: Santa Rosa, Manto y Aicaje. En el área de estudio el Miembro Santa Rosa aflora en el cerro Jallhua; mientras que, el miembro Manto en los cerros Yanahuara y Misahuana. En ambos casos se encuentra discordante sobre rocas sedimentarias e intrusivas. La composición litológica es brechas, lavas andesíticas, conglomerados, areniscas y lutitas, asimismo, presentan tobas soldadas dacíticas y latíticas (Romero y Ticona, 2003).

En el anexo se Subna, en la naciente de la quebrada del mismo nombre, se observó una zona de alteración hidrotermal relacionada a los volcánicos del Miembro Santa Rosa que cubre de forma discordante al intrusivo de granito-granodiorita. Estas zonas presentan arcillas y óxidos de hierro debido a la interacción de fluidos hidrotermales con las rocas volcánicas que actualmente son meteorizadas y erosionadas hacia las laderas del cerro Jallhua.

La Figura 8.38 muestra la ubicación y el emplazamiento del intrusivo que corta a secuencias Jurásicas, asimismo se aprecia niveles aluviales pleistocenos cubiertos por las coladas volcánicas de las últimas fases eruptivas del Grupo Andahua.

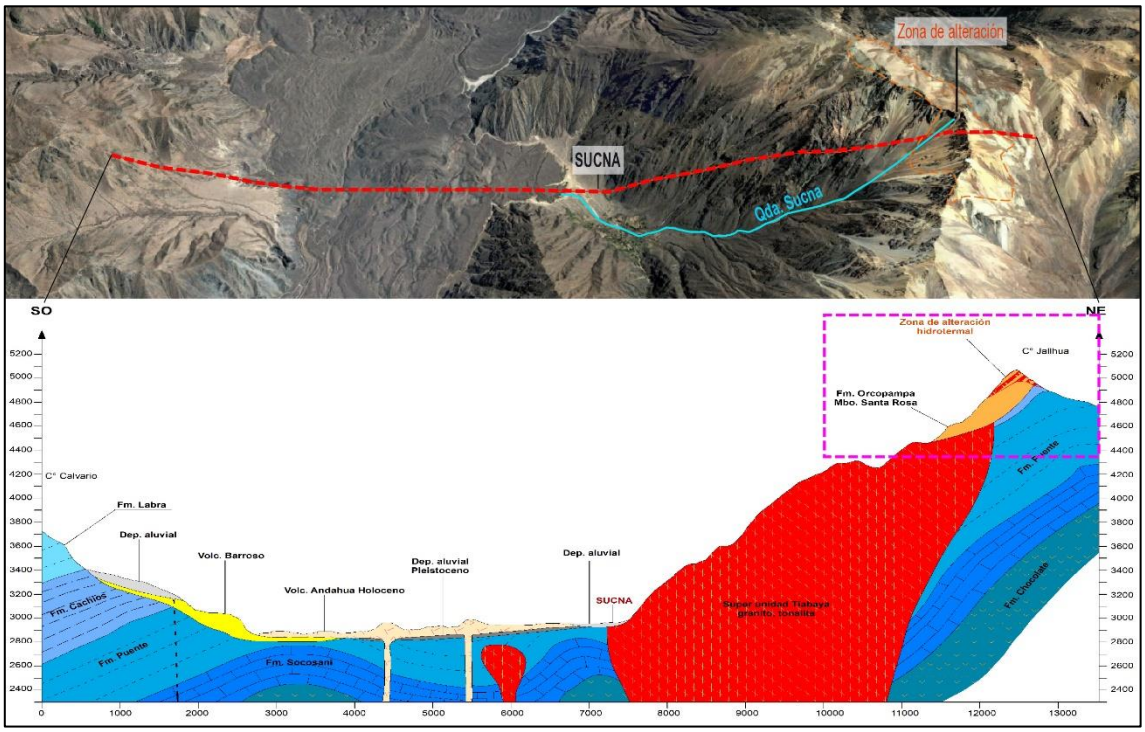


Figura 8.38. Sección geológica en el tramo del cerro Calvario hasta el cerro Jalhua

I. Grupo Barroso

Definidos por Wilson y García (1962) y Mendívil (1965), aflora en las quebradas Atoctoclla, Ojroja y Tambo. Cubren de forma discordante a las rocas sedimentarias Jurásicas-Cretácicas y

corresponden a lavas andesíticas producto del aporte de diferentes estratovolcanes ubicados aledaño al área de estudio (Romero y Ticona, 2003).

J. Depósitos cuaternarios pleistocenos

Bajo esta clasificación se consideran a los depósitos glaciares y aluviales depositados anterior a los volcánicos del Grupo Andahua, probablemente de edad Pleistocena.

En las márgenes del río Mamacocha (puntos CG-LA-03 y CG-LA-08), debajo de las lavas volcánicas del Grupo Andahua se han reconocido niveles aluviales interrumpidos con canales fluviales, compuestos principalmente por fragmentos de rocas sedimentarias (areniscas cuarzosas, lutitas y calizas negras), intrusivos (granodiorita y diorita) y volcánicos porfídicos (traquiandesita) englobados en matriz arenosa. El espesor aproximado es de 20 m (Figura 8.39).

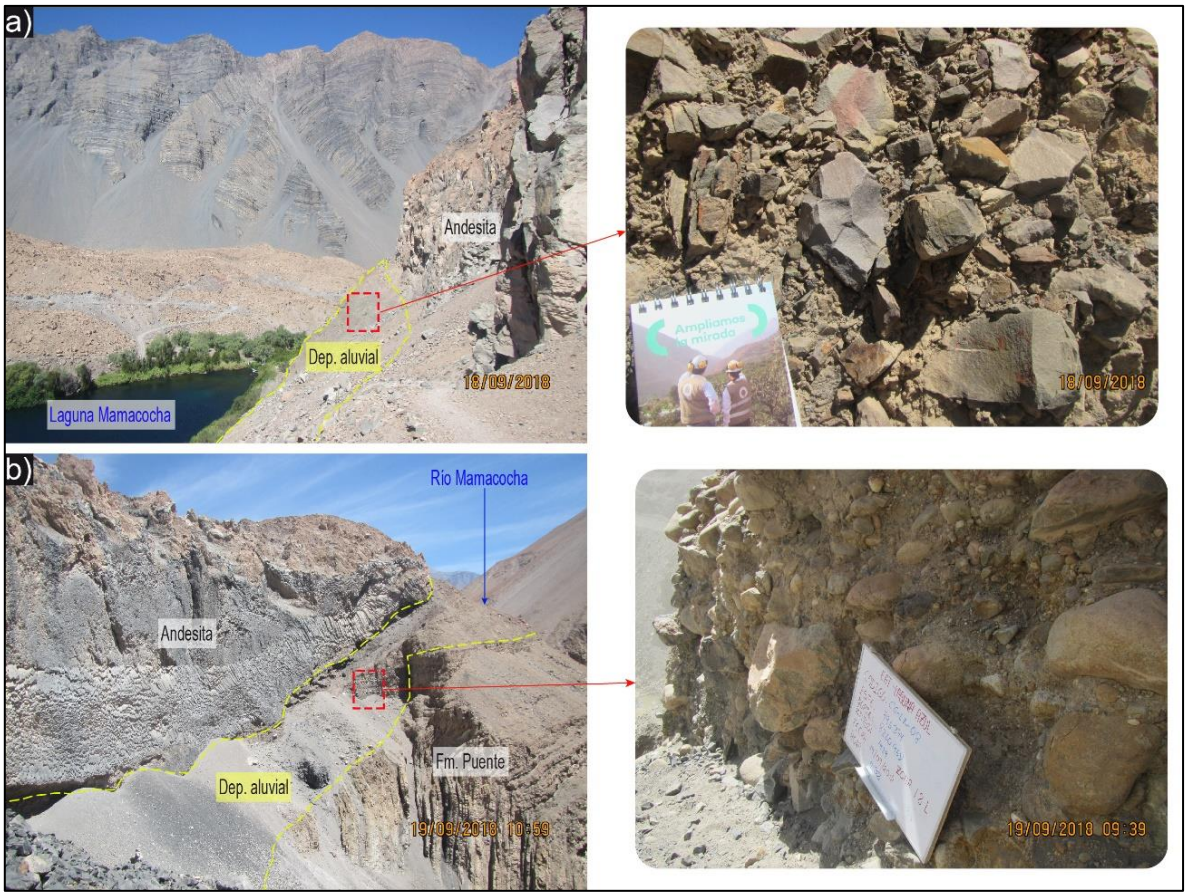


Figura 8.39. Depósitos aluviales, en a) borde oeste de la laguna Mamacocha y b) margen derecha del río Mamacocha, cerca de la confluencia con el río Colca

K. Grupo Andahua

Descrito por primera vez por Hoempler (1962) en el valle de Andahua, denominado también como «valle de los volcanes». Cubren el fondo de este valle desde el poblado de Andahua hasta el río Colca y se ubica discordante sobre rocas sedimentarias Jurásicas-Cretácias y depósitos aluviales Pleistocenos.

Galas (2009) lo clasifica en 3 miembros en función a la edad, a las lavas antiguas lo denomina Pleistoceno, lavas de edad mediana como Pleistoceno-Holoceno y lavas recientes como Holoceno. Las características de cada grupo de lavas se presentan en la Tabla 8.11.

Tabla 8.11. Características de los miembros del Grupo Andahua

N.°	Miembro	Descripción
1	Lavas antiguas (Pleistoceno)	Lavas meteorizadas, esculpidas por la erosión, cubiertas de vegetación convertidas en terrenos agrícolas. Bloques de lavas llanos. Presentan huellas de erosión glaciar.
2	Lavas de edad mediana (Pleistoceno-Holoceno)	Presentan suelos primarios con cobertura de hierbas, cactus o arbustos.
3	Lavas recientes (Holoceno)	Presenta superficies ásperas y rugosas. Las estructuras de los centros de emisión son notorios y las coladas presentan escarpas abruptas. Las plantas no son desarrolladas.

La litología de este grupo es variada, presentan lavas negras o gris oscuro en la base y rojizas en la superficie meteorizada, tefras negras, aglomerado de bombas, lavas y escorias rojas y cenizas con láminas limosas. Las lavas son de composición andesítica, basáltica y en menor proporción dacíticas, presentan plagioclasas, piroxenos, olivino, hornblenda y titanomagnetita Galas (2009). Según Hoempler, 1962, Weibel y Fejér, 1977, Venturelli *et al*., 1978, Delacour, 2002, estas lavas presentan alto contenido de potasio por lo que lo denominó latiandesitas y andesitas basálticas.

Alrededor de la laguna Mamacocha se observan lavas recientes (Holocenas) que cubren en general en discordancia erosional a rocas sedimentarias de la Formación Socosani y el Grupo Yura, además yacen sobre niveles aluviales Pleistocénicos desarrollado en la base del graven con aportes del abanico aluvial proveniente de Ayo y otra parte desde la laguna Chachas. Esta colada, en la base (CG-LA-02 CG-LA-05) consisten en lavas andesíticas grises a negras con abundantes minerales de flogopita, distribuido en niveles de 0,5 a 1 m de grosor y en superficie (CG-LA-01 y CG-LA-04) por bloques caóticos en forma de lahar, compuesto por fragmentos subangulosos de andesitas negras a pardas, andesitas escoriáceas, andesitas oxidadas y esporádicos fragmentos de areniscas, englobados en matriz limoarenosa



Figura 8.40. Afloramientos de las rocas volcánicas Holocenas del Grupo Andahua alrededor de la laguna Mamacocha

En la margen derecha del río Mamacocha, aproximadamente a 180 m antes de la confluencia con el río Colca (CG-LA-07), se aprecian lavas andesíticas y basálticas negras. Estos niveles se encuentran ligeramente estratificadas, asimismo, presenta disyunción columnar de 5 a 10 m de altura, yacen sobre depósitos aluviales Pleistocenos de aproximadamente 20 m de espesor.

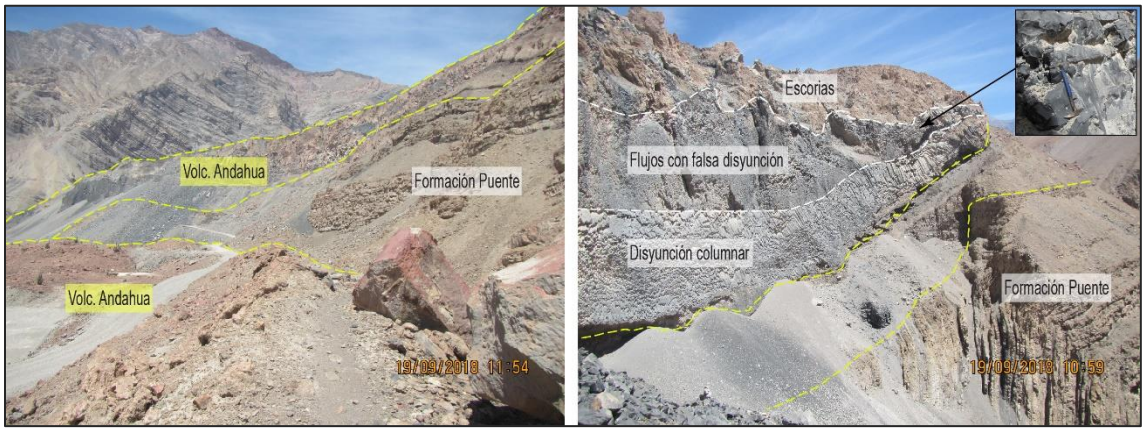


Figura 8.41. Afloramientos de las rocas volcánicas Holocenas del Grupo Andahua en la margen derecha del río Mamacocha

L. Depósitos cuaternarios Holocenos

Estos depósitos corresponden a material aluvial, coluvial-deluvial y fluvial que cubren a rocas sedimentarias, intrusivas y volcánicas. El espesor de estos depósitos es variable y se ubican en el fondo de los valles y laderas, en los ríos Colca, Ayo, Mamacocha y Andahua, alrededor de la laguna de Chachas y en el anexo Sucna. Estos depósitos están compuestos por gravas y cantos polimícticos, heterométricos, subangulosos a subredondeados, englobados en matriz arenosa, arenolimosa y limoarcillosa.



Figura 8.42. Depósitos fluviales recientes en el cauce del río Mamacocha

8.3.3.2. Rocas intrusivas

Estas rocas corresponden al Batolito de la Costa asignadas como Súper unidad Tiabaya (Cobbing, 1984). Afloran en la margen izquierda del valle Andahua, alrededor del anexo Sucna, cortando a rocas sedimentarias del grupo Yura y cubierto por lavas y flujos piroclásticos de la Formación Orcopampa. La litología de estos intrusivos consiste en granito y tonalita, constituido por minerales de plagioclasa (oligoclasa), cuarzo, flogopita, zircón, esfena, ortosa y epidota (Romero y Ticona, 2003).

En el cerro Ccolcceminas, ubicado en la margen derecha del río Ayo aflora rocas intrusivas de granito-tonalita del Plutón Huacombra, intruye a las formaciones Arcurquina, Murco y Grupo Yura y presenta cristales de ortosa, cuarzo y plagioclasa. Asimismo, en la localidad de Chachas se reportó rocas subvolcánicos de composición dacítica compuesto por cristales de feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo (Romero y Ticona, 2003).

8.3.3.3.Contexto estructural

Las estructuras geológicas corresponden a fallas inversas y pliegues de dirección NO-SE y en menor proporción hacia el NE. La actividad volcánica del Grupo Andahua estuvo controlado por estas estructuras relacionadas a esfuerzos compresivos que generaron pliegues y zonas de tensión en las rocas sedimentarias de la Formación Socosani y el Grupo Yura.

En la laguna Mamacocha se observaron varias fallas inversas de dirección NO-SE y vergencia al SO, que se extienden desde el río Colca hasta el río Ayo. Esta estructura controla el

empozamiento de la laguna Mamacocha, debido al relleno de roca molida de naturaleza arcillosa (nivel impermeable). La base de la laguna está conformada por calizas y lutitas negras de la Formación Socosani, lateralmente cubierto por lavas de andesitas, bloques de escorias y lahar.

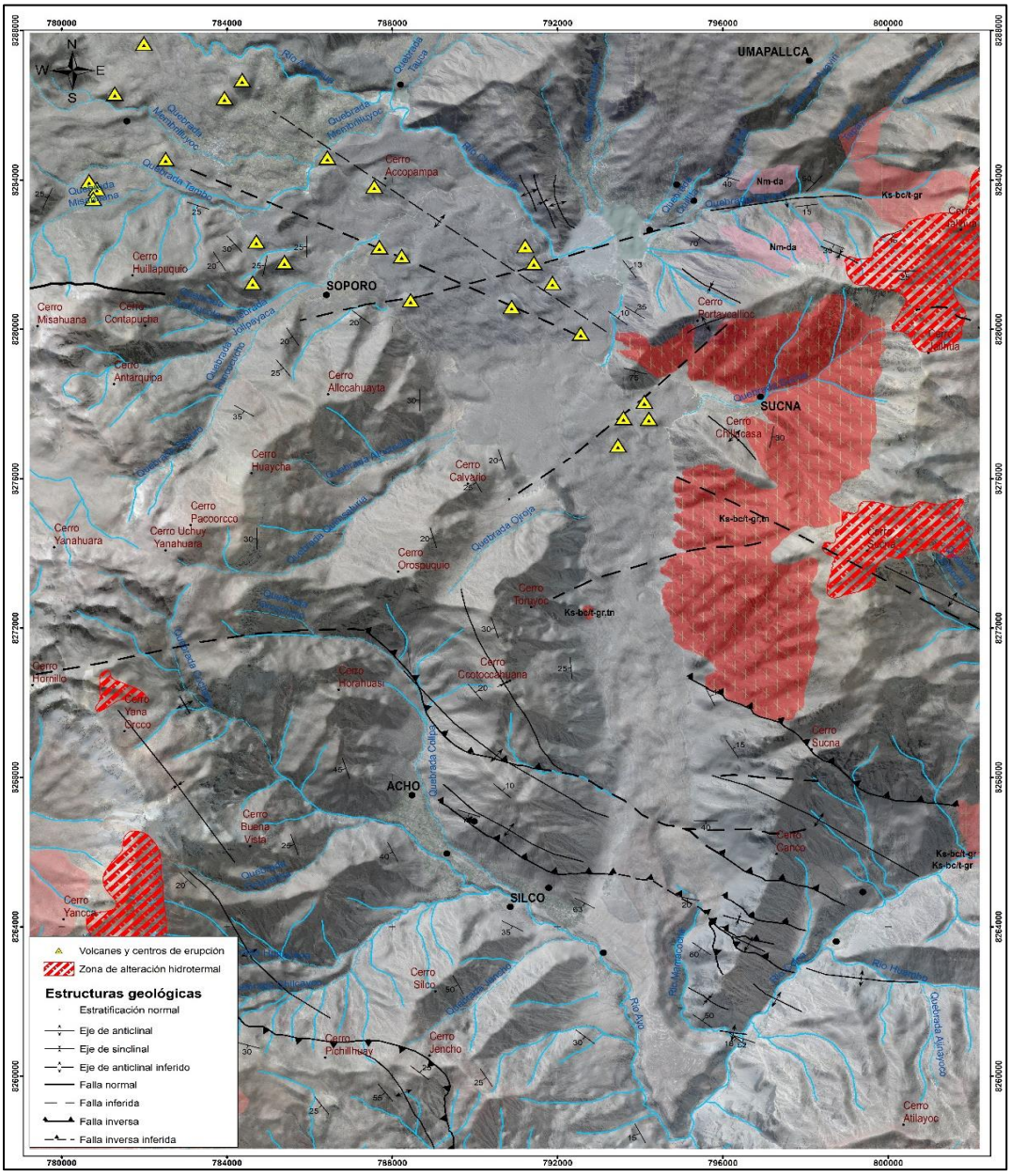


Figura 8.43. Contexto estructural del distrito de Ayo

8.3.4. Flora

Los resultados de la evaluación de flora silvestre en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul, fue desarrollado en 3 zonas: i) zona-1, que incluye la Laguna Mamacocha (EF), el tramo inicial del río Mamacocha y formaciones vegetales asociadas; ii) zona-2, que abarca gran parte de la zona media del río Mamacocha; y iii) zona-3, que corresponde a la confluencia de los ríos Mamacocha y Colca. Los resultados relacionados a la riqueza de especies, abundancia relativa, cobertura vegetal, diversidad (alfa y beta) y especies protegidas, son presentados a continuación.

8.3.4.1. Composición florística en el área de estudio

Se han identificado 74 especies de plantas vasculares (incluye datos cuantitativos y cualitativos), agrupadas en 3 clases, 41 familias botánicas y 66 géneros, más detalle en el Anexo 5. La clase Magnoliopsida (angiospermas) representa el grupo dominante con 55 especies (74,5 %), seguidas de la clase Liliopsida (angiospermas) con 15 especies (20,3 %). Y una menor diversidad presenta la clase Equisetopsida con 4 especies (5,5%) Lo antes descrito se detalla en la Tabla 8.12 y Figura 8.44.

Tabla 8.12. Número de familias, géneros y especies por cada clase registrada en el área de estudio

Clase	Familias	Géneros	Especies
Liliopsida	6	15	15
Magnoliopsida	31	47	55
Equisetopsida	4	4	4

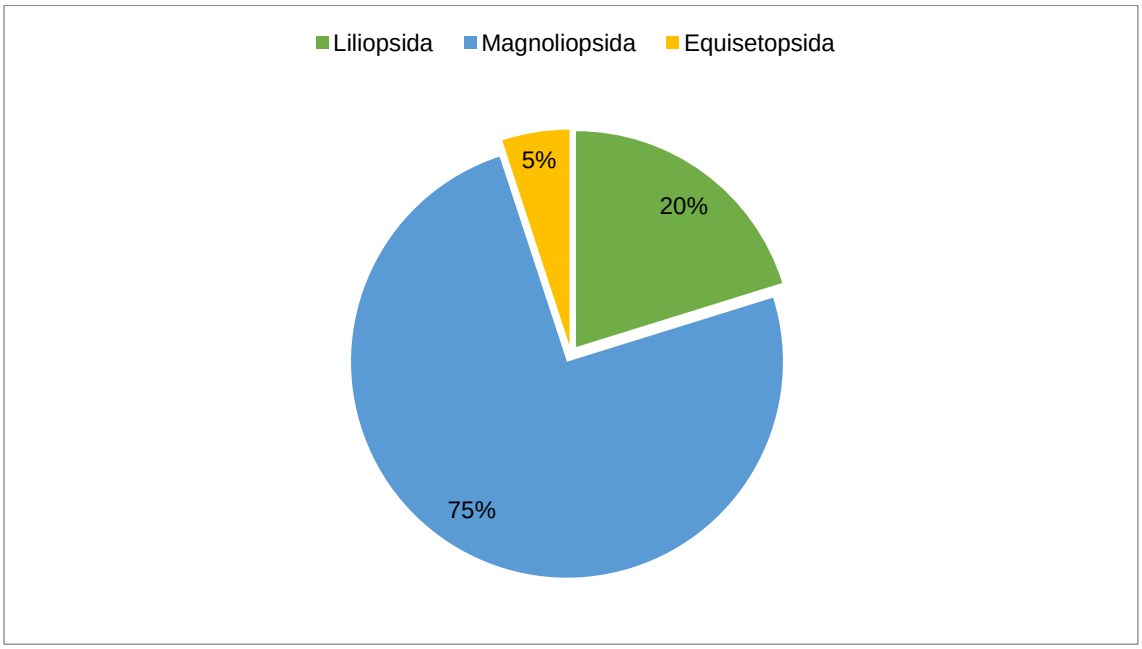


Figura 8.44. Porcentaje de especies por clase registrado en el área de estudio

Las familias más diversas fueron Asteraceae con 10 especies en 7 géneros, Poaceae con 8 especies en 8 géneros y Cactaceae con 7 especies en 7 géneros; en conjunto solo estas 3 familias agrupan el 33,78 % del total de especies, más de la cuarta parte del total presentes en el área de estudio. En general, estas familias fueron las más frecuentes (diversas) en el área que corresponde a Monte ribereño. Entre otras familias más diversas tenemos a Solanaceae, Amaranthaceae y Cyperaceae con 5, 3 y 2 especies respectivamente. Además, entre las 10 familias más diversas se agrupan el 58,11 % del total de especies registradas en el área de estudio (Figura 8.45)

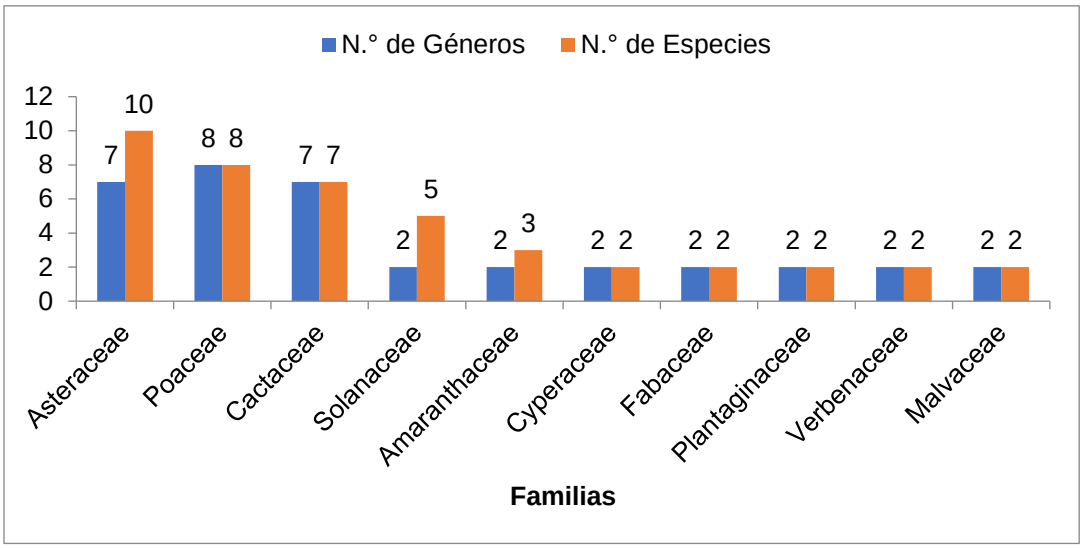


Figura 8.45. Familias más diversas, indicando número de géneros y especies, registradas en el área de estudio

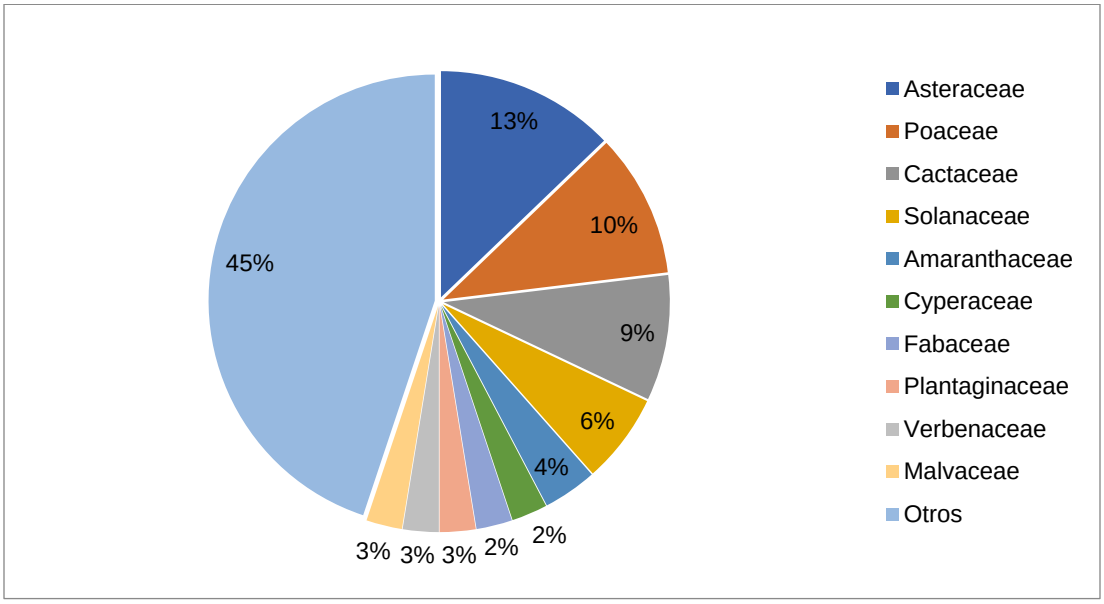


Figura 8.46. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio

El área de estudio al estar asentado en terreno volcánico presenta características inusuales a otros ecosistemas, principalmente por su topografía accidentada e irregular, una muestra de ello es su composición florística, en ella muestra a familias y géneros con especies únicas. Es así que, los géneros con mayor número de especies fueron *Solanum* con 4 especies y *Amaranthus, Baccharis, Plantago, Sonchus y Viguiera* únicamente con 2 especies. Las 60 especies restantes son unicadas (Figura 8.47).

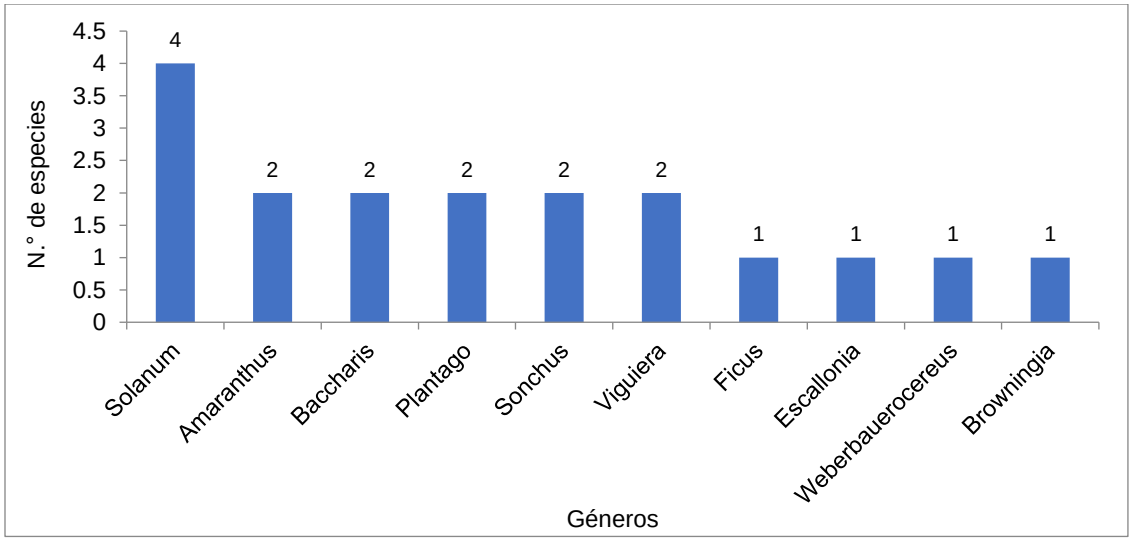


Figura 8.47. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio

Es importante recalcar que, dentro de las 60 especies se registran especies arbóreas (monte ribereño), importantes por su cobertura vegetal, entre ellas: *Schinus molle* «molle», *Ficus carica* «higo», *Sapindus saponaria*, *Citrus limón* «limón» y *Escallonia angustifolia*. Además de arbustiformes y arbustos, otras especies como *Neoraimondia arequipensis* y *Arundo donax* (carrizo). Siendo la formación vegetal de hierbas la mejor representada (Figura 8.48).

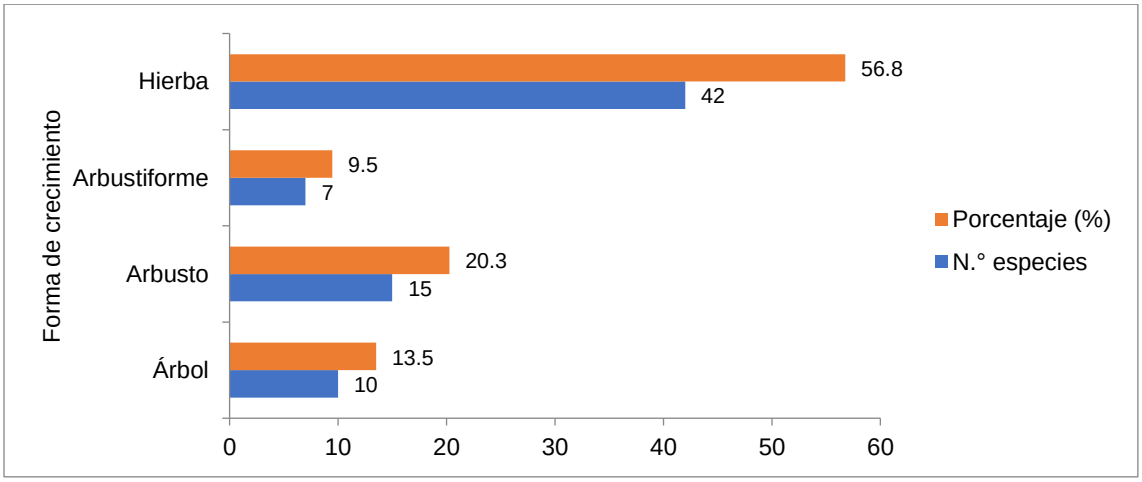


Figura 8.48. Familias con mayor porcentaje de especies, por encima del 2 % de especies registradas en el área de estudio

8.3.4.2. Composición florística por formación vegetal

En el área de estudio se identificaron 2 formaciones vegetales, las mismas que se detallan a continuación.

a. Monte ribereño

El monte ribereño es una entidad biogeográfica conocida también con el nombre de provincia ribereña o fluvial y está constituida por la vegetación que crece en las orillas y en las proximidades de los ríos que surcan de trecho en trecho (Sagástegui, 1976). Es así que, los resultados de la composición de la flora silvestre correspondiente a monte ribereño es la más diversa, respecto a la formación vegetal de matorral desértico ya que la primera está representada por 64 especies, distribuidas en 58 géneros y 37 familias (Figura 8.49).

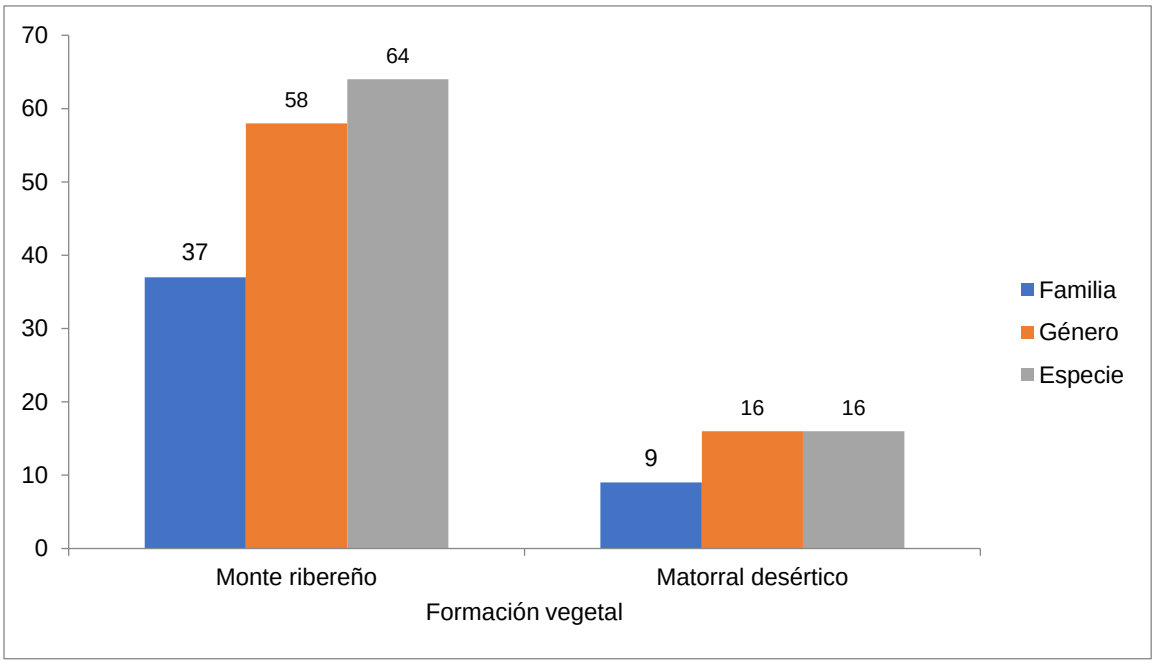


Figura 8.49.Número de especies, géneros y familias presentes en las dos formaciones vegetales presentes en el área de estudio

b. Matorral desértico

El relieve por lo general es abrupto, con escasas áreas onduladas a suaves, desarrollándose suelos superficiales de tipo Litosoles; donde se torna más suave la topografía y aparecen grupos de suelos de naturaleza calcárea más profundos y con impregnación volcánica, como en Arequipa. La vegetación es escasa y xerofítica, durante las lluvias se desarrolla una cubierta temporal de hierbas gramíneas pasajeras; las cactáceas son escasas, en las laderas escarpadas son frecuentes las «achupallas» y la «pacpa». A lo largo de cursos de agua se encuentran «sauce», «aliso», «chilca» y «pájaro bobo» (ONERN, 1976). Asimismo, los resultados de la evaluación muestran, que esta formación vegetal está representada por 16 especies, que forman parte de 16 géneros y 9 familias (Figura 8.49). Donde las especies de la familia Cactaceae es la más predominante, entre ellas la especie *Neoraimonia arequipensis*.

8.3.4.3. Curva de acumulación de especies

a. Curva de acumulación de toda la evaluación

De acuerdo al análisis de la curva de acumulación de especies con los datos obtenidos de los transectos evaluados, muestran que la curva se ajusta bien al modelo exponencial (R=0,9986) y que el número máximo de especies predicho es de 83. No se llegó a obtener una curva asintótica, pero estuvo cerca (Tabla 8.13 y Figura 8.50). La evaluación representa el 79,21 % de la flora silvestre total estimada para el área de estudio. Sin embargo, se puede observar que con la evaluación cualitativa se logra registrar un número muy cercano al predicho (74 especies) por el modelo. Esto muestra la importancia de realizar muestreos cualitativos para complementar a los de la evaluación cuantitativa. Por lo tanto, los datos obtenidos en este estudio fueron estadísticamente significativos.

Tabla 8.13. Número de familias, géneros y especies por cada clase registrada en el área de estudio

Modelo	Formula	a	b	a/b	Porcentaje
Exponencial	$(a/b)\ (1 - e^{-bt})$	9.59396	0.115149	83.317991	100%
Resultado total de evaluación				66	79.214584 %

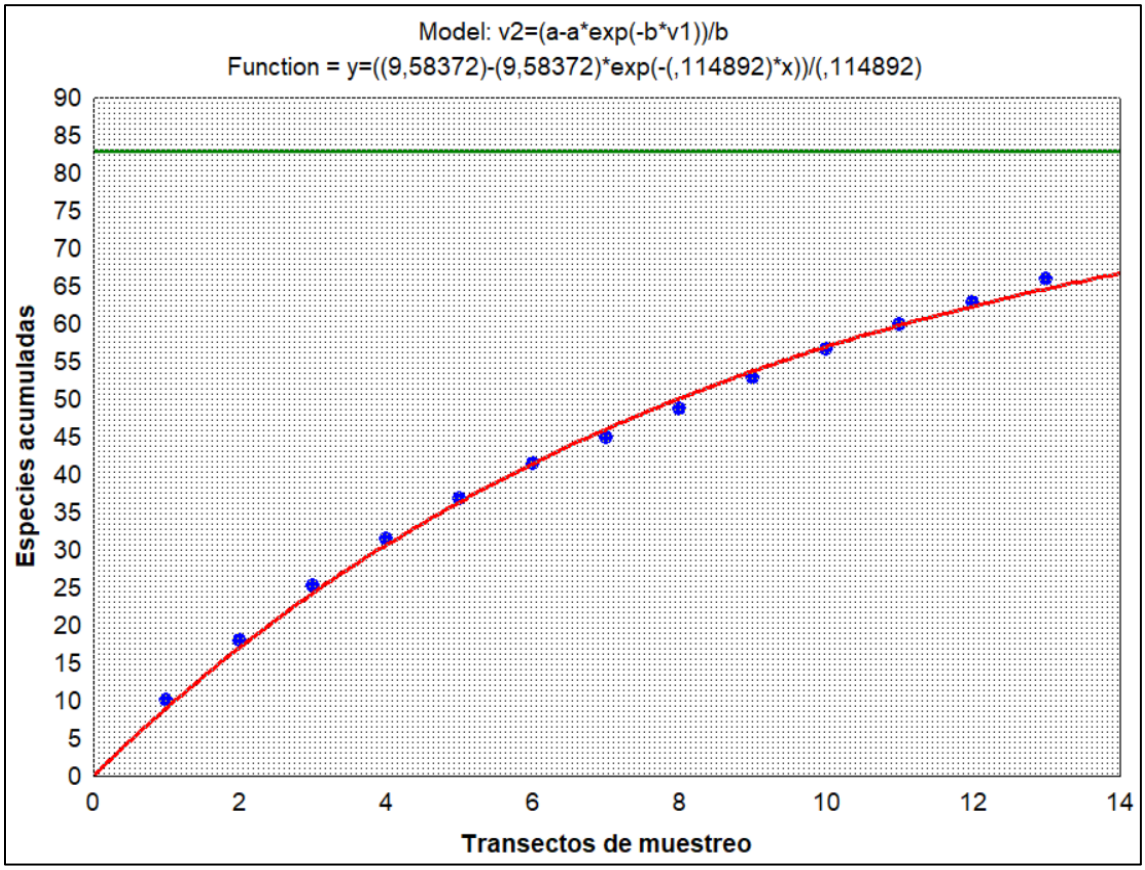


Figura 8.50. Curva de acumulación de especies presentes en las 3 zonas del área de evaluación

8.3.4.4. Composición y abundancia relativa por zona evaluada

En el área de estudio se evaluaron 3 zonas, cada una con sus formaciones vegetales asociados, las mismas que se detallan a continuación en la Figura 8.51.

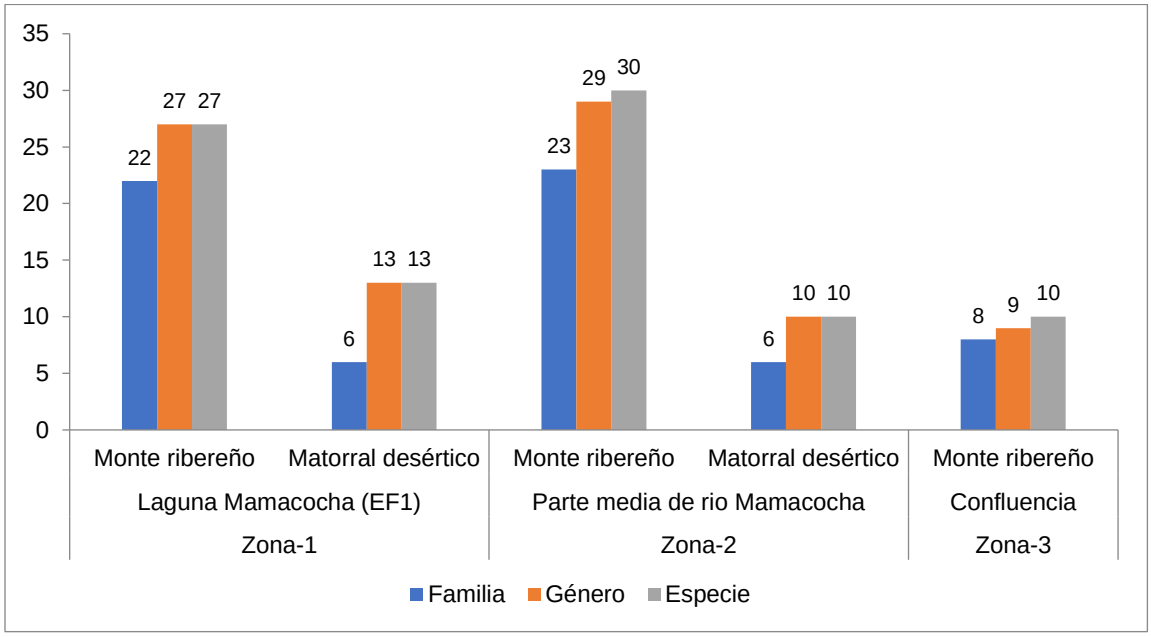


Figura 8.51. Composición florística y sus formaciones vegetales de las 3 zonas en el área de evaluación

a. Curva de acumulación de toda la evaluación

Esta zona incluye a la laguna Mamacocha como ecosistema frágil (EF) y presenta 2 formaciones vegetales asociadas; i) monte ribereño y ii) matorral desértico. El resultado para esta zona está basado en la evaluación de 8 transectos (5 en monte ribereño y 3 en matorral desértico). Además, se reforzó la evaluación mediante colectas generales (evaluación cualitativa) de especies que no hayan sido registradas en los transectos.

- *Zona-1*

Es así que, la zona-1 registra 38 especies agrupadas en 25 familias y 38 géneros, siendo las familias Poaceae y Cactaceae las que presentan mayor cantidad de especies, entre ellas; *Aristida adscensionis*, *Arundo donax*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis cilianensis*, *Pennisetum clandestinum* y *Setaria verticillata* (Poaceae) y *Browningia candelaris*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Haageocereus pluriflorus* y *Weberbauerocereus rauhii* (Cactaceae).

Asimismo, la formación vegetal monte ribereño presenta 27 especies agrupadas en 22 familias y 27 géneros, donde las familias más representativas son Poaceae y Asteraceae cada una con 3 especies. Del mismo modo, la formación vegetal matorral desértico está conformado por 13 especies agrupadas en 6 familias y 13 géneros, donde las familias con más especies son Cactaceae y Poaceae cada una con 5 y 4 especies respectivamente (Figura 8.52).

Si bien la riqueza de especies en un determinado lugar es importante, la abundancia de estas especies representa datos ecológicamente trascendentales para la caracterización florística de

un determinado lugar. En ese sentido, la zona-1 presenta a las especies *Schinus molle* «molle» y *Ficus carica* «higo» como las especies con mayor abundancia relativa, principalmente por ser de habito arbóreo y, *Arundo donax* «carrizo», *Pennicetum clandestinum* «pasto» y *Lippia nodiflora* «turre hembra» (Figura 8.52).

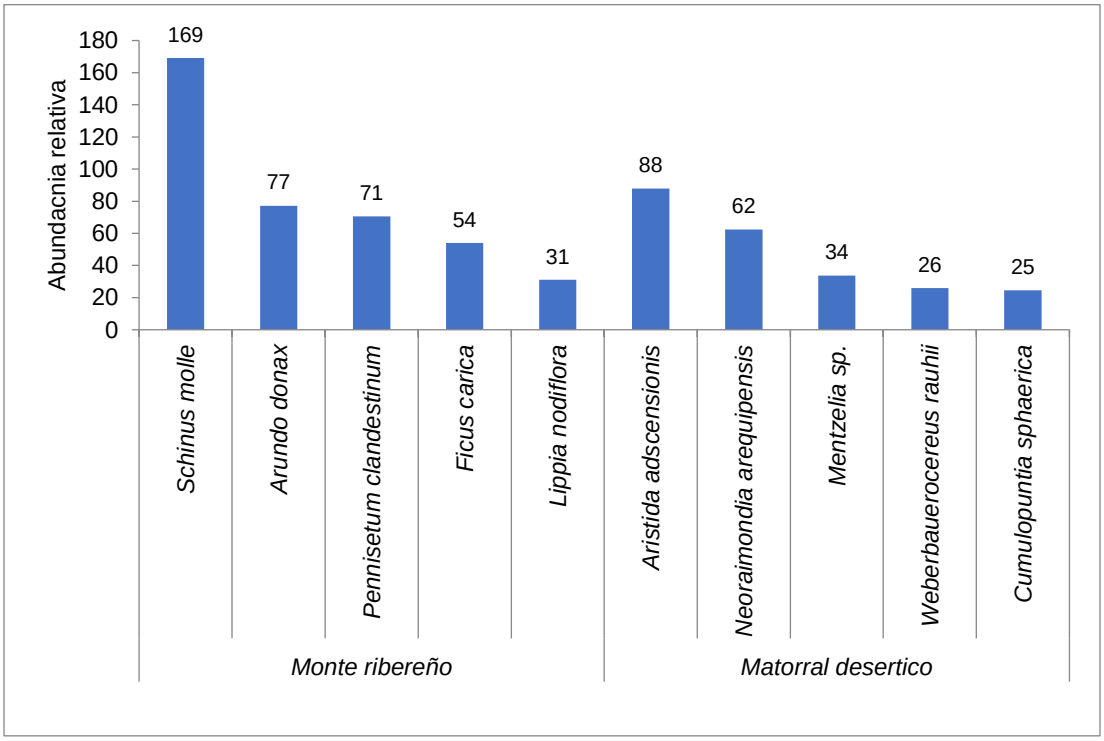


Figura 8.52. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-1

Asimismo, la abundancia relativa de la formación vegetal matorral desértico está bien representada por las especies de la familia Cactaceae como *Neoraimondia arequipensis*, *Weberbauerocereus rauhii* y *Cumulopuntia sphaerica*. Además de las especies *Aristida adscensionis* y *Mentzelia* sp.

- *Zona-2*

Esta zona incluye a gran tramo de la parte media del río Mamacocha como ecosistema importante para la fauna silvestre presente en el área de estudio, esta zona también presenta 2 formaciones vegetales asociadas; i) monte ribereño y ii) matorral desértico. El resultado para esta zona está basado en la evaluación de 3 transectos (2 en monte ribereño y 1 en Matorral desértico). Además, se reforzó la evaluación mediante colectas generales (evaluación cualitativa) de especies que no hayan sido registradas en los transectos.

Los resultados muestran que la zona-2 presenta 39 especies agrupadas en 25 familias y 37 géneros, donde las familias más representativas son Cactaceae y Poaceae con las especies; *Browningia candelaris*, *Cylindropuntia tunicata*, *Haageocereus pluriflorus*, *Neoraimondia arequipensis*, *Opuntia ficus-indica* y *Weberbauerocereus rauhii* (Cactaceae) y *Aristida adscensionis*, *Arundo donax*, *Cortaderia jubata*, *Eragrostis cilianensis* y *Pennisetum clandestinum.*

Asimismo, la formación vegetal monte ribereño presenta 30 especies agrupadas en 23 familias y 29 géneros, donde las familias más representativas son Poaceae y Asteraceae cada una con 3 especies, seguida de Cactaceae, Cyperaceae y Solanaceae cada una con 2 especies. Del mismo modo, la formación vegetal matorral desértico está conformado por 10 especies agrupadas en 6 familias y 10 géneros, donde las familias con más especies son Cactaceae y Poaceae cada una con 4 y 2 especies respectivamente (Figura 8.53).

Respecto a la abundancia relativa en la zona 2, la formación vegetal monte ribereño presenta a las especies *Schinus molle* «molle» y *Citrus limon* «limón» como las especies con mayor abundancia relativa, principalmente por ser de hábito arbóreo y, *Opuntia ficus-indica* «tuna», *Pennicetum clandestinum* «pasto» y *Boerhavia diffusa* (Figura 8.53).

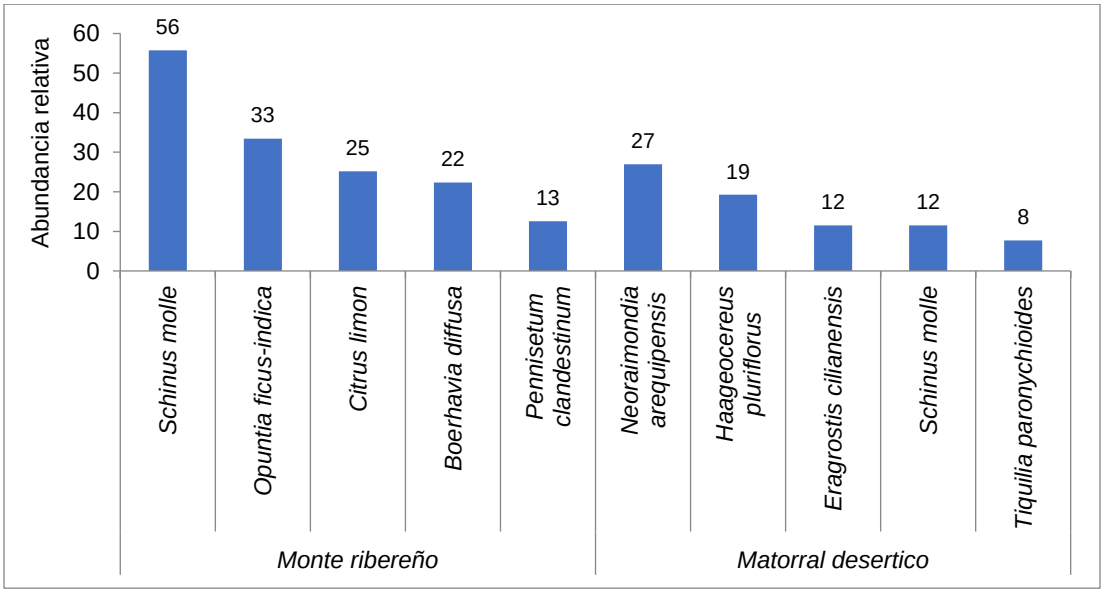


Figura 8.53. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-2

Asimismo, la abundancia relativa de la formación vegetal matorral desértico en la zona 2, está bien representada por las especies de la familia Cactaceae como *Neoraimondia arequipensis*, y *Haageocereus pluriflorus*. También, las especies *Eragrostis cilianensis* y *Tiquilia paranychioides* de habito herbáceo. Además, la presencia de *Schinus molle* «molle».

- *Zona-3*

Esta zona presenta únicamente la formación vegetal monte ribereño. El resultado para esta zona está basado en la evaluación de 2 transectos en monte ribereño. Además, se reforzó la evaluación mediante colectas generales (evaluación cualitativa) de especies que no hayan sido registradas en los transectos.

Los resultados muestran que la zona 3 formada únicamente por la formación vegetal de monte ribereño presenta 10 especies agrupadas en 8 familias y 9 géneros, donde las familias más representativas son Poaceae y Solanaceae con las especies; *Arundo donax* y *Polypogon interruptus* (Poaceae) y *Solanum aff. Arequipense* y *Solanum sp* (Solanaceae), entre otras como *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Escallonia angustifolia* (Escalloniaceae) y *Acacia macrantha* (Fabaceae) (Figura 8.54).

Respecto a la abundancia relativa en la zona-3, presenta a las especies *Arundo donax* «carrizo», *Schinus molle* «molle» y *Escallonia angustifolia* «chachacomo» como las especies con mayor abundancia relativa, principalmente por ser de habito arbóreo y, *Ricinus comunis* «higuerilla» (Figura 8.54).

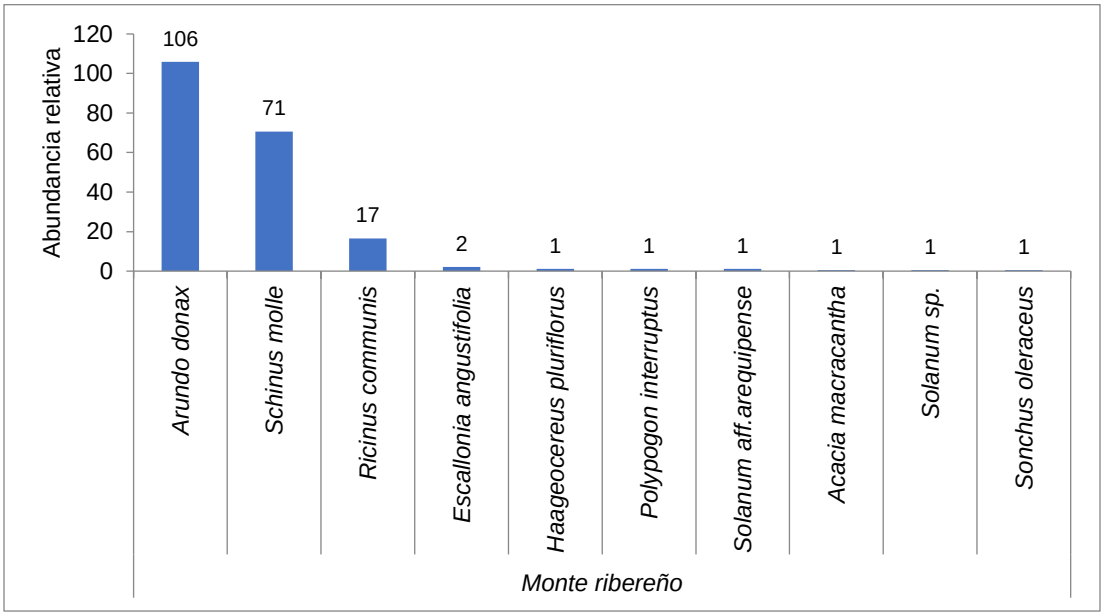


Figura 8.54. Abundancia relativa de las especies presentes en las dos formaciones vegetales de la zona-3

La abundancia relativa de las especies por cada transecto evaluado nos muestra la importancia de estas especies cuando se caracteriza un determinado lugar, más aún cuando se plasma en figuras. En ese sentido, la Figura 8.55 muestra como las especies se agrupan de acuerdo a las variables presencia-ausencia y cuan abundantes son cuando están presentes. Asimismo, la figura evidencia 2 grupos principales; i) el que corresponde a matorral desértico y ii) otro a monte ribereño.

La evaluación muestra como resultado que, para la formación vegetal matorral desértico las especies dominantes corresponde a la familia Cactaceae, entre ellas: *Neoraimondia arequipensis*, *Opuntia ficus-indica*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Browningia candelaris*, *Haageocereus pluriflorus* y *Weberbauerocereus rauhii*, seguida de *Aristida adscensionis* y *Cynodum dactylon* (Poaceae) entre otras unicadas.

Asimismo, para la formación vegetal monte ribereño es notoria la abundancia de las especies *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Arundo donax* y *Pennicetum clandestinum* (Poaceae) y *Ficus carica* (Moraceae), *Salix humboldtiana* (Salicaceae) entre otras como *Citrus limón* (Rutaceae), *Sapindus cf. Saponaria* (Sapindaceae) y *Musa paradisiaca* (Musaceae) como se detalla en la Figura 8.55.

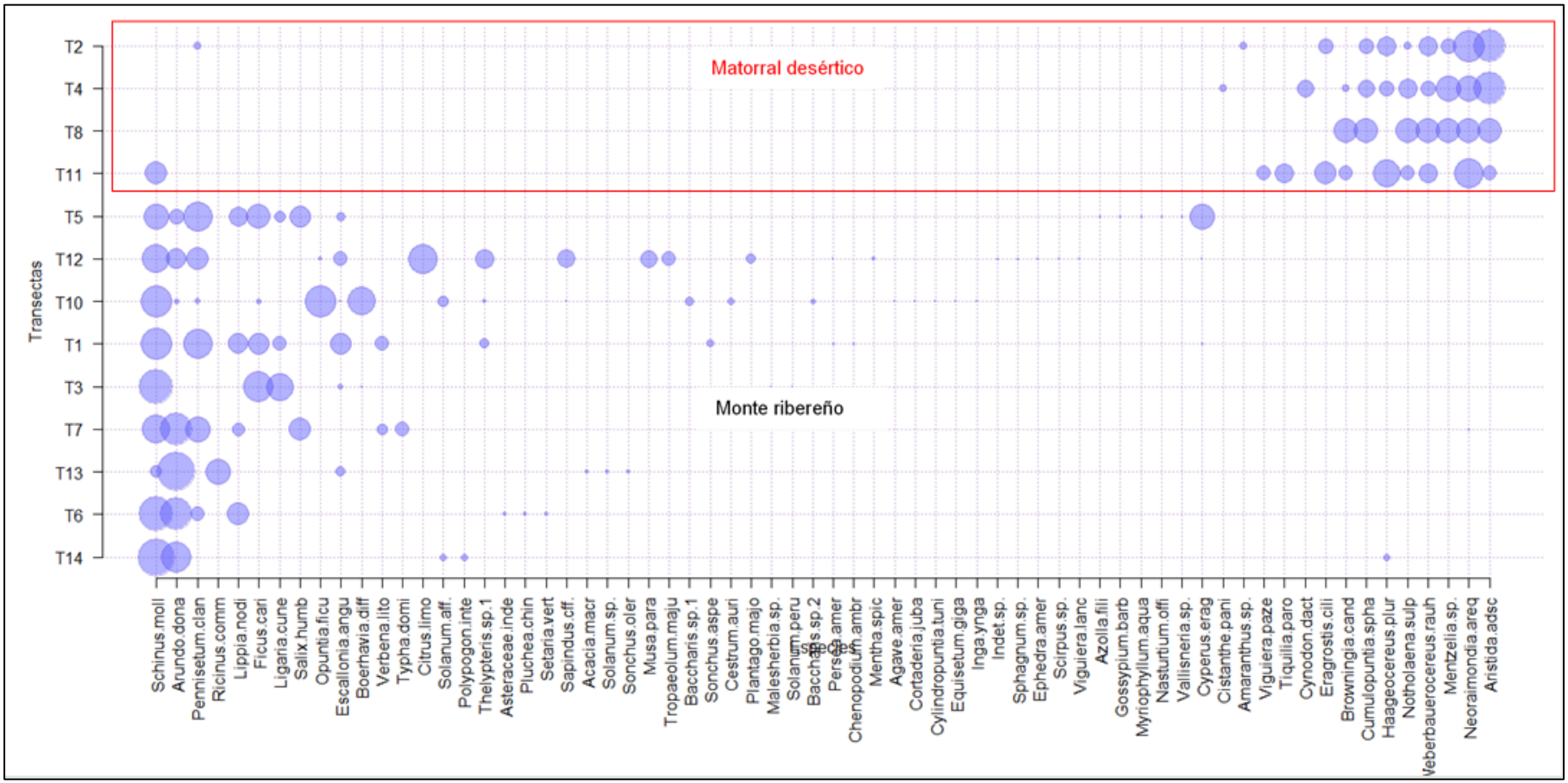


Figura 8.55. Abundancia relativa de las especies de flora silvestre por transectos evaluados y presentes en las dos formaciones vegetales registradas en el área de estudio

8.3.4.5. Cobertura vegetal

Los valores de la cobertura vegetal en el área de estudio por zonas y por formación vegetal presentaron valores altos para el monte ribereño y bajos para matorral desértico, que varían entre el 5 y 100 %.

En la zona-1, la cobertura vegetal en monte ribereño oscila entre 52 y 93 %, presentando una cobertura promedio de 79,2 %. Asimismo, el matorral desértico en promedio presenta un 18,3 % de cobertura vegetal. Para la zona-2, ocurre el mismo patrón, donde la cobertura vegetal en monte ribereño oscila entre 80 y 100 %, presentando una cobertura promedio de 90 %, y del mismo modo, para el matorral desértico con 14 % de cobertura. En la zona-3, la cobertura vegetal oscila entre 30 y 31 %, presentando una cobertura promedio de 30,5 % de monte ribereño (Tabla 8.14).

Tabla 8.14. Cobertura vegetal por transecto, formación vegetal, y zonas, presente en el área de estudio

Zona	Formación vegetal	Código Transecto	Cobertura vegetal (%)	Cobertura Promedio por Formación Vegetal
Zona-1	Monte ribereño	LA-FL-T1	88	79,2
		LA-FL-T3	93	
		LA-FL-T5	79	
		LA-FL-T6	52	
		LA-FL-T7	84	
	Matorral desértico	LA-FL-T2	28	18,3
		LA-FL-T4	22	
		LA-FL-T8	5	
Zona-2	Monte ribereño	LA-FL-T10	80	90
		LA-FL-T12	100	
	Matorral desértico	LA-FL-T11	14	14
Zona-3	Monte ribereño	LA-FL-T13	31	30,5
		LA-FL-T14	30	

8.3.4.6. Análisis de diversidad

a. Diversidad alfa

Para los análisis de diversidad se consideraron los datos obtenidos en los transectos evaluados, considerando un total de 66 especies. Se observa que la riqueza de especies fluctúa por transecto entre 5 y 19 especies. Asimismo, los valores de diversidad varían de acuerdo a la formación vegetal estudiada. Por lo tanto, los valores representados por el índice de Shannon-Wiener (H') en los transectos realizados fluctúa entre 0,77 y 2,17. Del mismo modo, el índice de dominancia de Simpson fluctúa entre 0,14 y 0,54, y el de equidad fluctúa entre 0,39 y 0,89 (Tabla 8.15).

Tabla 8.15. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas

Zonas	Formación Vegetal	Código Transecto	Especies	Individuos	Índice de Dominancia (D)	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad
Zona-1	Monte ribereño	LA-FL-T1	12	275	0,2069	1,847	0,7432
		LA-FL-T3	7	332	0,3587	1,136	0,5836
		LA-FL-T5	14	272	0,1524	2,058	0,7798
		LA-FL-T6	7	173	0,3698	1,18	0,6063
		LA-FL-T7	8	273	0,2452	1,606	0,7724

Zonas	Formación Vegetal	Código Transecto	Especies	Individuos	Índice de Dominancia (D)	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad
	Matorral desértico	LA-FL-T2	10	70	0,2531	1,696	0,7364
		LA-FL-T4	10	66	0,2006	1,896	0,8233
		LA-FL-T8	7	7	0,1429	1,946	1
Zona-2	Monte ribereño	LA-FL-T10	18	381	0,2717	1,585	0,5482
		LA-FL-T12	19	496	0,15	2,177	0,7392
	Matorral desértico	LA-FL-T11	10	26	0,1538	2,065	0,8966
Zona-3	Monte ribereño	LA-FL-T13	7	193	0,617	0,7716	0,3965
		LA-FL-T14	5	89	0,5402	0,7766	0,4825

La mayor diversidad representada por el índice de Shannon-Wiener (H') se registra en las formaciones vegetales de monte ribereño con los transectos LA-FL-T7 y LA-FL-T10 con una diversidad de 0,25 y 0,27 nits/individuo respectivamente; sin embargo, la diversidad promedio del monte ribereño es de 1,46 nits/individuo. Asimismo, la diversidad promedio en la formación vegetal de matorral desértico es de 1,90 nits/individuo, teniendo valores pico de 1,69 y 2,06 nits/individuo. Los índices de equidad y dominancia de Simpson respaldan lo mostrado por el índice de Shannon. Los índices de diversidad alfa se muestran en las Figuras 8.56 y 8.14.

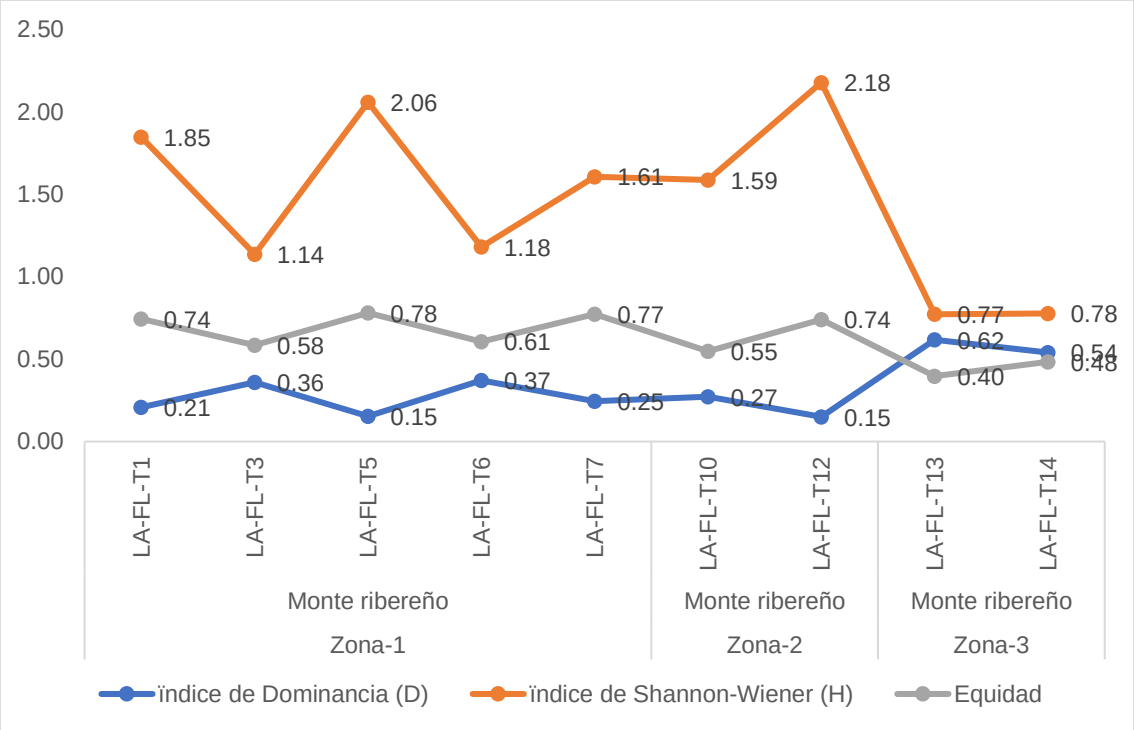


Figura 8.56. Índices de diversidad alfa de los transectos en las formaciones vegetales de monte ribereño

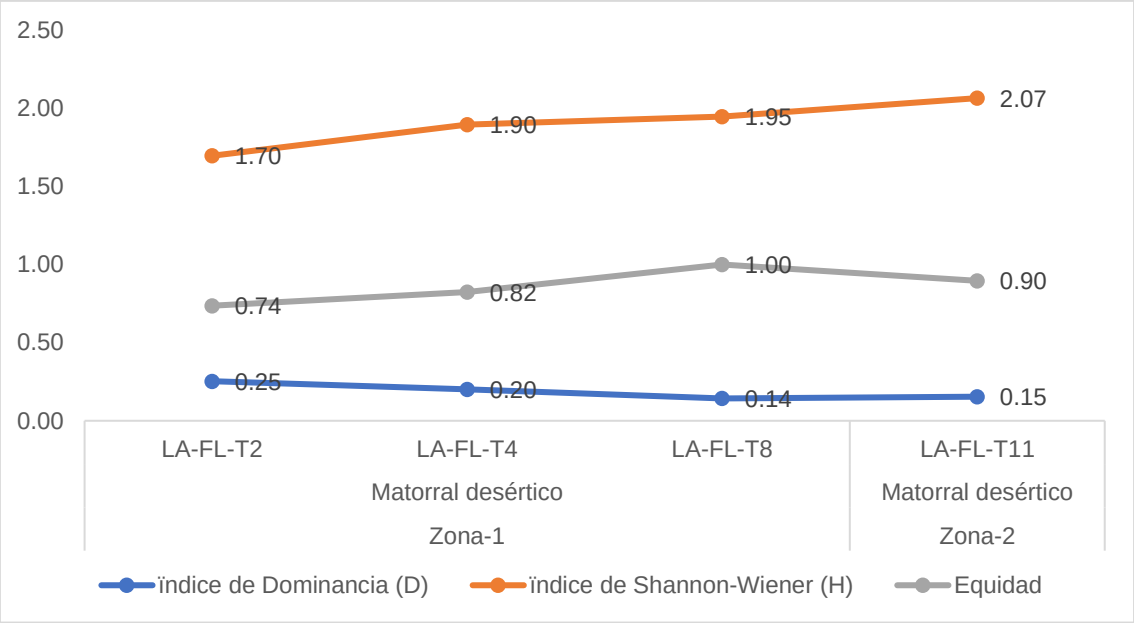


Figura 8.57. Índices de diversidad alfa de los transectos en las formaciones vegetales de matorral desértico

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, es decir que, cuanto más se acerquen a 1,0 los valores de equidad, mayor será la probabilidad de repetir la misma especie.

Asimismo, la diversidad alfa respecto a las 3 zonas evaluadas muestra a la zona-1 y zona-2 como las más diversas mostrando 38 y 39 especies respectivamente, estos valores se ven reflejados en el índice de diversidad de Shannon-Wiener, y también es corroborado por los índices de dominancia y equidad, como se detalla en la Tabla 8.16 y la Figura 8.58

Tabla 8.16. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas

Zonas	Especies	Individuos	Índice de Dominancia (D)	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad
Zona-1	38	1468	0,5	2,37	0,65
Zona-2	39	903	0,13	2,46	0,67
Zona-3	10	282	0,45	1,07	0,46

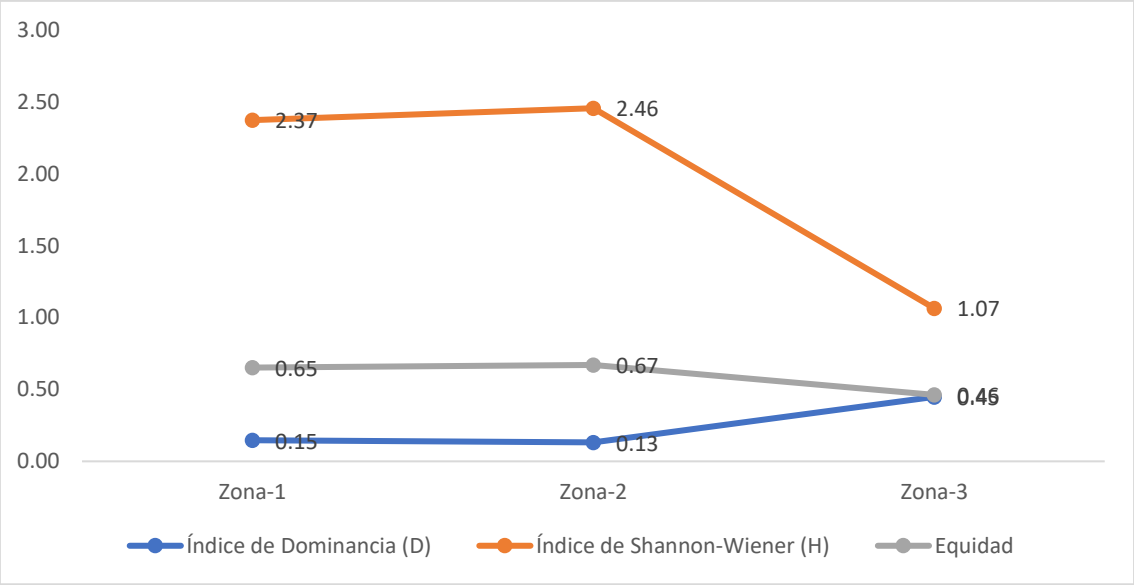


Figura 8.58. Índices de diversidad alfa en las zonas evaluadas

b. Diversidad alfa

Se obtiene un índice de similitud de Morissita bajo, entre la zona-3 con la zona-1 y zona-2, registrando valores de 0,48 y 0,32 respectivamente, evidenciándose que cada zona tiene una vegetación que las caracteriza. Se observa también, una clara similitud entre la zona-1 y zona-2 lo que indica que hay más especies compartidas entre estas 2 zonas con respecto a la zona-3 (Tabla 8.17 y Figura 8.59).

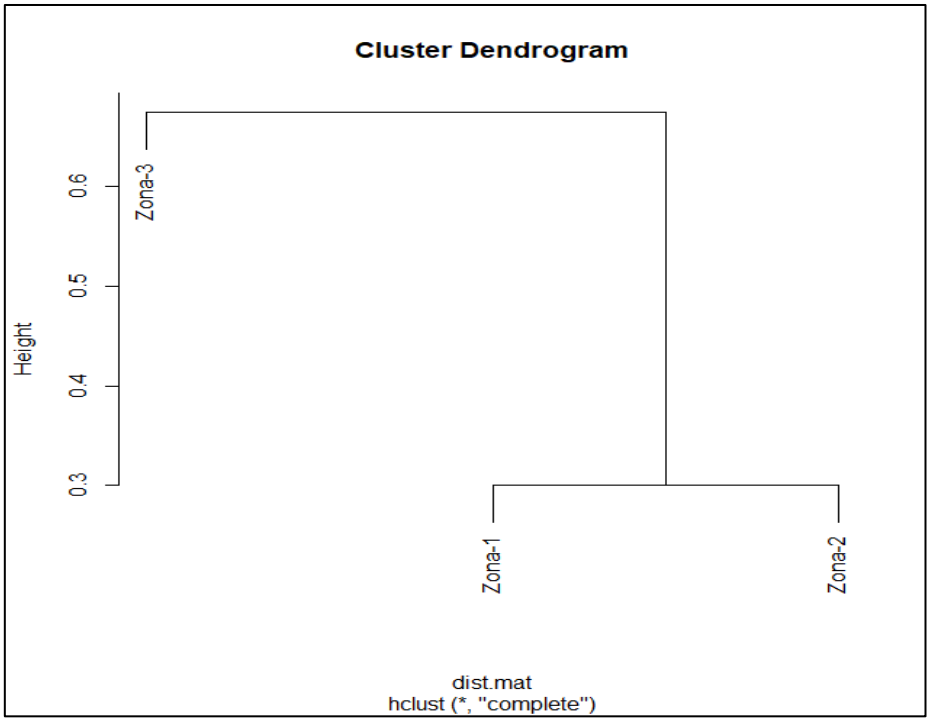


Figura 8.59. Análisis de Clúster de las zonas evaluadas en el área de estudio

Tabla 8.17. Índices de diversidad alfa obtenido en los transectos de las zonas evaluadas

Zonas evaluadas	Zona-1	Zona-2	Zona-3
Zona-1	1	0,69572	0,48721
Zona-2	0	1	0,32461
Zona-3	0	0	1

8.3.4.7. Análisis NMDS

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), utilizando el índice de Morisita, muestra visualmente la similaridad entre los transectos evaluados, presentándolos en 2 grupos bien diferenciados. Los transectos agrupados en el grupo 1 corresponden a los transectos evaluados en la formación vegetal de monte ribereño y, los transectos agrupados en el grupo 2 corresponden a los transectos evaluados en la formación vegetal de matorral desértico, en este último grupo se observa que los transectos están menos dispersos lo que indica la mayor afinidad de estos, basado principalmente por las especies que la componen en este ecosistema (Figura 8.60).

Asimismo, es corroborado por el análisis de cluster, el cual agrupa los transectos de cada formación vegetal y las diferencias tomando en cuenta las variables de riqueza (diversidad alfa) y abundancia (abundancia relativa).

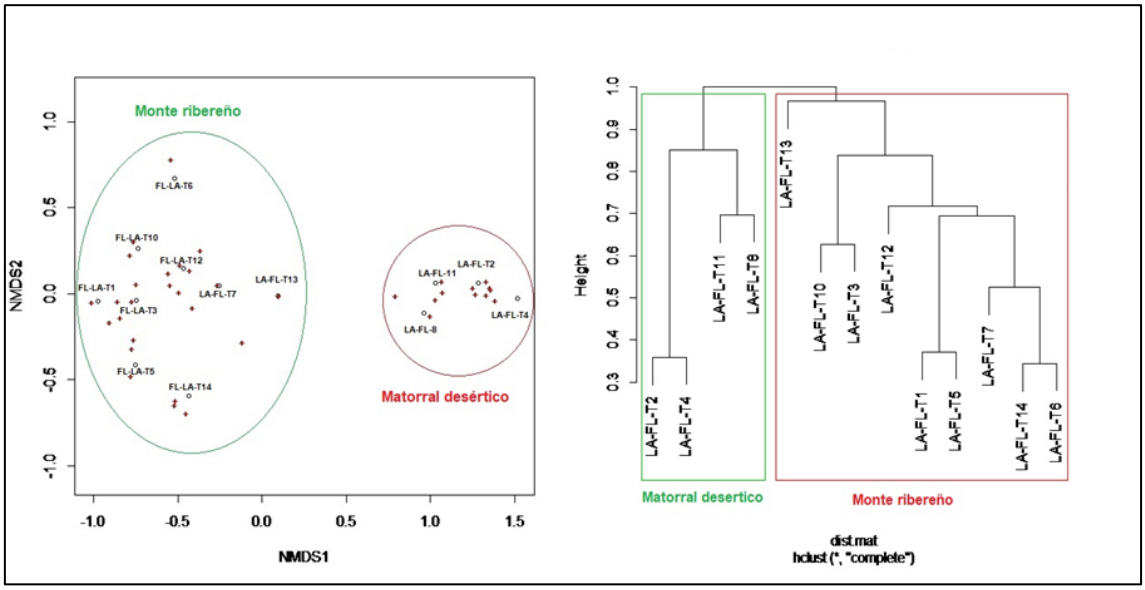


Figura 8.60. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y cluster con los transectos evaluados en el área de estudio

8.3.4.8. Especies protegidas

De acuerdo a los criterios de estado de conservación de las listas de categorización nacional e internacional, se encontraron 18 especies de plantas vasculares incluidas en estas listas (Tabla 8.18), que representan un 24,32 % del total de las especies registradas en el presente estudio. Siendo la familia Cactaceae la que presenta mayor número de especies.

De las 18 especies, 4 se encuentran protegidas por la legislación peruana según la Categorización Nacional de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (D.S. N.° 043-2006-AG) y se listan en la Tabla 8.18. Las 4 especies se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT): *Weberbauerocereus rauhii*, un cactus arbustivo o arbóreo, con tronco corto, hasta 6 m de alto, especie cercanamente relacionada a

Weberbauerocereus weberbaueri; ambas ocupan ambientes similares, sin embargo, sus rangos de distribución no se sobreponen. *Cumulopuntia sphaerica,* cactus que generalmente esta postrada en el suelo, presenta hojas carnosas cilíndricas armadas de espinos, de color verde y flores de color naranja. *Browningia candelaris,* que alcanza una altura de hasta 5 metros, y tiene un porte arbóreo ramificado y bien armado con espinas rectas de color marrón cuya longitud es de 6-15 cm, las ramas más altas pueden tener o no espinas. *Acacia macracacantha*, árbol espinoso de hasta 10 m de altura, con tallo de color gris oscuro, hojas compuestas de color verde oscuro a claro, y flores de color amarillo a manera de cabezuela, presenta frutos en forma de vaina de color marrón claro.

De las 18 especies, 16 se encuentra en la lista roja de la IUCN (2019), de ellas, las que se encuentra en una situación de Datos Insuficientes (DD) son *Browningia candelaris* y *Opuntia ficus-indica,* es decir, se necesita más información, y 14 de ellas se encuentran en Preocupación Menor (LC), lo que significa que aún se encuentran poblaciones bien conservadas de estas especies (Tabla 8.18).

Respecto a los apéndices CITES (2015), se encontró 7 especies dentro del apéndice II (Tabla 8.18), todas ellas de la familia Cactaceae.

Tabla 8.18. Especies categorizadas según la legislación nacional e internacional, presentes en el área de estudio

Familia	Especie	Endémico	IUCN (2019)	Legislación Nacional (D.S. N° 042-2006 AG)	CITES (2017) APENDICE
Cyperaceae	*Cyperus eragrostis*	-	LC	-	-
Poaceae	*Arundo donax*	-	LC	-	-
Cactaceae	*Neoraimondia arequipensis*	AR, IC, LI.	LC	-	-
Cactaceae	*Weberbauerocereus rauhii*	AR, AY, HV, IC.	LC	NT	II
Cactaceae	*Cumulopuntia sphaerica*	-	LC	NT	II
Cactaceae	*Haageocereus pluriflorus*	AR.	-	-	II
Cactaceae	*Browningia candelaris*	-	DD	NT	II
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	-	DD		II
Cactaceae	*Cylindropuntia tunicata*	-	LC		II
Fabaceae	*Acacia macracantha*	-		NT	-
Lauraceae	*Persea americana*	-	LC	-	-
Moraceae	*Ficus carica*	-	LC	-	-
Plantaginaceae	*Veronica anagallis-aquatica*	-	LC	-	-
Plantaginaceae	*Plantago major*	-	LC	-	-
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	-	LC	-	-
Verbenaceae	*Lippia nodiflora*	-	LC	-	-
Ephedraceae	*Ephedra americana*	-	LC	-	-
Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	-	LC	-	-

Asimismo, se registraron 3 especies endémicas, que corresponde a la familia Cactaceae con las especies *Neoraimondia arequipensis, Weberbauerocereus rauhii* y *Haageocereus pluriflorus*. Las 3 especies endémicas corresponden al 4,05 % del total registrada para el área de estudio. Todas las especies endémicas y su distribución departamental se muestran en la Tabla 8.18.

8.3.5. Fauna

Los resultados de fauna silvestre se describen por cada grupo taxonómico (anfibios y reptiles, aves y mamíferos), donde para cada uno se describió la composición, riqueza y abundancia y diversidad de especies, considerando los ecosistemas frágiles con sus hábitats asociados (EF).

Los hábitats terrestres se definieron considerando las formaciones vegetales determinadas por el componente de flora silvestre. Adicionalmente, se evaluó el hábitat de pajonal, para el caso de la evaluación de anfibios y reptiles, y aves. Cabe resaltar que, se consideró como hábitat acuático, la laguna Chullumpicocha, solo para el caso de la evaluación de aves.

8.3.5.1 Anfibios y reptiles

a. Composición y abundancia de anfibios y reptiles

Durante la evaluación herpetológica realizada en la EAT realizada en el área de influencia del proyecto Laguna Azul, se registró la presencia de 3 especies de reptiles, distribuidas en 3 familias y pertenecientes al orden Squamata, las cuales se describen en la Tabla 8.19. No se registró ninguna especie de anfibio durante las evaluaciones.

Tabla 8.19. Orden, familia y especies de reptiles registrados en el área de estudio

N.°	Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común*
1	Reptilia	Squamata	Tropiduridae	*Microlophus* sp.	Lagartija
2			Phyllodactylidae	*Phyllodactylus gerrhopygus*	Salamanqueja
3			Dipsadidae	*Pseudalsophis elegans*	Culebra de la costa

*Nombre común citado en la Lista Roja de las Especies Amenazadas (IUCN, 2019)

Se obtuvieron un total de 31 registros de reptiles durante las evaluaciones realizadas en el área de estudio, siendo *Microlophus* sp. «lagartija» la que presentó los mayores valores de abundancia (29 individuos; 93,548 %), seguida de *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa», ambas con un solo registro (3,226 %). En la Figura 8.61 se detallan las abundancias relativas de todas las especies registradas.

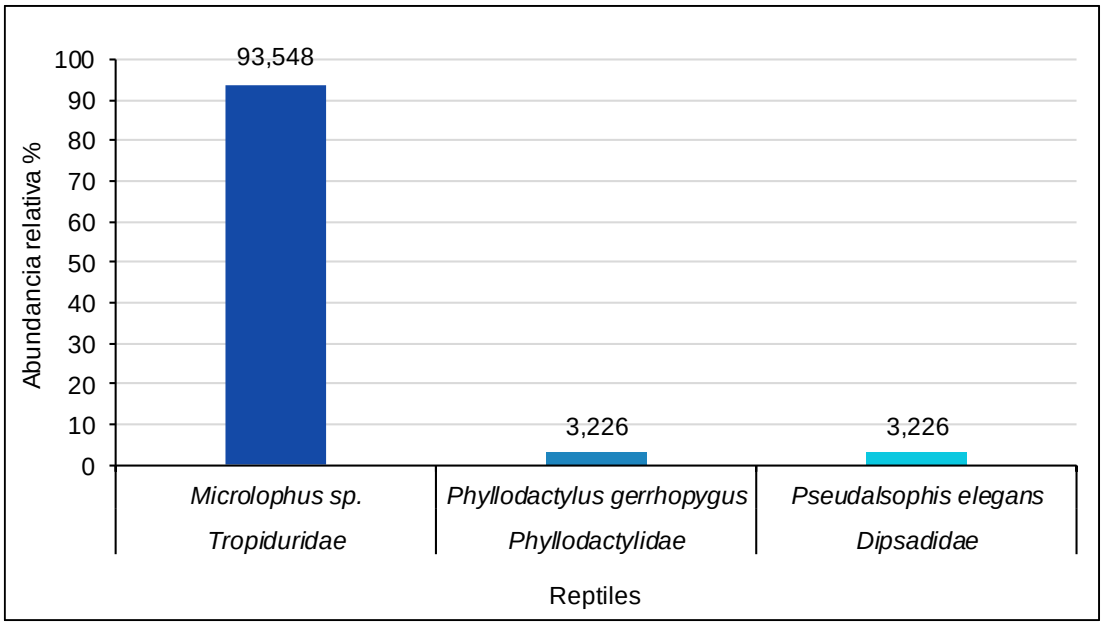


Figura 8.61. Abundancia relativa de los reptiles registrados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

b. Curva de acumulación de especies

El análisis de la curva de acumulación de especies mediante el modelo exponencial negativo para los reptiles registrados en las 16 evaluaciones (VES), muestra que las especies esperadas en este estudio coincide con el número de especies observadas en campo (3 especies), obteniéndose los parámetros de la función (a= 0,497513 y b= 0,168768).

El valor de la asíntota de la curva, que representa la riqueza máxima esperada de reptiles durante las evaluaciones, es de 3 especies (a/b); por lo cual podemos deducir que, mediante el esfuerzo realizado, se ha representado a toda la comunidad de especies de reptiles presentes en el área del proyecto; asimismo, el coeficiente de determinación R^2 tuvo un valor de 0,94 que representa un ajuste aceptable al modelo exponencial negativo (cercano a 1). (Figura 8.62). Cabe resaltar que el modelo exponencial negativo es recomendado para la evaluación de áreas con reducida extensión, donde todas las especies tienen altas probabilidades de ser registradas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

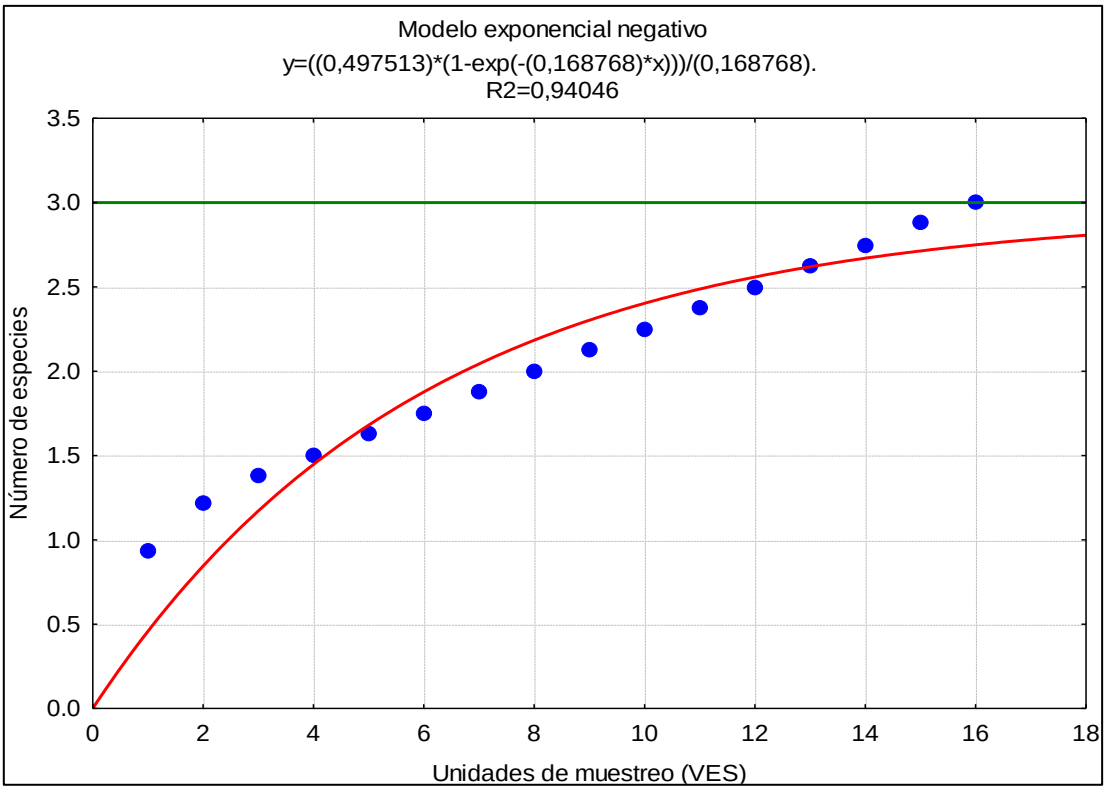


Figura 8.62. Curva de acumulación de especies de reptiles en el área de estudio

c. Descripción de la herpetofauna por zonas de evaluación

En esta sección se detallan los resultados de la riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles registrados en las diferentes zonas evaluadas en el ámbito del proyecto Laguna Azul.

Riqueza y abundancia de anfibios y reptiles por zonas de evaluación

Se determinaron 3 zonas de evaluación en el área del proyecto Laguna Azul, las cuales fueron distribuidas de acuerdo con el grado de afectación que podrían tener las futuras operaciones del proyecto Laguna Azul en las especies de anfibios y reptiles presentes.

Los resultados muestran que la zona-1 presentó la mayor riqueza y abundancia de especies en toda el área de evaluación, registrándose las 3 especies de reptiles observadas, siendo *Microlophus* sp. la especie más abundante en todo el estudio con 20 individuos. Por otro lado, en la zona-2 se registró únicamente la presencia *Microlophus* sp. con 9 individuos. No se registraron especies de anfibios o reptiles en la zona-3. En la Figura 8.63 se detallan los valores de riqueza y abundancia registrados para los reptiles por zonas de evaluación.

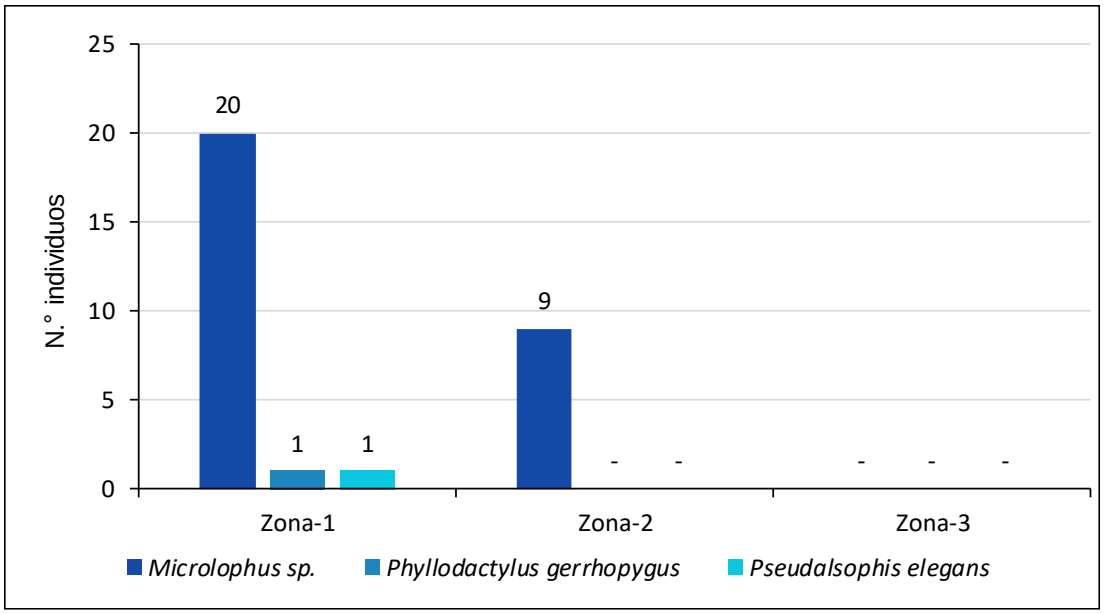


Figura 8.63. Riqueza y abundancia de reptiles por zonas evaluadas

A continuación, se presentan de forma detallada las riquezas y abundancias de las especies de reptiles registrados en cada zona de evaluación.

Zona-1

Esta zona de evaluación se encuentra conformada por la laguna Mamacocha y la vegetación ribereña que la rodea, con presencia de arbustos de gran tamaño y áreas con cactáceas columnares. La variedad de microhábitats en esta zona de evaluación permitió el registro de las 3 especies de reptiles observadas durante el estudio. La especie más abundante, *Microlophus* sp., fue registrada principalmente sobre las rocas en los alrededores de la laguna, mientras que *Phyllodactylus gerrhopygus* se encontró bajo una roca de mediano tamaño, mimetizándose con el entorno. Por otro lado, la especie *Pseudalsophis elegans* estuvo asociada a sectores cercanos a la vegetación ribereña, donde se la observó desplazándose en el suelo.

Zona-2

Esta zona abarca la sección media del río Mamacocha, un área con mucha pendiente, donde no se puede acceder al borde del río debido a lo accidentado del terreno. No obstante, las evaluaciones se realizaron siguiendo el curso del río, en aquellos probables microhábitats para las especies de anfibios o reptiles presentes. La zona estuvo conformada por vegetación de matorral desértico, presentándose cactáceas columnares dispersas en áreas sin vegetación, con algunos parches de arbustos secos y rocas de diferentes tamaños. La especie *Microlophus* sp. fue la única y más abundante especie en toda esta zona de evaluación, siendo registrada principalmente sobre las rocas y ocultándose bajo las mismas ante cualquier movimiento.

Zona-3

Esta zona corresponde a la intersección de los ríos Mamacocha y Colca, un área muy accidentada y de terreno irregular, donde fue difícil el acceso y evaluación correspondiente. La vegetación estuvo conformada por arbustos de diferentes tamaños a lo largo del río, los cuales no permitían el acceso directo al cuerpo de agua. Asimismo, la elevada pendiente de

la zona restringió el camino hacia algunos sectores, por lo cual no se registró alguna especie de anfibio o reptil; no obstante, se observaron microhábitats adecuados para su probable presencia. Cabe resaltar que actualmente en esta zona se viene construyendo un puente que cruza el río Colca para conectar los distritos de Huambo y Ayo, para lo cual se desarrollan trabajos de remoción de suelos, lo que conlleva al desprendimiento de rocas muy cerca del área de evaluación.

Diversidad de anfibios y reptiles por zonas

La zona de evaluación que presentó los mayores índices de diversidad de reptiles fue la zona-1 (H'=0,530 bits/ind), debido a la presencia de las 3 especies registradas durante la evaluación. Por otro lado, las zonas-2 y 3 registraron 1 o ninguna especie por lo que no se pudieron realizar los índices de diversidad correspondientes (H'=0 bits/ind). Respecto a la dominancia, el índice de Simpson (1-D) en la zona-1 muestra una mayor dominancia de la especie *Microlophus* sp. por sobre el resto, registrándose un valor bajo (1-D=0,169), lo cual se relaciona con los resultados del índice de equidad de Pielou (J'=0,335). Los resultados se muestran en la Tabla 8.20

Tabla 8.20. Abundancia, riqueza e índices de diversidad de los anfibios y reptiles por zonas de evaluación

Índices de Diversidad	Zona-1	Zona-2	Zona-3
Riqueza e especies	3	1	0
Nº de Individuos	22	9	0
Indices de Shannon-Winner (H')	0,530	0	0
Índice de Simpson (1-D)	0,169	0	-
Índice de Pielou (J')	0,335	-	-

Similaridad por zonas

El análisis de similaridad de Morisita, para las especies de reptiles registrados, muestra una agrupación entre las zonas de evaluación 1 y 2 con una similaridad casi del 100 %, debido a que comparten especies en abundancias similares como es el caso de la especie *Microlophus* sp. Por el contrario, la zona-3 se presenta aislada del resto, debido a que no se registraron especies de reptiles en sus inmediaciones (ver Figura 8.64).

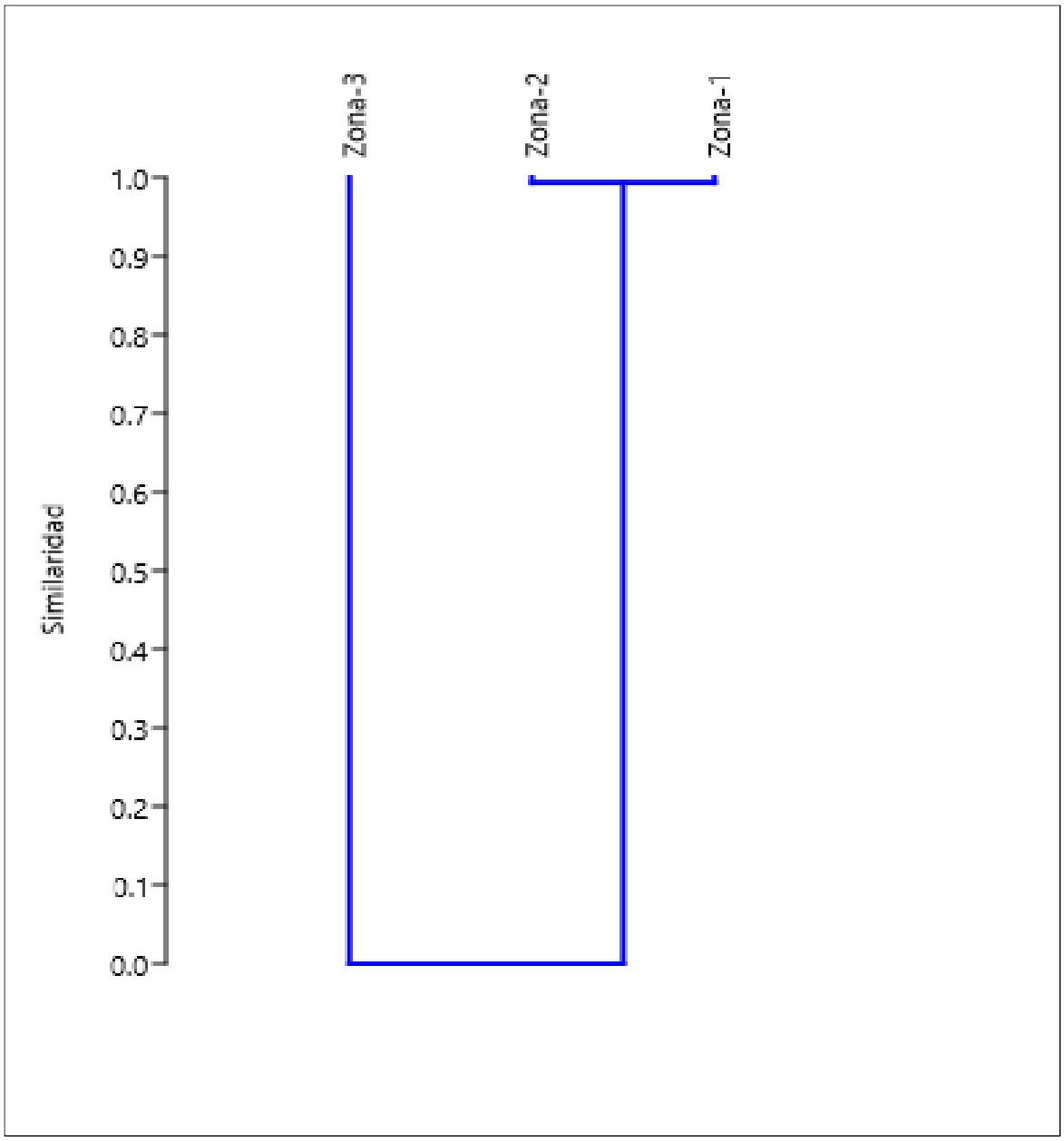


Figura 8.64. Similaridad de Morisita entre las diferentes zonas evaluadas

d. Especies incluidas en categorías de conservación y/o endémicas registradas en el área de estudio

Los resultados, muestran que, de las 3 especies de reptiles registradas, solo la *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y la especie *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» se encuentran incluidas en la categoría de Preocupación Menor por parte de la IUCN (2019). Asimismo, ninguna de las especies registradas se encontró bajo alguna categoría de conservación por la legislación peruana (D.S. N.° 004-2014-MINAGRI) o categoría CITES (2017). Respecto a los endemismos, la especie *Microlophus* sp. «lagartija» es la única especie que se encuentran distribuida únicamente en territorio peruano, siendo el área de estudio parte de su probable rango de distribución. Los detalles se muestran en la Tabla 8.21.

Tabla 8.21. Lista de especies de reptiles incluidos en categorías de conservación o endémicos registradas en el área de estudio.

Familia	Especies	Nombre común	CITES	IUCN	D.S. 004-2014-MINAGRI	Especies endémicas
Tropiduridae	*Microlophus* sp.	Lagartija	-	-	-	X
Phyllodactylidae	*Phyllodactylus gerrhopygus*	Salamanqueja	-	LC	-	-
Dipsadidae	*Pseudalsophis elegans*	Culebra de la costa	-	LC	-	-

e. Usos actuales y potenciales de los anfibios y reptiles.

Los pobladores locales mencionan que ninguna de las especies de reptiles registradas presenta algún tipo de uso medicinal o alimenticio. No obstante, existe la costumbre de matar a cualquier culebra que se encuentre en las inmediaciones de sus casas y campos de cultivo, lo cual podría influir en la abundancia de estas especies.

8.3.5.2 Aves

a. Composición y abundancia de aves

En la evaluación ambiental temprana realizada en la central hidroeléctrica Laguna Azul, se registró mediante búsquedas intensivas (LA-Av) un total de 20 especies de aves, pertenecientes a 15 familias y 8 órdenes taxonómicos. El orden con mayor número de especies fue Passeriformes con 9 especies que representaron el 45 % del total, seguido del orden Apodiformes con 4 especies que representaron el 20 % del total, el orden Gruiformes registró 2 especies que representaron el 10 %. Los órdenes restantes (Cathartiformes, Pelecaniformes, Columbiformes, Falconiformes y Pelecaniformes) registraron solo una especie, representando el 25 % del total (Tabla 8.22).

Tabla 8.22. Orden, familia y especies de aves registradas en el área del proyecto Laguna Azul

Orden	Nº Familias	Nº Especies	Porcentaje
Accipitriformes	1	1	5,26
Apodiformes	2	4	21,05
Cathartiformes	1	1	5,26
Falconiformes	1	1	5,26
Gruiformes	1	2	10,53
Passeriformes	7	9	47,37
Pelecaniformes	1	1	5,26

Las familias Apodidae (vencejos), Hirundinidae (golondrinas), Rallidae (pollas de agua), Trochilidae (picaflores) y Tyrannidae (mosqueritos) registraron 2 especies cada una, que representaron el 50 % del total de especies. Las 10 familias restantes presentaron solo una especie y representaron el 50 % del total de especies.

Los hirundínidos (Hirundinidae) son una familia de aves paseriformes que comprende a las golondrinas y los aviones. Son pájaros de tamaño pequeño o mediano (de 11 a 22 cm) que se alimentan de insectos en vuelo. Tienen el cuerpo esbelto y fusiforme y las alas largas, y muchas especies tienen la cola ahorquillada (Sheldon *et al.,* 2005).

La familia Rallidae se caracteriza por tener especies sigilosas y difíciles de observar, la mayoría de éstas presentan cuerpos angostos que les permiten movilizarse fácilmente entre la vegetación sin ser detectados Estas son aves macrodáctilas, caracterizadas por su cabeza chica y cuello no muy largo; y pico comprimido lateralmente y de forma variable, tienen alas cortas y redondeadas no alcanzando a la mitad de la cola, la cual es mediana, redondeada o cónica y compuesta de 12 a 16 timoneras rectrices, tarsos largos y dedos

prolongados con el pulgar que apoya bien en el suelo. Los dedos largos, en algunos géneros están contorneados por una ligera membrana y en otros es más extensa y lobada que les permite nadar con facilidad (Taylor, 1998).

Los tiránidos son pájaros de tamaño entre mediano y minúsculo (de 6,5 a 28 cm). Su plumaje es generalmente una combinación variada de negro, pardo, blanco, amarillo y verde. Muchos tienen una cresta eréctil. La familia presenta una gran diversidad en las proporciones corporales, la forma y la estructura del pico, y la longitud de las patas (Fjieldsa y Krabbe, 1990).

Los colibríes son considerados las aves más pequeñas del mundo, las que tienen menos plumas, las del metabolismo y las de movimiento de alas más rápido (hasta 80 aletazos por segundo). Ellos han desarrollado características morfológicas, fisiológicas y ecológicas que les permite suplir sus requerimientos energéticos principalmente a base de néctar floral, la organización temporal y espacial de las comunidades de estas aves está influenciada por las demandas específicas de energía, además del comportamiento inter e intraespecífico en diferentes comunidades (Gutiérrez y Rojas, 2001).

Tabla 8.23. Familia y número de especies registradas en el área de estudio

Familias	Nº Especies	Porcentaje
Accipitridae	1	5,26
Apodidae	2	10,53
Ardeidae	1	5,26
Cathartidae	1	5,26
Emberizidae	1	5,26
Falconidae	1	5,26
Furnariidae	1	5,26
Hirundinidae	2	10,53
Rallidae	2	10,53
Thraupidae	1	5,26
Trochilidae	2	10,53
Troglodytidae	1	5,26
Turdidae	1	5,26
Tyrannidae	2	10,53

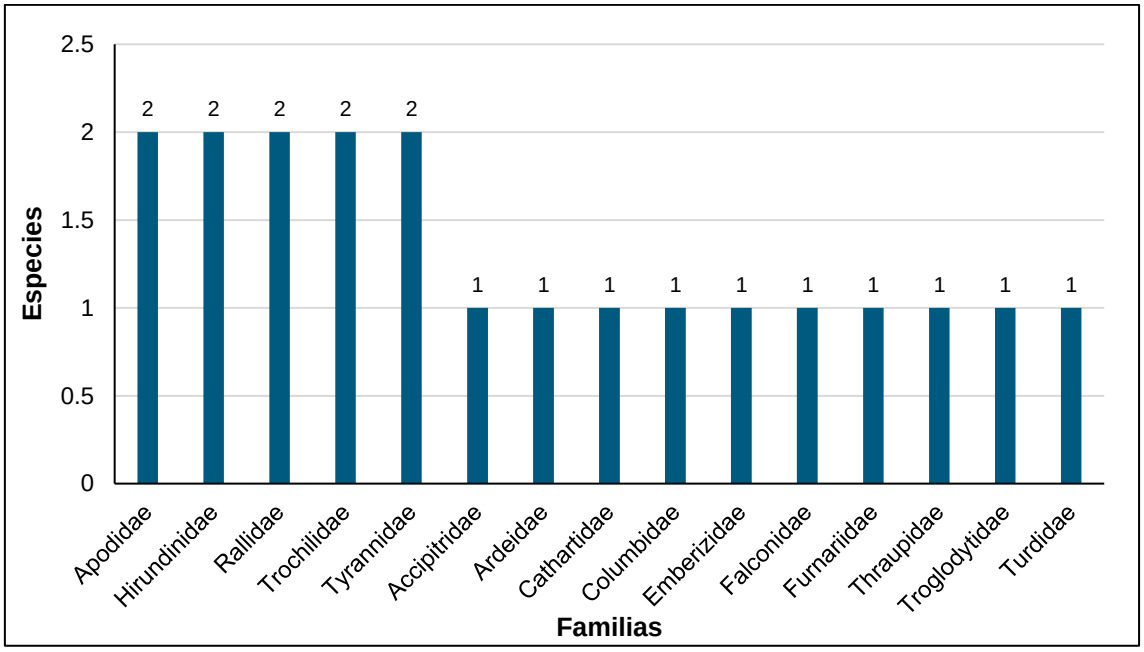


Figura 8.65. Familias con la mayor riqueza de especies registradas en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Adicionalmente a los datos obtenidos mediante las búsquedas intensivas, se registró un individuo de la especie *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» mediante el método de redes niebla.

b. Curva de acumulación de especies

Se calculó la curva de acumulación de especies de aves ajustadas al modelo exponencial negativo para los datos obtenidos de la evaluación en el área de estudio, para ello se utilizaron los programas: Estimates (Colwell, 2013), con el cual se obtuvieron los valores requeridos para poder realizar la curva de acumulación, la misma que se ajustó al modelo exponencial negativo, utilizando el software estadístico Statistica 7.0. Para la realización de la curva de acumulación se utilizó los datos obtenidos donde se registraron 20 especies.

El total de especies de aves registradas en el área de estudio (20 especies) representó el 91,21 % del total esperado (22 especies) calculado para el modelo exponencial negativo, que indica que a partir de proporciones superiores al 70 %, la estimación de la riqueza asintótica se hace estable (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Este porcentaje indicó que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado y que el inventario de especies de aves obtenido es bastante completa y altamente confiable. Probablemente, las especies que no fueron registradas corresponderían a especies nocturnas o crepusculares, ocasionales, con migración altitudinal o especies estacionales.

Observando la curva de acumulación de especies de la EAT presente, se observa que el tamaño de la muestra de especies no llega a la asíntota, esto se debe a que para la zona se registró un total de 20 especies; mientras que, según los datos ajustados mediante la ecuación de Clench, indica que el máximo número de especies para el muestreo fue de 30 especies. Probablemente, las especies que no fueron registradas corresponderían a especies nocturnas o crepusculares, ocasionales, con migración altitudinal o especies estacionales.

El coeficiente de determinación R^2 tuvo un valor de 0,99 que representa un ajuste aceptable al modelo de Clench (cercano a uno). Manifestando que, la avifauna presente es muy rica

en especies y que, si el esfuerzo fuera mayor, matemáticamente sería posible encontrar especies raras (baja abundancia y poca ocurrencia) e incrementar la riqueza (Figura 8.66).

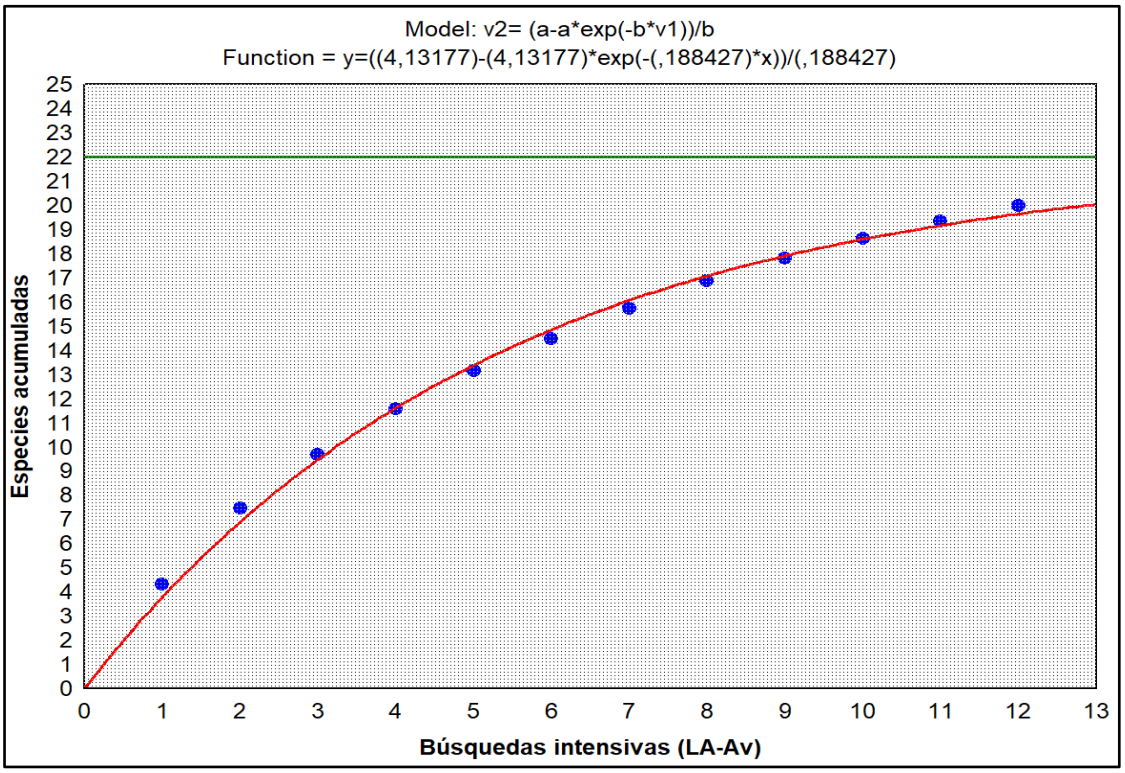


Figura 8.66. Curva de acumulación de especies presentes en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

c. Composición y abundancia de especies por zonas de evaluación

En esta sección se presenta y analiza los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad y similitud por zona de evaluación determinada en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul.

Zona-1

Esta zona se encuentra representada por las formaciones vegetales monte ribereño y matorral desértico, los cuales fueron evaluados mediante la aplicación de 7 búsquedas intensivas.

En esta zona de evaluación se registraron un total 171 individuos pertenecientes a 15 especies, 11 familias y 5 órdenes taxonómicos. El orden con mayor representatividad fue Passeriformes con 6 familias y 7 especies registradas que representaron el 46,67 % del total de especies; seguido del orden Apodiformes con 2 familias y 4 especies registradas, que representaron el 13,33 % del total de especies; el orden Gruiformes registró 1 familia y 2 especies representando el 13,33 % del total de especies. Los órdenes restantes (Falconiformes y Pelecaniformes) registraron una sola familia y una especie cada uno, que representaron el 13,33 % del total de especies.

Analizando la información por familia taxonómica, se tiene que las familias con mayor representatividad fueron Apodidae (golondrinas), Trochilidae (colibríes), Tyrannidae (mosqueritos) y Rallidae (pollas de agua), todas con 2 especies que representaron el 13,33 %. Las familias restantes registraron solo 1 especie, que representó el 6,67 %.

La especie con la mayor abundancia registrada fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» con 90 individuos registrados que representaron el 52,63 %, seguido de la especie *Streptoprocne zonaris* «vencejo de collar blanco» con 25 individuos que representaron el 14,62 %. Las especies *Pygochelidon cyanoleuca* «golondrina azul y blanca» es la tercera especie con mayor representatividad, con 12 individuos registrados que representaron el 7,02 %, seguido de las especies *Patagona gigas* «colibrí gigante» y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» con 9 individuos que representaron el 5,26 %, seguido de la especie *Camptostoma obsoletum* «mosquerito silbador» con 4 individuos que representaron el 2,34 %. En la Tabla 8.24 se detalla la información en mención.

Tabla 8.24. Riqueza y abundancia de especies registradas en la zona-1

Nº	Orden	Familia	Especie	Zona-1	
				Ab. Total	AR (%)
1	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	1	0,585
2	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	1	0,585
3			*Fulica ardesiaca*	2	1,170
4	Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	25	14,620
5			*Aeronautes andecolus*	90	52,632
6		Trochilidae	*Patagona gigas*	9	5,263
7			*Rhodopis vesper*	1	0,585
8	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	2	1,170
9	Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes cactorum*	2	1,170
10		Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	3	1,754
11			*Camptostoma obsoletum*	4	2,339
12		Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	12	7,018
13		Turdidae	*Turdus chiguanco*	3	1,754
14		Thraupidae	*Xenospingus concolor*	9	5,263
15		Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	7	4,094

Formación vegetal Matorral desértico en la zona-1:

Se registraron 32 individuos pertenecientes a 6 especies, 6 familias y 2 órdenes taxonómicos. El orden con mayor representatividad fue Passeriformes con 5 especies que representaron el 83,33 %, mientras que el orden Apodiformes con 1 especie registrada, representó el 16,67 %. Para el caso de las familias, tenemos que todas ellas registraron una sola especie, este valor representó el 16,67 % cada una.

La especie con la mayor abundancia registrada fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» con 19 individuos registrados, que representaron el 59,375 %, seguido de la especie *Zonotrichia capensis* «gorrión de collar rufo» con 4 individuos que representaron el 12,5 %, seguido de las especies *Pygochelidon cyanoleuca* «golondrina azul y blanca» y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» con 3 individuos que representaron el 9,375 %. La siguiente especie con mayor representatividad fue *Pseudasthenes cactorum* «canastero de los cactus» con 2 individuos que representaron el 6,25 %, mientras que la especie *Turdus chiguanco* «zorzal chiguanco» fue la especie con la menor abundancia registrada, con un solo individuo que representó el 3,125 %.

Tabla 8.25. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación matorral desértico de la zona-1

Nº	Orden	Familia	Especie	Matorral desértico	
				Ab. Total	AR (%)
1	Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes andecolus*	19	59,375
2	Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes cactorum*	2	6,250
3		Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	3	9,375
4		Turdidae	*Turdus chiguanco*	1	3,125

Nº	Orden	Familia	Especie	Matorral desértico	
				Ab. Total	AR (%)
5		Thraupidae	*Xenospingus concolor*	3	9,375
6		Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	4	12,500

Formación vegetal monte ribereño en la zona-1:

Se registraron 139 individuos, pertenecientes a 14 especies, 10 familias y 5 órdenes. El orden con mayor representatividad fue Passeriformes con 6 especies que representaron el 42,86 %, seguido del orden Apodiformes con 4 especies registradas, que representaron el 28,57 %, seguido del orden Gruiformes, con 2 especies que representaron el 14,29 %.

Analizando los datos por familia taxonómica, tenemos que las familias con mayor representatividad fueron Apodidae (vencejos), Rallidae (pollas de agua) y Trochilidae (colibríes) todas con 2 especies registradas, representando cada una el 14,29 %, mientras que, las demás familias solo registraron un solo individuo, que representó el 7,14 %.

La especie con mayor abundancia registrada en el monte ribereño fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» con 71 individuos que representaron el 51,079 %, seguido de la especie *Streptoprocne zonaris* «vencejo de collar blanco» con 25 individuos que representaron el 17,986 %, seguido de las especies *Patagona gigas* «colibrí gigante» y *Pygochelidon cyanoleuca* «golondrina azul y blanca» ambas con 9 individuos que representaron el 6,475 %, en cambio, las especies con menor abundancia fueron *Nycticorax nycticorax* «huaco común», *Gallinula galeata* «polla de agua común» y *Rhodopis vesper* «colibrí de Oasis», todos ellos con un solo individuo registrado, que representó el 0,719 %. En la Tabla 8.26 se detalla la información en mención.

Tabla 8.26. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-1

Nº	Orden	Familia	Especie	Monte ribereño	
				Ab. Total	AR (%)
1	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	1	0,719
2	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	1	0,719
3			*Fulica ardesiaca*	2	1,439
4	Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	25	17,986
5			*Aeronautes andecolus*	71	51,079
6		Trochilidae	*Patagona gigas*	9	6,475
7			*Rhodopis vesper*	1	0,719
8	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	2	1,439
9	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	3	2,158
10			*Camptostoma obsoletum*	4	2,878
11		Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	9	6,475
12		Turdidae	*Turdus chiguanco*	2	1,439
13		Thraupidae	*Xenospingus concolor*	6	4,317
14		Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	3	2,158

Zona-2

Esta zona se encuentra representada por las formaciones vegetales monte ribereño y matorral desértico, las cuales fueron evaluados mediante la aplicación de 3 búsquedas intensivas.

En esta zona de evaluación se han registrado un total 29 individuos pertenecientes a 10 especies, 10 familias y 4 órdenes taxonómicos. El orden con mayor representatividad fue Passeriformes con 7 familias y 7 especies registradas que representaron el 70 %, seguido

de los órdenes Apodiformes, Cathartiformes, Columbiformes, todas con una sola familia y una especie, que representaron el 10 % cada una.

Analizando los datos por familia taxonómicas, se tiene que todas las familias registradas registraron una sola especie que representó el 10 %.

La especie con la mayor abundancia registrada fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» con 6 individuos registrados que representaron el 20,69 %, seguido de la especie *Zenaida auriculata* «tórtola orejuda» con 5 individuos que representaron el 17,24 %. La especie *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» fue la tercera con mayor representatividad, con 4 individuos que representaron el 13,79 %, seguido de las especies *Pygochelidon cyanoleuca* «golondrina azul y blanca» y *Vultur gryphus* «cóndor andino» ambas con 3 individuos que representaron el 10,34 %. En la Tabla 8.27 se detalla la información en mención.

Tabla 8.27. Riqueza y abundancia de especies registradas en la zona-2

Nº	Orden	Familia	Especie	Zona-2	
				Ab. Total	AR (%)
1	Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	3	10,34
2	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	5	17,24
3	Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes andecolus*	6	20,69
4	Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes cactorum (E)*	2	6,897
5	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	1	3,448
6	Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	3	10,34
7	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	1	3,448
8	Passeriformes	Turdidae	*Turdus chiguanco*	1	3,448
9	Passeriformes	Thraupidae	*Xenospingus concolor*	4	13,79
10	Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	3	10,34

Formación vegetal matorral desértico en la zona-2:

Se registraron 12 individuos pertenecientes a 4 especies, 4 familias y 3 órdenes taxonómicos. El orden Passeriformes fue el más representativo con 2 especies registradas que representaron el 50 %, seguido de los órdenes Apodiformes y Columbiformes, ambas con una sola especie, que representó el 25 % cada uno.

En esta formación se registraron 4 familias taxonómicas, Apodidae (vencejos), Columbidae (palomas), Furnariidae (canasteros) e Hirundinidae (golondrinas), todas ellas registraron una sola especie que representó el 25 %.

La especie con la mayor abundancia registrada fue *Zenaida auriculata* «tórtola orejuda» con 4 individuos registrados que representaron el 33,33 %, seguido de las especies *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» y *Pygochelidon cyanoleuca* «golondrina azul y blanca» ambas con 3 individuos registrados que representaron el 25 %, seguido de la especie *Pseudasthenes cactorum* «canastero de los cactus» con 3 individuos que representaron el 16,67 %.

Tabla 8.28. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación matorral desértico de la zona-2

Nº	Orden	Familia	Especie	Matorral desértico	
				Ab. Total	AR (%)
1	Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes andecolus*	3	25,00
2	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	4	33,33
3	Passeriformes	Furnariidae	*Pseudasthenes cactorum*	2	16,67
4	Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	3	25,00

Formación vegetal matorral ribereño en la zona-2:

Se registraron 17 individuos pertenecientes a 8 especies, 8 familias y 4 órdenes taxonómicos. El orden Passeriformes fue el más representativo con 5 especies que representaron el 62,5 %, seguido de los órdenes Apodiformes, Cathartiformes y Passeriformes, todos con una especie que representó el 12,5 %.

Con respecto al análisis por familia taxonómica, tenemos que se registraron 8 familias, todas ellas registraron un solo individuo que representó el 12,5 % cada una. La especie con mayor abundancia registrada fue *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado», con 4 individuos registrados que representaron el 23,53 %, seguido de las especies *Aeronautes andecolus* «vencejo andino», *Vultur gryphus* «cóndor andino» y *Zonotrichia capensis* «gorrión de collar rufo» todas con 3 individuos que representaron el 17,65 %. Las demás especies sólo registraron un solo individuo, representando el 5,88 % cada una.

Tabla 8.29. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-2

Orden	Familia	Especie	Monte ribereño	
			Ab. Total	AR (%)
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes andecolus*	3	17,65
Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	3	17,65
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida auriculata*	1	5,88
Passeriformes	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	3	17,65
Passeriformes	Thraupidae	*Xenospingus concolor*	4	23,53
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	1	5,88
Passeriformes	Turdidae	*Turdus chiguanco*	1	5,88
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma obsoletum*	1	5,88

Zona-3

Esta zona de evaluación corresponde a la zona de confluencia del río Mamacocha y el río Colca. La formación vegetal presente en esta zona fue Monte ribereño, la cual fue evaluada mediante la aplicación de 2 búsquedas intensivas.

En esta zona de evaluación se ha registrado un total de 6 individuos, pertenecientes a 3 especies, 3 familias y 3 órdenes taxonómicos. Los órdenes reportados en esta zona de evaluación fueron Passeriformes, Accipitriformes y Cathartiformes, todos con una sola especie registrada. Las familias registradas en esta zona fueron Cathartidae (gallinazos), Accipitridae (aguiluchos) e Hirundinidae (golondrinas), todas con una sola especie registrada (Tabla 8.30).

Tabla 8.30. Riqueza y abundancia de especies registradas en la formación monte ribereño de la zona-3

Nº	Orden	Familia	Especie	Monte ribereño	
				Ab. Total	AR (%)
1	Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	1	16,67
2	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus melanoleucus*	1	16,67
3	Passeriformes	Hirundinidae	*Orochelidon andecola*	4	66,67

d. Diversidad

Analizando los datos obtenidos mediante las búsquedas intensivas realizadas en el área de evaluación se tiene que la zona con los valores más altos de riqueza y abundancia de especies fue la zona-1 con 15 especies y 171 individuos, con estos datos se obtuvo un valor de 2,48 bits/ind para el índice de Shannon Wiener, un valor de 0,64 para el índice de equidad de Pielou y un valor de 0,69 probits/ind para el índice de Simpson. Estos valores nos indican

la zona-1 presenta una diversidad importante y que las especies estuvieron representadas equitativamente en la muestra, es decir, no hubo dominancia de especies (Figura 8.67).

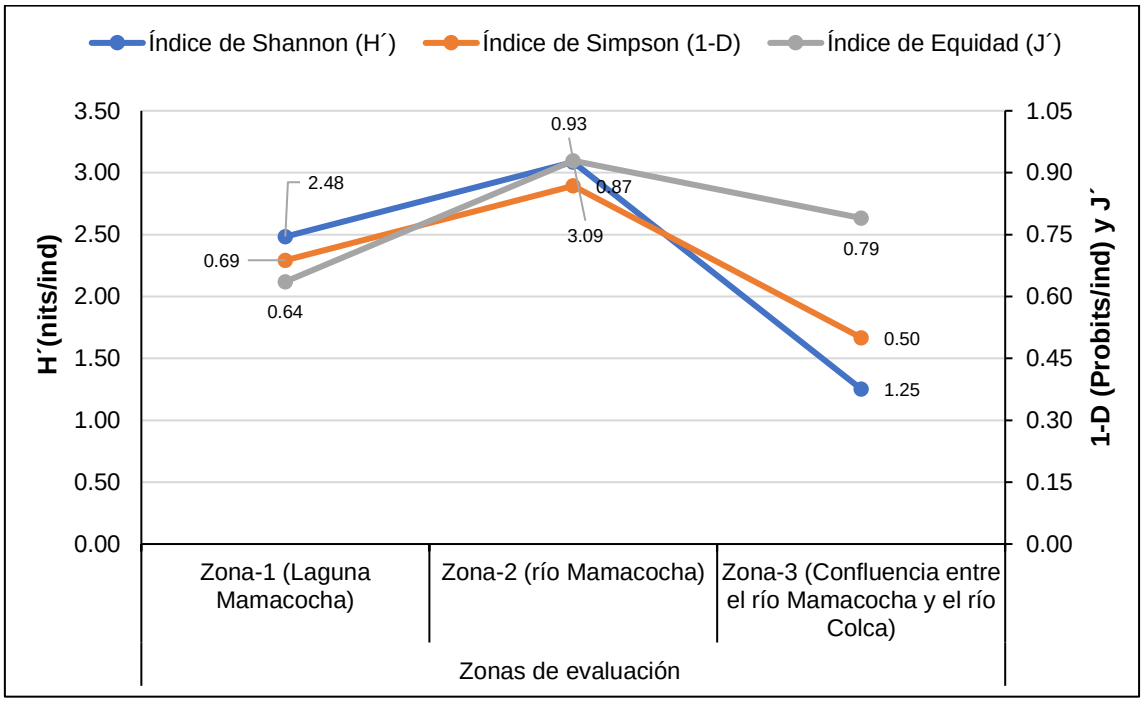


Figura 8.67. Índices de diversidad por zonas evaluadas

La zona-2 fue la zona con los valores más altos de los índices de diversidad. En esta zona se registraron 29 individuos pertenecientes a 10 especies, con estos valores se obtuvo un valor de 3,09 bits/ind para el índice de Shannon Wiener, un valor de 0,87 probits/ind para el índice de Simpson y un valor de 0,93 para el índice de equidad de Pielou. Estos valores nos indican que la zona-2, presentó una alta diversidad, donde las especies estuvieron representadas equitativamente en la muestra, es decir, no hubo dominancia de especies a pesar de no registrar la mayor riqueza o abundancia, esta mixtura de formaciones ha generado un equilibrio en las especies, convirtiendo a esta zona en un área de importancia para la conservación de aves (Tabla 8.31).

Tabla 8.31. Riqueza, abundancia e índices de diversidad por zonas en el área de estudio

Parámetros	Zonas de evaluación		
	Zona-1	Zona-2	Zona-3
Riqueza (Número total de especies	15	10	3
Abundancia (Total de Individuos)	171	29	6
Índice de Shannon (H´)	2,48	3,09	1,25
Índice de Simpson (1-D)	0,69	0,87	0,50
Índice de Equidad (J´)	0,64	0,93	0,79
Esfuerzo de muestreo	7 BI/3 RN	3 BI	2 BI

La zona-3 fue la zona que presentó los menores valores de riqueza y abundancia, con 6 individuos y 3 especies registradas, con estos valores se obtuvo un valor de 1,25 bits/ind para el índice de Shannon Wiener y un valor de 0,79 para el índice de Equidad de Pielou, estos valores nos indican que hubo una baja diversidad pero las especies estuvieron distribuidas de manera equitativa, sin embargo, el valor de 0,50 probits/ind para el índice de Simpson, nos indica que hubo dominancia de especies, estos quizás se deba a la abundancia de la especie *Orochelidon andecola,* la cual comprende más de la mitad de la abundancia presente en la zona, lo cual

estaría influenciando en el valor obtenido, no obstante en la naturaleza, la presencia de una golondrina no impide o influencia de la presencia de un cóndor o de un aguilucho.

e. Similaridad

Analizando el dendrograma obtenido mediante el índice de Morisita, vemos que se ha formado un agrupamiento conformado por la zona-1 y la zona-2, presentando un valor de dicho índice de 0,58; esto nos indicó que ambas microcuencas comparten más del 58 % de las especies registradas, como por ejemplo *Aeronautes andecolus, Pseudasthenes cactorum, Camptostoma obsoletum, Pygochelidon cyanoleuca, Xenospingus concolor,* entre otras. Esta similitud está relacionada a la presencia y cercanía de los 2 tipos de formaciones vegetales, matorral desértico y monte ribereño, lo cual permite que muchas de las especies indicadas puedan desplazarse por ambas zonas en busca de alimento, en búsqueda de refugio ante algún peligro (depredador u otra amenaza) o simplemente por movimientos de su ciclo natural, logrando de esta manera hacer un uso tanto del ambiente como de los recursos presentes (Figura 8.68).

Unido a este grupo, se encuentra la zona-3 este grupo presenta una similitud del 0,05 %, es decir, solo comparten el 5 % de las especies, esto quizás se deba a la diferencia en las formaciones y en el mismo ecosistema, el cual corresponde a una zona de acantilado cercano a una quebrada con formaciones montañosas muy cerradas, de difícil acceso y de poca vegetación, lo cual no permite el libre desplazamiento de las aves, y por ende el intercambio y uso de hábitat de las especies (Tabla 8.32 y Figura 8.68).

Tabla 8.32. Valores de índice de similitud de Morisita entre las zonas evaluadas en el área de estudio

Zonas de evaluación	Zona-1	Zona-2	Zona-3
Zona 1	1	0,58	0
Zona 2	0,58	1	0,05
Zona 3	0	0,05	1

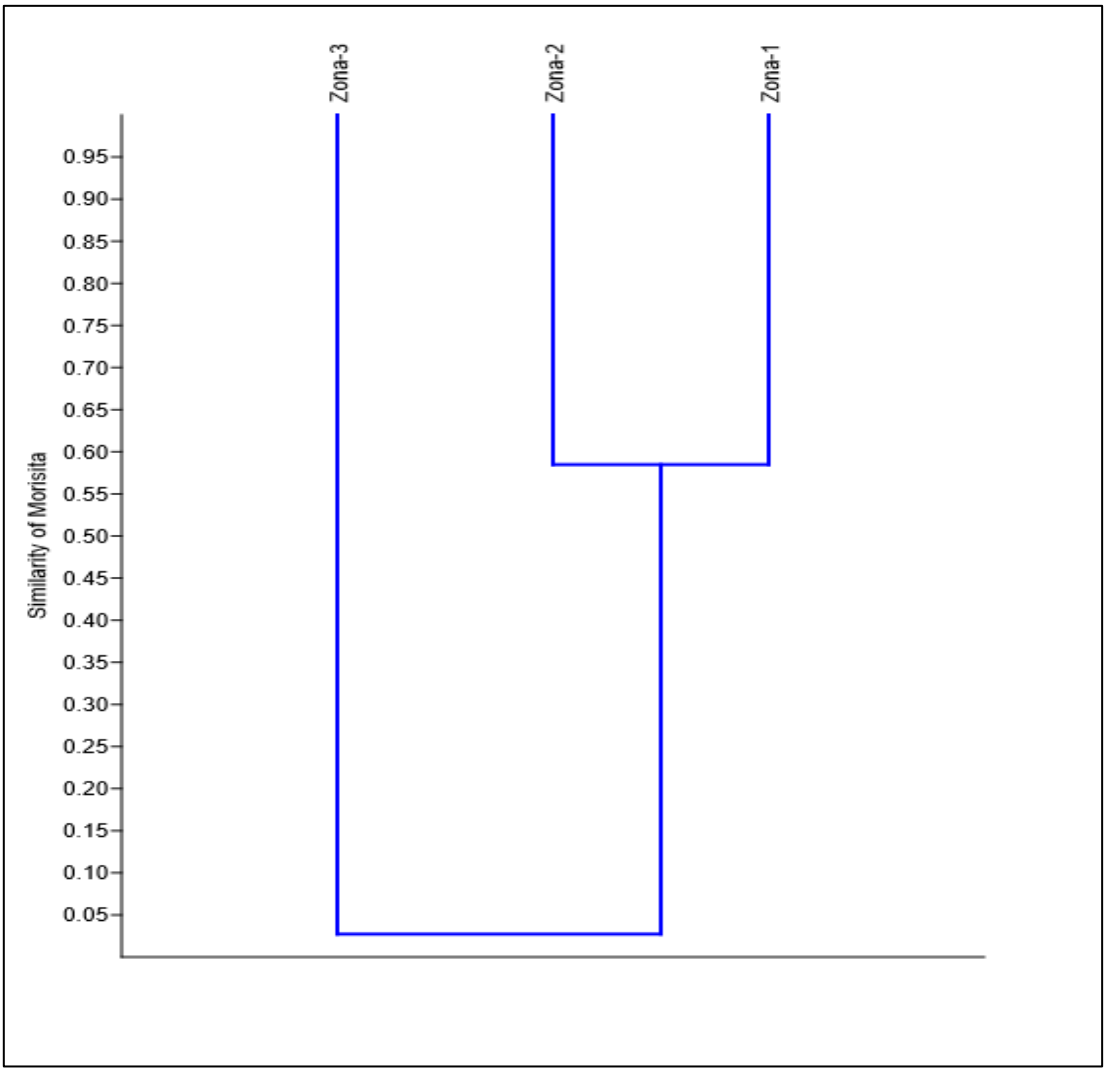


Figura 8.68. Dendrograma de similitud de Morisita entre las zonas evaluadas

f. Análisis NMDS

Para determinar la diferencia en la composición de especies de aves, ponderados por la abundancia, en cada uno de los hábitats evaluados, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Este análisis se realizó en base a la distancia de Bray Curtis con 1000 permutaciones en el paquete Vegan para R (Oksanen *et al*., 2017) y se realizó el gráfico con el programa Past.

En la Figura 8.68 podemos ver que se no se forman grupos bien diferenciados según el análisis de PERMANOVA (p=0,01).

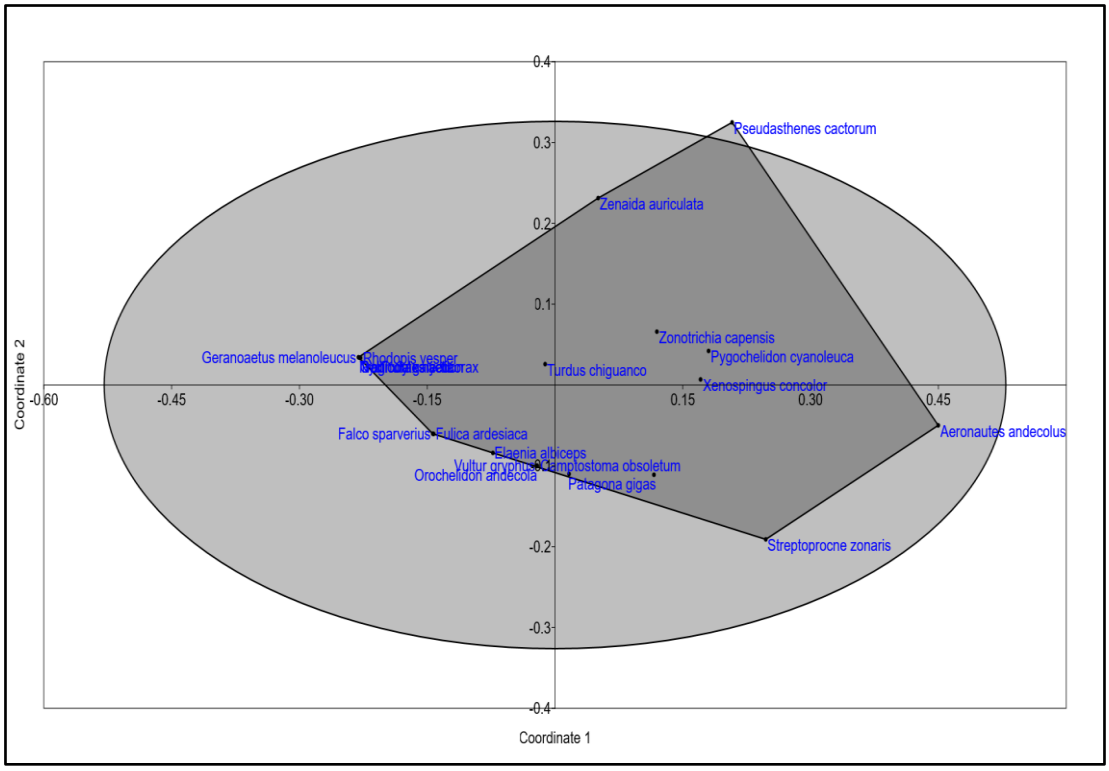


Figura 8.69. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

En la Figura 8.69 podemos observar 2 grupos, el primero conformado por la circunferencia corresponde a las especies registradas en la formación vegetal monte ribereño, mientras que los datos que conforman la Figura con vértices corresponden a las especies del matorral desértico. Podemos observar en la Figura 8.69 que el 85,71 % de las especies del matorral desértico están presentes en el monte ribereño, esto se debe a que el monte ribereño es una formación conforma por especies arbóreas y arbustivas que brindan refugio, zonas de reproducción, pero sobre todo brinda una gran cantidad de alimento (insectos) para las especies de aves debido a ello, es que podemos observar esta similaridad en la composición de especies.

Es importante mencionar que la especie *Pseudasthenes cactorum* «canastero de los cactus», es la única especie propia del matorral desértico, esto se debe principalmente a los requerimientos de hábitat de la especie, la cual busca las zonas de cactus en el matorral desértico para refugiarse y reproducirse, se alimenta de los insectos presentes en las laderas áridas, los cactus columnares y roquedales, por ello es que solo se puede registrar en el matorral desértico.

A pesar de que las formaciones vegetales presentaron pequeñas diferencias, se realizó un análisis SIMPER, la cual es una prueba que evalúa la contribución en porcentaje de cada especie en relación a las medidas de similaridad; cuyo objetivo es ver que especies pueden verse afectadas ante una eventualidad (contaminación, pérdida de vegetación, etc.), según esta prueba vemos que las especies *Aeronautes andecolus, Pygochelidon cyanoleuca, Streptoprocne zonaris, Pseudasthenes cactorum, Zonotrichia capensis, Xenospingus concolor, Zenaida auriculata, Orochelidon andecola, Patagona gigas* y *Vultur gryphus*, entre otras, son especies que en conjunto presentan un valor de participación por encima del 75% en las muestras, correspondiendo a especies comunes o de mayor frecuencia de registro. Estos valores pueden verse reflejados en la Figura 8. 70.

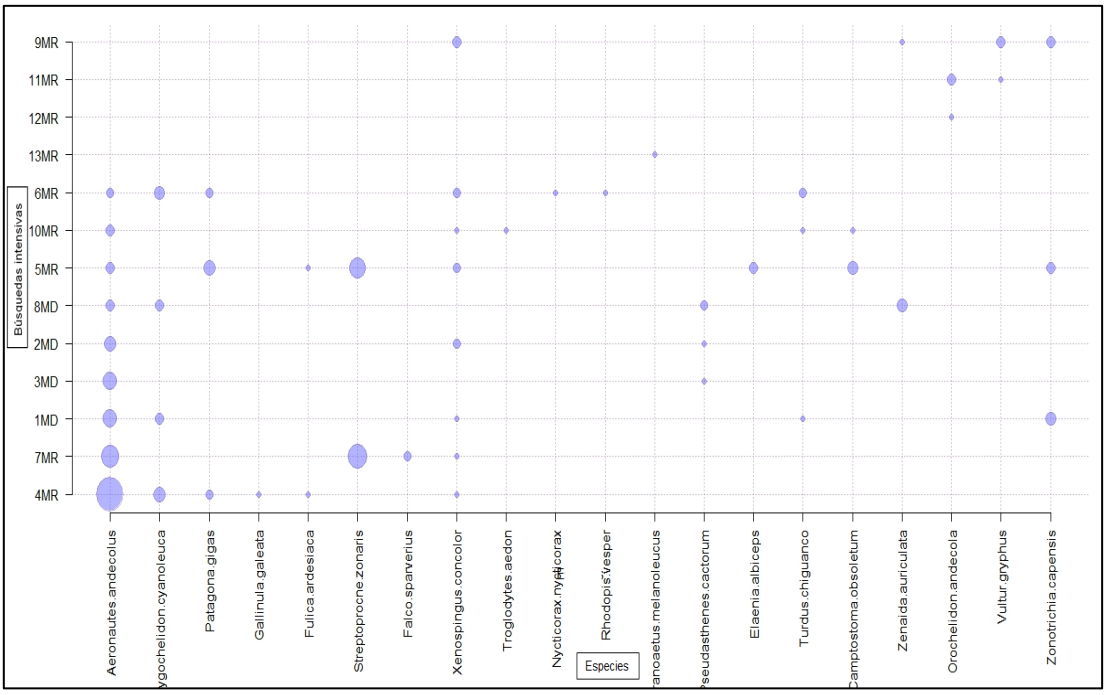


Figura 8.70. Análisis de abundancias por búsqueda intensiva

g. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

En el área de estudio se registraron 20 especies, de estas, solo 7 especies se encontraron incluidas en alguna categoría de conservación y nivel de endemismo (Tabla 8.33). Estas especies representan el 35 % de la riqueza total.

Según la legislación nacional (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI) se registraron 2 especies, una de ellas categorizada como especie Vulnerable (VU) se trata del «fringilo apizarrado» *Xenospingus concolor,* y la otra especie registrada está categorizada como especie En Peligro (EN) esta especie es el «cóndor andino» *Vultur gryphus.* Estas mismas especies según la IUCN se encuentran categorizadas como especies Vulnerables.

Según la CITES (2017) se registró 4 especies incluidas en el apéndice II, que contempla a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Estas especies pertenecen a las familias taxonómicas Cathartidae (gallinazos), como *Vultur gryphus* «cóndor andino», Accipitridae (Aguiluchos) como *Geranoaetus melanoleucus* «aguilucho de pecho negro», Falconidae (halcones) como *Falco sparverius* «cernícalo americano"», Trochilidae (picaflores) como el *Rhodopis vesper* «colibrí de los cactus» y *Patagona gigas* «colibrí gigante» ; además se ha logrado registrar a una especie incluida dentro del apéndice I, que contempla a las especies de animales y plantas con mayor peligro de extinción, esta especie fue *Vultur gryphus* «cóndor andino» (Tabla 8.33).

Tabla 8.33. Lista de especies incluidas en categorías de conservación y endémicas registradas

Especies	Categorías de Conservación				Endemismo		
	D.S. N. º 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Perú	EBA	Bioma
Vultur gryphus	EN	NT	I	II	-	-	-
Geranoaetus melanoleucus	-	LC	II	-	-	-	CAN
Patagona gigas	-	LC	II	-	-	-	-
Rhodopis vesper	-	LC	II		-	-	-
Falco sparverius	-	LC	II	-	-	-	-
Pseudasthenes cactorum	-	LC	-	-	x	52	-
Xenospingus concolor	VU	NT	-		-	52	-

X: endémico de Perú, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación menor, II: Apéndice II de la CITES y CMS, EBA: CAN: Bioma andes centrales.

Finalmente, respecto al nivel de endemismo, solo se registró una especie endémica de Perú, se trata del «canastero de los cactus» *Pseudasthenes cactorum*; además se logró registrar a 2 especies dentro del EBA 052 (Peru-ChilePacific slope), se trata de *Xenospingus concolor* y de *Pseudasthenes cactorum*. A su vez también se ha logrado registrar a 1 especie dentro del bioma CAN (por sus siglas en inglés, Central Andes) (Tabla 8.33).

h. Usos actuales y potenciales de las aves por la población local

Durante la evaluación realizada en el área de estudio, los apoyos locales mencionaron que la población local hace uso de las aves en el uso ornamental; luego de entrevistarlos se llegó a la conclusión que solo 2 especies del total registrado entre ellas el colibrí por ser una especie vistosa y con plumaje llamativo. Las especies se detallan la Tabla 8.34

Tabla 8.34. Uso de las aves por la población local

Especie	Nombre Local	Usos	
		Alimento	Ornamental
Patagona gigas	Colibrí gigante		x
Rhodopis vesper	Colibrí de los cactus		x

8.3.5.3 Mamíferos

En toda el área de estudio, conformada desde la laguna Mamacocha hasta la confluencia entre el río Mamacocha y el río Colca, se registraron 5 especies de mamíferos silvestres divididas en 3 órdenes, 5 familias y 5 géneros, siendo la orden carnívora el de mayor registro con 3 especies (Tabla 8.35).

Tabla 8.35. Composición de mamíferos silvestres en el área de estudio

Orden	Familia	Género	Especie
Rodentia	1	1	1
Lagomorpha	1	1	1
Carnivora	3	3	3
Total	5	5	5

En las evaluaciones mediante recorridos por transectos, los mayores registros obtenidos fueron de la especie *Lycalopex culpaeus* «zorro» con 8 registros, entre observaciones por medio de heces (6 registros) y huellas (2 registros) respectivamente, seguido de la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque» del orden Carnivora con 2 registros por observación directa y 1 registro por olor.

a. Descripción de mamíferos silvestres por zonas

En esta sección se presenta y analiza los resultados de riqueza, abundancia, diversidad y similitud de especies de mamíferos silvestres por zonas en el área de estudio.

Riqueza y abundancia de mamíferos silvestres por zona

Para un mejor tratamiento y análisis de resultados se determinaron 3 zonas de evaluación o estudio. En la zona-1 la evaluación se enfocó en los alrededores de la Laguna Mamacocha el cual es considerada un ecosistema frágil (EF1)[37], por lo que el esfuerzo de muestreo varío para esta zona.

En la zona-1 se realizó 2 transectos de una distancia aproximada de 1 km cada uno respectivamente en un tiempo de 3 horas y 50 minutos. Caso contrario, en las zonas 2 y 3 donde se realizó 1 transecto por cada uno (Tabla 8.36).

Tabla 8.36. Unidades y esfuerzo de muestreo por zona en el área de estudio.

Zona	Código Transecto	Esfuerzo		Total km	Total Horas
		km	Horas		
Zona-1 EF1 (Laguna Mamacocha)	LA-Ma1	1,00	2 h 00'	2,00	3 h 50'
	LA-Ma2	1,00	1 h 50'		
Zona-2	LA-Ma3	2,30	3 h 45'	2,30	3 h 45'
Zona-3	LA-Ma4	1,00	2 h 21'	1,00	2 h 21'
Total				5,30	9 h 56'

El esfuerzo de muestreo total con cámaras trampa fue de 379 trampas-noche. Distribuidas para la zona-1 con un esfuerzo de 154 trampas-noche, para la zona-2 con un esfuerzo de 114 trampas-noche y para la zona-3 con un esfuerzo de 111 trampas-noche (Tabla 8.37).

Tabla 8.37. Esfuerzo de muestreo de cámaras trampa para la evaluación de mamíferos silvestres en el área de estudio

Código	Fecha de instalación	Fecha de desinstalación	Tiempo de registro (días)	Esfuerzo (trampas- noche)
Zona-1, EF1 (Laguna Mamacocha)				
LA-CT-1	3/05/2019	11/06/2018	39	154
LA-CT-2	3/05/2019	11/06/2018	39	
LA-CT-3	3/05/2019	11/06/2018	39	
LA-CT-4	5/05/2019	11/06/2018	37	
Zona-2				
LA-CT-5	5/05/2019	12/06/2018	38	114
LA-CT-6	5/05/2019	12/06/2018	38	
LA-CT-7	5/05/2019	12/06/2018	38	
Zona-3				
LA-CT-8	6/05/2019	12/06/2018	37	111
LA-CT-9	6/05/2019	13/06/2018	38	
LA-CT-10	6/05/2019	11/06/2018	36	
Total				379

[37] Ley General del Ambiente N.° 28611. Según el numeral 99.2 del Artículo 99°. De los Ecosistemas frágiles, «los ecosistemas frágiles comprenden, entre otros, desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas altoandinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques relictos».

Índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA)

Para el cálculo del índice de ocurrencia se tomaron en cuenta todos los registros y evidencias encontradas (cualitativas y cuantitativas) por medio de recorridos en el área de estudio. No se consideraron las observaciones y evidencias obtenidas fuera de los recorridos por transectos ni los registros obtenidos por cámaras trampa. Los valores de índice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia (IA) por especie se muestran en la Tabla 8.38.

A nivel del análisis del registro de evidencias y considerando los índices de ocurrencia (IO), se confirman la presencia la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque» el cual sobrepasa el valor mínimo requerido de 10, según lo manifestado en Boddicker *et al*. (2002), confirmando de esta manera la presencia de esta por las observaciones directas obtenidas.

En lo que respecta al análisis del índice de abundancia (IA), *Lycalopex culpaeus,* «zorro» se reporta como las más abundante en registros por medio de huellas con un valor de 34.

Tabla 8.38. Indice de ocurrencia (IO) e índice de abundancia de mamíferos en el área de estudio

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Zona-1 EF1 (Laguna Mamacocha)		Zona-2	Zona-3	IO	IA
				LA-Ma1	LA-Ma2	LA-Ma3	LA-Ma4		
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro	He (2)	He (1)	He (3)	Hu (2)	9	34
	Mustelidae	*Lontra felina*	Nutria, Huallaque	Ol (1)	0	0	Obs (2)	15	25

Obs: observación directa, Hu: huella, He: heces, Ol: olor

Similaridad de Jaccard

Mediante el análisis de similaridad de Jaccard, se obtuvo un grupo bien definido que comparten la totalidad de las especies registradas entre las zonas de estudio, con el 100 % de similaridad; las especies que originan esta unión son *Lontra felina* «nutria o huallaque» y *Lycalopex culpaeus,* «zorro». Los valores presentados en la Tabla 8.39, son expresados en porcentajes con el fin de entender este análisis.

Tabla 8.39. Valores del índice de similaridad de Jaccard entre las zonas en el área de estudio

Zonas	Zona-1	Zona-2	Zona-3
Zona-1	1	0,5	1
Zona-2	0,5	1	0,5
Zona-3	1	0,5	1

Los valores obtenidos en el análisis de similaridad de Jaccard se muestran de manera gráfica en el Figura 8.71. Es necesario precisar que los valores usados para este análisis involucran los registros cualitativos y cuantitativos mediante recorridos por transectos.

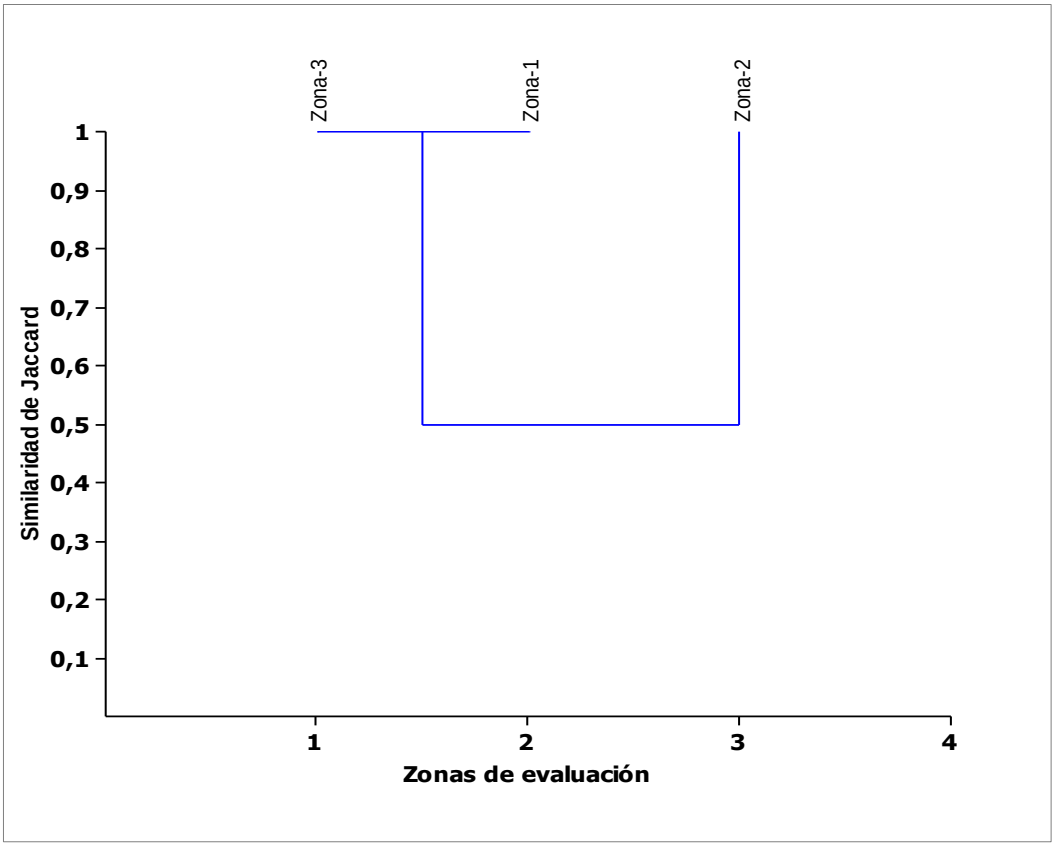


Figura 8.71. Cluster de similaridad de especies compartidas entre las zonas evaluadas

Análisis de evaluación por cámaras trampa

Por medio de cámaras trampa, se obtuvo 14 registros independientes de mamíferos silvestres pertenecientes a un total de 3 especies, 2 órdenes, y 3 familias; entre las que destacan, *Leopardus colocolo* «gato de pajonal», *Lycalopex culpaeus,* «zorro» y *Lagidium viscacia «vizcacha»* como especies frecuentes (Figura 8.72 y Tabla 8.40).

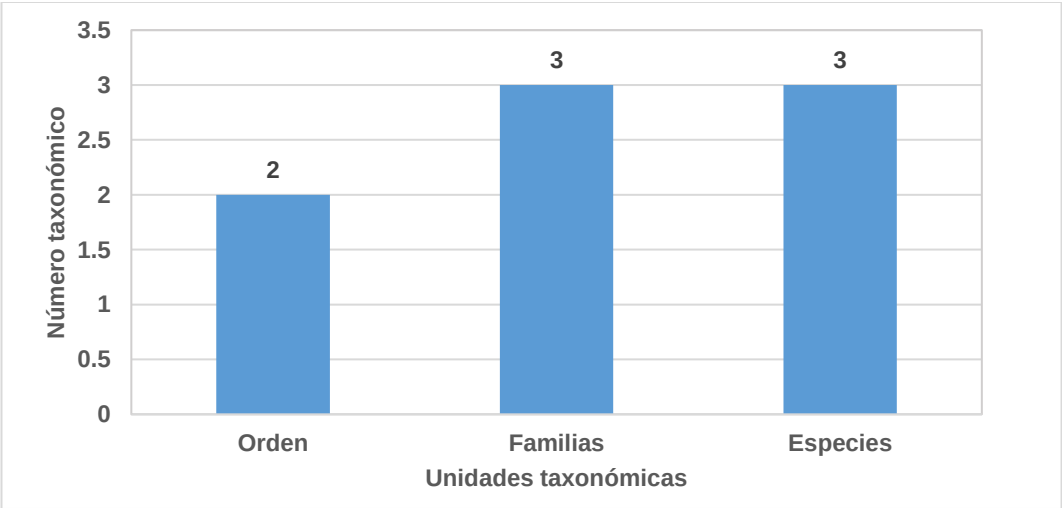


Figura 8.72. Composición taxonómica de registros de mamíferos silvestres por cámaras trampa

Tabla 8.40. Registros independientes de mamíferos silvestres por cámaras trampa

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Zona-1 EF1 (Laguna Mamacocha)				Zona-2 (río Mamacocha)			Zona-3 (Confluencia entre el río Mamacocha y el río Colca)			Total
				LA-CT1	LA-CT2	LA-CT3	LA-CT4	LA-CT5	LA-CT6	LA-CT7	LA-CT8	LA-CT9	LA-CT10	
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro	1	0	1	1	0	0	0	2	1	1	7
	Felidae	*Leopardus colocolo*	Gato del pajonal, oscollo	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Rodentia	Chinchillidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
Total				2	0	2	1	0	0	0	2	1	6	14

Los registros se obtuvieron solo en 6 de las 10 cámaras trampa instaladas. Las cámaras trampa que no tuvieron registros fueron: LA-CT2, LA-CT-5, LA-CT6 y LA-CT7. La especie *Lycalopex culpaeus*, «zorro» fue el que presentó el mayor registro del total (7 registros independientes), seguido por *Lagidium viscacia* «vizcacha» con 5 registros.

En cuanto a los registros obtenidos por cada zona de evaluación, la zona-3 presentó 9 registros independientes, en donde se instalaron 3 cámaras trampa (LA-CT8, LA-CT9 y LA-CT10) seguido de la zona-1, con 5 registros independientes, producto de 4 cámaras trampa instaladas (Figura 8.73).

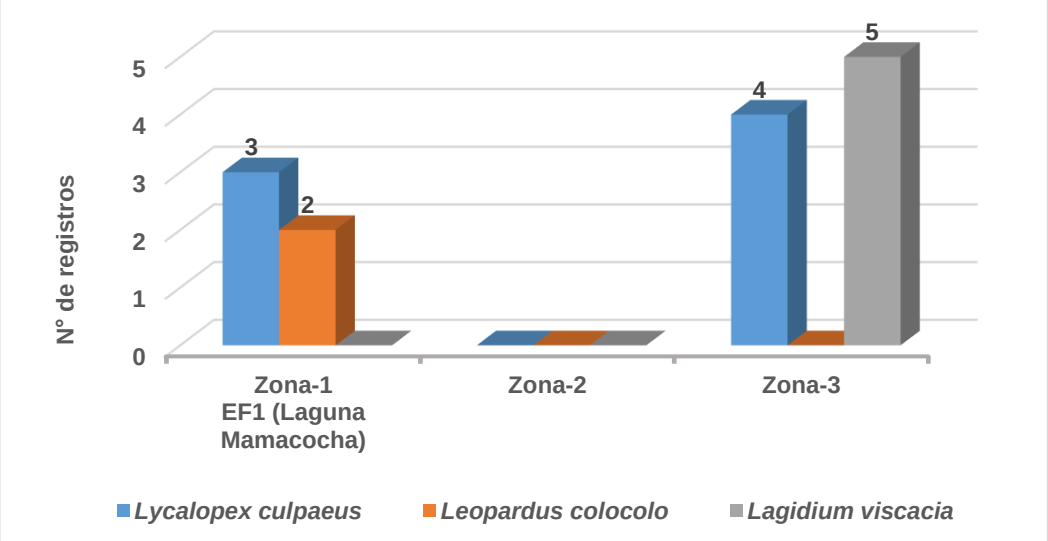


Figura 8.73. Composición de especies por zona de evaluación en el área de estudio

b. Curva de acumulación de especies

En la Figura 8.74 se presenta la curva de acumulación de especies de mamíferos silvestres solo mediante el registro de recorridos por transectos. En ella se observa que la curva exponencial es la que más se ajusta a los datos (R=0,99), en este caso, el número de recorridos por transectos realizados es casi el óptimo para el registro de las 2 especies registradas en el área de estudio. Sin embargo, hay que señalar que con el uso de las cámaras trampa se logró sumar 1 especie a la lista de registros en el área de estudio; esto porque las cámaras trampa ayudaron a obtener información de especies asociadas a hábitats de roquedales como la vizcacha.

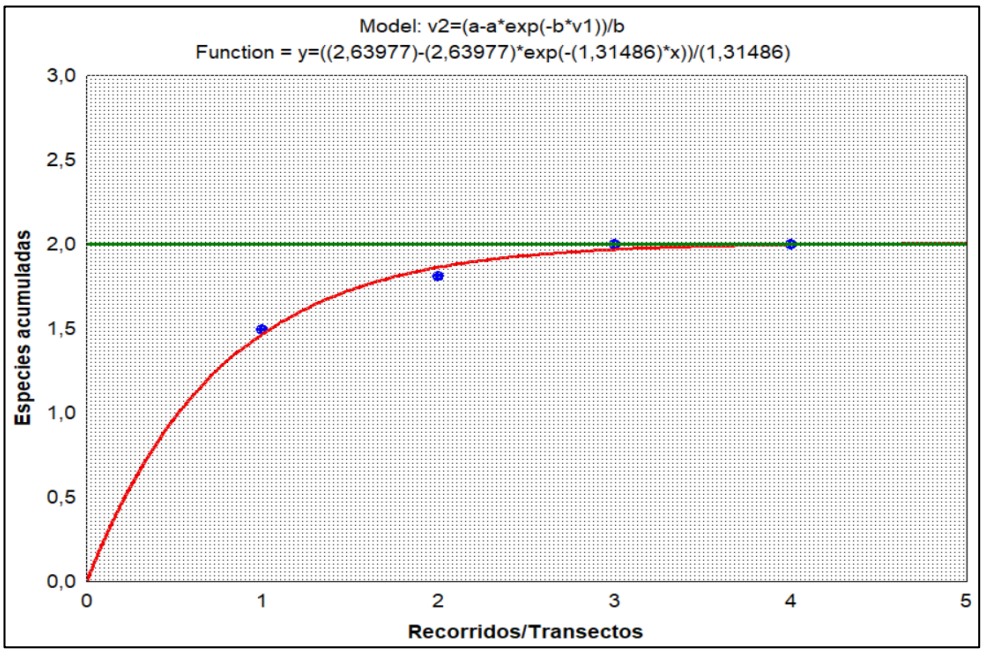


Figura 8.74. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio

c. Diversidad por zona de evaluación

En relación a la diversidad de especies por microcuenca, la mayor diversidad se presentó en la zona-3 con H'Log2=0,99 bits/individuo, en donde la riqueza estuvo conformada por 2 especies, con una abundancia de 9 individuos (Figura 8.75). Las cámaras instaladas en esta zona fueron la LA-CT8, LA-CT9 y LA-CT10, registrando especies importantes como *Lycalopex culpaeus,* «zorro» y *Lagidium viscacia* «vizcacha». Sin embargo, en la zona-1, correspondiente a los alrededores de la Laguna Mamacocha se destaca la presencia de la especie *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» como especie rara o de difícil registro.

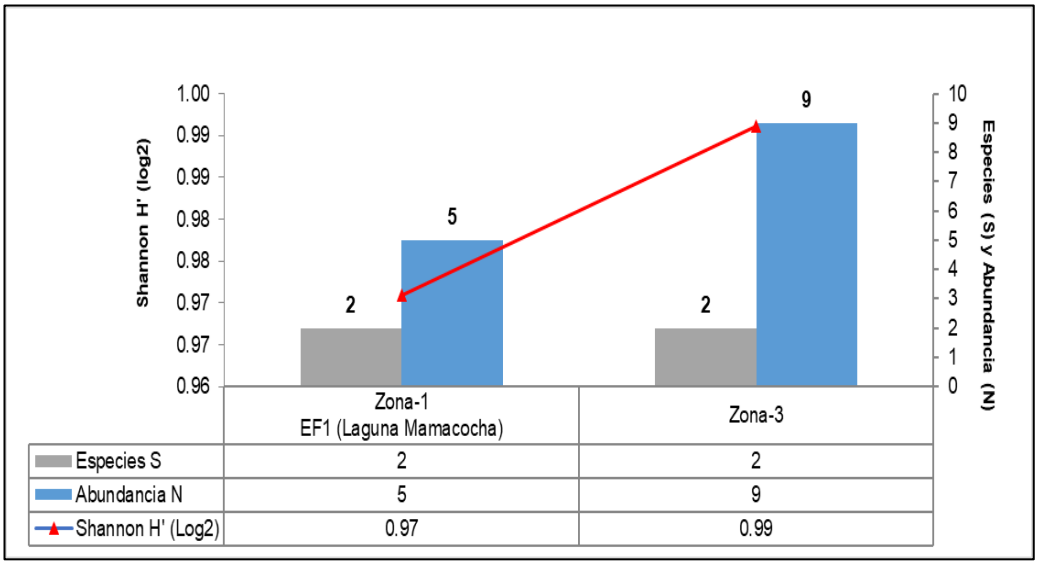


Figura 8.75. Curva de acumulación de especies de mamíferos silvestre en el área de estudio

d. Registros oportunos o casuales

Es importante mencionar que se realizaron registros oportunos o casuales fuera de los recorridos o transectos de evaluación además de las cámaras trampa. Entre estos registros se tiene a la especie *Lagidium viscacia* «vizcacha» con 15 registros por observación directa, *Lepus europaeus* «liebre» con 1 observación cercano a la localidad de Ayo y *Lontra felina* «nutria o huallaque» registrada por medio de 1 huella a orillas del río Colca. Estos registros son tomados en cuenta porque de alguna manera enriquecen la lista de registro de especies para el área de estudio, tal es el caso de la liebre.

Tabla 8.41. Registros oportunos o casuales

Orden	Familia	Especies	Nombre común	Observación	Huella
Rodentia	Chinchillidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	15	0
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre	1	0
Carnivora	Mustelidae	*Lontra felina*	Nutria, Huallaque	0	1

e. Estado de conservación

Según la IUCN (2019) en categoría de Casi amenazado (NT) se encuentra la especie *Leopardus colocolo* «gato de pajonal». Las amenazas sobre la población de esta especie, radica principalmente en la deforestación y la fragmentación de los bosques, sumado a la caza por su piel (Cossíos *et al*., 2007; Villalba *et al*., 2004; Pacheco, 2002). Y la especie

Lontra felina «nutria o huallaque» en categoría de En peligro (EN), siendo su amenaza histórica la caza dirigida para peletería y en la actualidad sus poblaciones se encuentran afectadas por el uso de explosivos en la pesca, pérdida de ambientes de residencia debido a la urbanización, la contaminación y eventuales capturas incidentales (Valqui, 2008). El resto de las especies se encuentran categorizadas como de bajo riesgo o de menor preocupación (LC).

Se registraron 2 especies listadas en la legislación de conservación nacional (Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI), siendo las especies de mamíferos del orden Carnivora, el *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» categorizada con Datos insuficientes (DD) y la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque» categorizada como En peligro (EN).

De acuerdo con los apéndices de la CITES (2017), se identificaron 3 especies de mamíferos mayores listadas con fines de protección ante la amenaza de explotación excesiva. Este número incluye a la especie *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» como especie importante para el apéndice II. Este apéndice incluye a la especie *Lycalopex culpaeus,* «zorro» que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro, pero que pueden llegar a esa situación a menos de que el comercio de dichos especímenes no esté sujeto a una reglamentación estricta y el comercio de estas se realiza excepcionalmente.

En el apéndice I, se lista a la especie carnivora de la familia Mustelidae, *Lontra felina* «nutria o huallaque» sobre las que se cierne el mayor grado de peligro (extinción) entre las especies registradas.

Tabla 8.42. Especies en estado de conservación

Orden	Familia	Especies	Nombre común	IUCN (2019)	CITES (2017)	D.S. N.° 004-2014
Rodentia	Chinchillidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	Lc	---	---
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus europaeus*	Liebre	Lc	---	---
Carnivora	Felidae	*Leopardus colocolo*	Gato del pajonal, oscollo	NT	II	DD
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro	Lc	II	
Carnivora	Mustelidae	*Lontra felina*	Nutria, Huallaque	EN	I	EN

EN: En peligro, NT: Casi amenazado, DD: Datos insuficientes, Lc: Preocupación menor; ---: no aplica

9. DISCUSIÓN

En esta sección se discutirá los principales resultados de la calidad de agua y sedimento, además de los estudios especializados de comunidades hidrobiológicas, hidroquímica, caracterización geológica, flora y fauna silvestre.

9.1. Agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas

El área de evaluación de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas se enfocó en la parte baja de la cuenca del río Mamacocha que abarca la descarga de la laguna Chachas (LCha-1), río Chachas (RCha-1), quebrada Subna (QSub-1), laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4) y río Colca (RCol-1 y RCol-2). Además, se consideró el manantial sin nombre 1 (MSN-1), canal de la descarga de la microcentral Ayo (DCMA-1) y canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2).

En la Figura 9.1 se muestra la distribución de los puntos de muestreo evaluados de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas en octubre de 2018 y mayo de 2019. Cabe indicar que, no todas las matrices ni todos los puntos fueron evaluados en ambas evaluaciones; lo que se detalla en los ítems 7.1.2., 7.2.2 y 7.2.3.

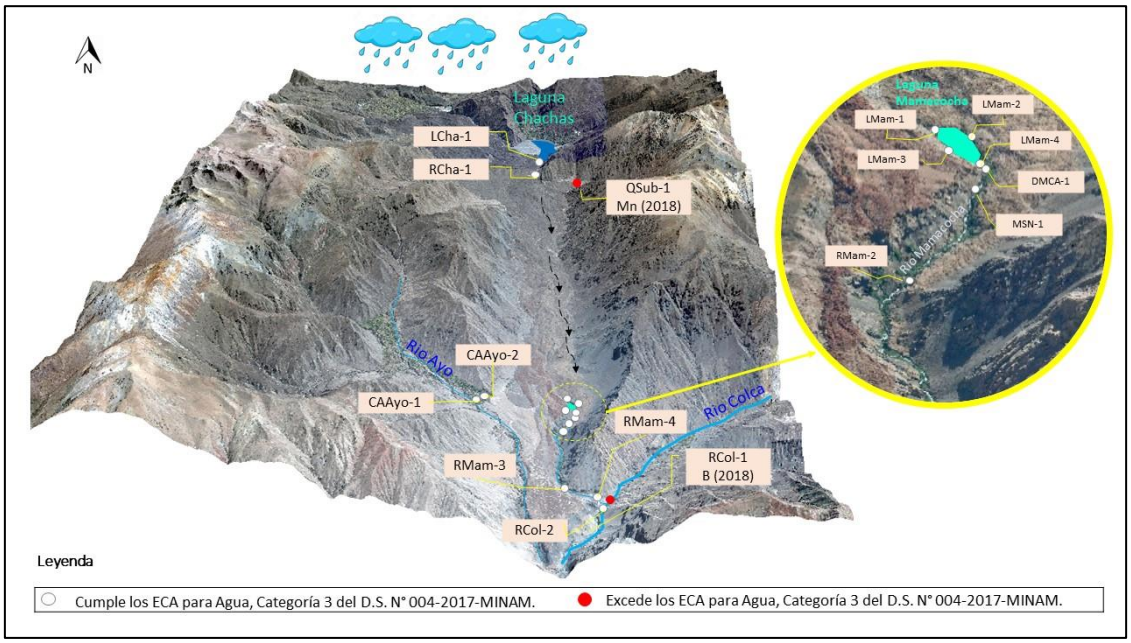


Figura 9.1. Distribución de puntos de muestreo evaluados de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas

El régimen hidrológico de la laguna y río Mamacocha difiere de la laguna y río Chachas, quebrada Subna, canal de riego Ayo y río Colca, debido a que el agua de la laguna Mamacocha proviene de una resurgencia[38]. La Figura 9.2 muestra el hidrograma de precipitaciones medias mensuales de las estaciones meteorológicas ubicadas en la parte alta de la cuenca del río Mamacocha (Andahua), microcuenca del río Ayo (Ayo) y la cuenca del río Colca (Cabanaconde y Chuquibamba); comparados con los registros de caudales en la descarga de la laguna Mamacocha.

[38] La resurgencia es definida como la reaparición de un flujo subterráneo a la superficie, el origen de una resurgencia proviene de agua superficial que en una parte o la totalidad del flujo por escorrentía se infiltra al subsuelo o magma para resurgir a la superficie (Gonzáles, *et al*. 1986).

En dicha Figura se observa un desfase entre el período de mayores precipitaciones entre enero y marzo (temporada húmeda) con respecto a los máximos caudales en la descarga de laguna Mamacocha de abril a julio.

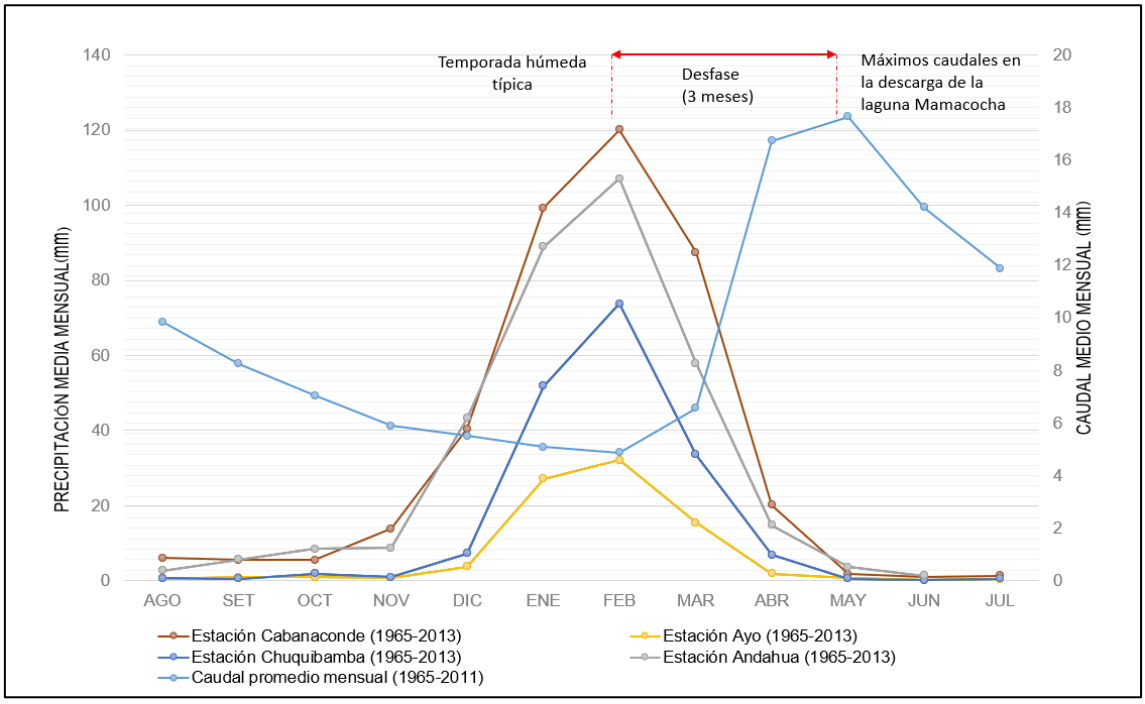


Figura 9.2. Hidrograma de precipitaciones medias mensuales (1965-2013) en estaciones cercanas al área circundante a la laguna Mamacocha comparado con las descargas medias mensuales (1965-2011) en la laguna Mamacocha.
Fuente: ANA (2015) e ITS (2017)

El basamento rocoso de la parte baja de la cuenca del río Mamacocha, de la laguna Chachas a la laguna Mamacocha, consiste en rocas sedimentarias de la Formación Socosani (calizas y lutitas negras) y Formación Puente (areniscas intercaladas con lutitas negras), asimismo, en ambas márgenes de la quebrada Subna se emplazaron intrusivos de granito-tonalita. Sobre estas rocas se depositaron materiales aluviales de poco espesor que contiene clastos de rocas sedimentarias e intrusivas en matriz arenogravosa. El fondo del valle Andahua se encuentra cubierto por lavas andesíticas, basálticas y latiandesiticas del Grupo Andahua compuesto por plagioclasas, piroxenos, olivino, hornblenda y titanomagnetita (Galas, 2009); y en menor proporción por lavas del Grupo Barroso (Figura 9.3).

Los flujos de agua superficial de la descarga de la laguna Chachas y la quebrada Subna se infiltran en las rocas volcánicas (acuífero volcánico) y recorren aproximadamente 18 km por medios aluviales pleistocenos (acuífero poroso no consolidado) sobre el basamento sedimentario deformado y stocks de intrusivos acuitardos (Peña, *et al*., 2010). Las estructuras geológicas (fallas y pliegues) que cortan en dirección NO-SE a la laguna Mamacocha favorecieron la resurgencia y el embalse de estos flujos, que posteriormente discurren superficialmente en el río Mamacocha hacia la confluencia con el río Colca.

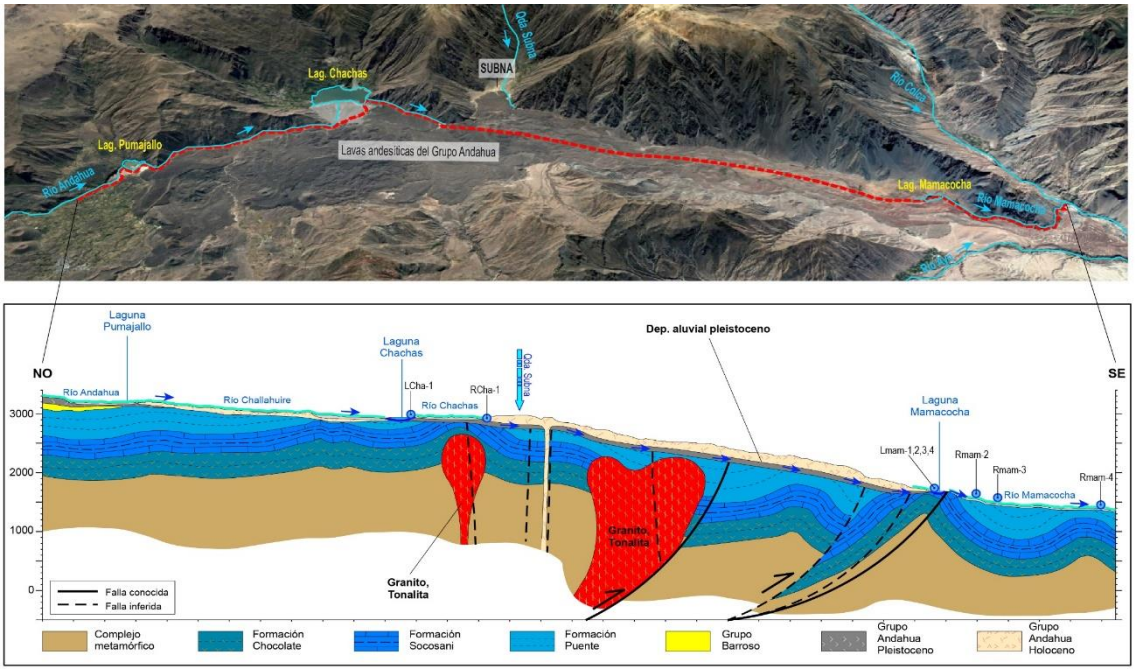


Figura 9.3. Sección geológica longitudinal desde el río Andahua hasta el río Colca

Los parámetros evaluados en mayo de 2019[39] y octubre de 2018 en la descarga de la laguna Chachas (LCha-1), río Chachas (RCha-1) y quebrada Subna (QSub-1) cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua 2017 categoría 4[40] y categoría 3[41]; a excepción del parámetro manganeso que en octubre 2018 excedió el estándar mencionado en la quebrada Subna para la categoría 3.

En el punto LCha-1 se registró altas concentraciones de manganeso (0,2616 mg/L) en octubre de 2018 con una considerable disminución de dicha concentración (0,0111 mg/L) en mayo de 2019; a diferencia de la quebrada Subna que registró menor disminución, de 0,2193 mg/L a 0,1594 mg/L, manteniendo las más altas concentraciones en ambas evaluaciones.

La presencia de manganeso en el punto LCha-1 estaría relacionada a la interacción agua-roca (evaluado previamente con el diagrama de Gibbs) y a los procesos de alteración de minerales susceptibles (cristales de piroxenos) y oxidación en rocas volcánicas máficas y a zonas con presencia de azufre debido a la actividad del volcán Ninamama (Galas, 2009). Mientras que, el manganeso en el punto QSub-1 se debería al predominio de rocas intrusivas (minerales máficos) asociadas a zonas de alteración hidrotermal, cuyas anomalías espectrales[42] predomina en óxidos de hierro (Fe(III))) y en menor proporción arcillas (Ingemmet, 2018), ubicadas en la naciente (cerro Jallhua) y al sureste (cerro Subna) de la quebrada Subna (Figura 9.4).

[39] En octubre 2018 no se registró flujo de agua en el punto RCha-1 debido a que la laguna Chachas no registro rebose de agua, concordante con la estacionalidad.

[40] El punto LCha-1, comparado con la Categoría 4: «Conservación del ambiente acuático» subcategorías E1: Lagunas y lagos, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

[41] El punto RCha-1 y QSub-1, comparado con la Categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales en la subcategoría D1: Riego de animales y D2: bebida de animales», de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

[42] Las anomalías espectrales indican zonas de alteración con contenido de óxidos de hierro (Fe^{3+}) y arcillas, obtenidos a partir de imágenes del sensor ETM+ del satélite LAndsat-7 y OLI de Landsat-8. Estos sectores indican la presencia de minerales secundarios por procesos supérgenos y alteración argílica asociado a ambientes epitermales

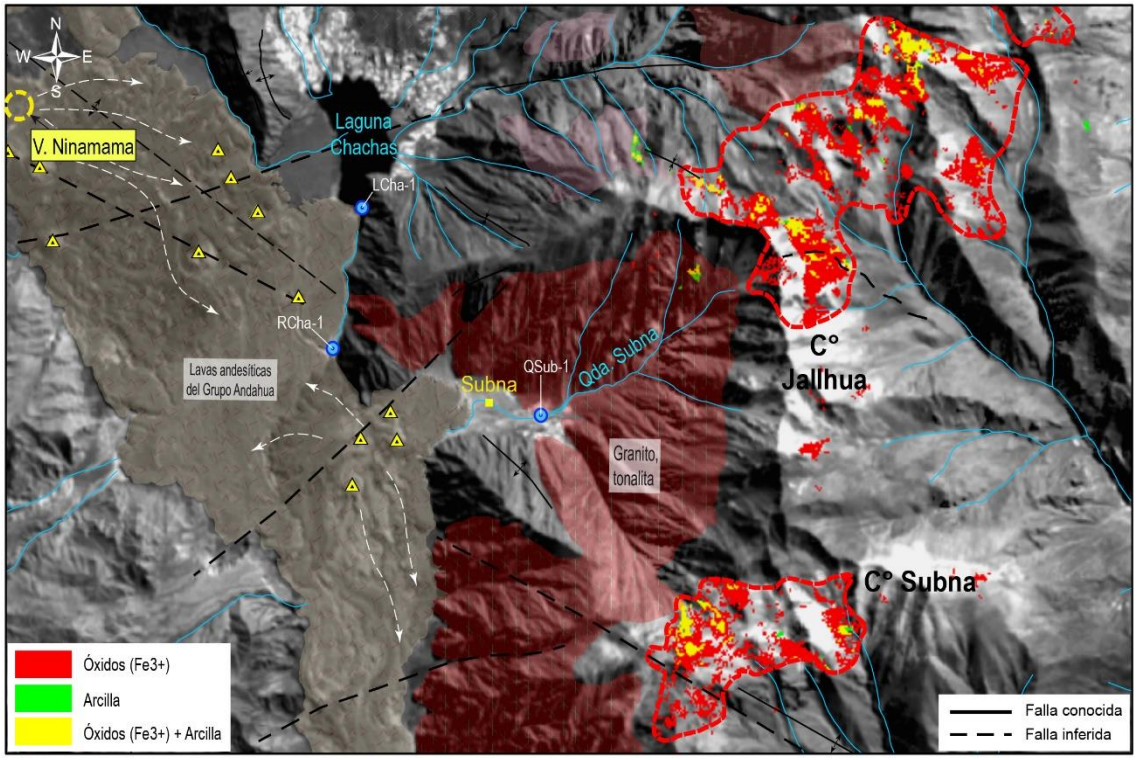


Figura 9.4. Anomalías espectrales de óxidos de hierro y arcillas a partir de imágenes Lansat-7 y Lansat-8 en el anexo Subna

Las concentraciones de manganeso en sedimento (Ingemmet, 2002; Ingemmet 2011)[43] fueron de 1267 mg/kg a 2182 mg/kg; asimismo, en octubre de 2018 en la laguna Chachas (LCha-1) fue de 966 mg/kg. Adicional a este elemento, se reportaron altas concentraciones de hierro y aluminio.

De la relación entre metales totales y disueltos, en la laguna Chachas se ha determinado que el mayor porcentaje de manganeso se encuentra de forma disuelta en ambos años, a pesar de la disminución de concentración, a diferencia de los metales aluminio y hierro que se encuentran en forma suspendida en ambos años.

La presencia del aluminio y hierro en suspensión estaría relacionada al efecto de la erosión hídrica del suelo de uso agrícola (Castro, 2013) que se desarrollan al norte y noreste de la laguna Chachas[44], los cuales son transportados principalmente en temporadas de mayor lluvia. Al respecto, si bien de acuerdo con el régimen hidrológico (Figura 9.2), octubre de 2018 y mayo de 2019 son temporadas de baja precipitación media mensual, en octubre llovió más que en mayo de acuerdo con la información de las estaciones Cabanaconde y Andahua; por lo que hay mayor concentración de los citados metales.

La evaluación hidroquímica de la descarga de la laguna Chachas (LCha-1) indica el cambio de facie sulfatada cálcica (SO4-Ca) con pH básico (8,06) en octubre de 2018 a bicarbonatada-sulfatada cálcica (HCO3-SO4-Ca) con pH ácido (6,89) en mayo de 2019. Cabe mencionar que, el río Chachas (RCha-1) registró una pequeña variación en la

[43] Ingemmet (2011). Boletín 25. Cuenca Camaná-Majes-Colca.2011:15081.
Ingemmet (2002). Boletín 8-11 y 12 Paralelo 12 - 19 (Franja 1, 2 y 3) 2002: 4229

[44] También se registró las mayores concentraciones de aluminio y hierro en suspensión en temporada de mayor lluvia en el rio Colca (RCol-1) y en el canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2), en donde aguas arriba se ubican áreas con suelos de uso agrícola en el valle de Canco (margen izquierda) y de Ayo (en ambas márgenes), respectivamente.

concentración de sulfatos y bicarbonatos en el 2019 respecto a LCha-1, por lo que presentó facie sulfatada-bicarbonatada cálcica (SO4-HCO3-Ca) con pH básico (7,63).

El cambio de facie hidroquímica (incremento y disminución de los principales iones) y pH en la laguna Chachas, en los meses evaluados de ambos años, también estaría relacionado a la temporalidad, debido a que en mayo 2019 se registró mayor flujo de agua en la descarga de la laguna, por lo cual fue posible evaluar el punto RCha-1, en cuyo tramo recorrido de 1,70 km aproximadamente se incrementó ligeramente los iones de metales alcalinos (sodio y potasio) y alcalinos térreos (calcio, estroncio y magnesio) siendo el pH básico. Similar comportamiento tuvo la laguna Chachas, con un mayor incremento de pH temporal (2018 a 2019), debido a un mayor incremento de los citados iones alcalinos y alcalinos térreos.

La dinámica descrita anteriormente de la laguna y río Chachas se debería a que tiene baja concentración de iones en comparación con los demás cuerpos de agua del área evaluada; por lo que es susceptible a cambios fisicoquímicos del agua superficial por las variables meteorológicas como las precipitaciones y sus efectos en los cuerpos de agua como el incremento del caudal.

En cambio, la quebrada Subna se caracterizó por tener aguas sulfatadas cálcicas (SO4-Ca) en ambos años, sin cambio de pH significativo (de 7,12 a 7,16) y con una variación mínima de los iones y presencia de aluminio en forma disuelta con 75,7 % (octubre de 2018) y 67,5 % (mayo de 2019)[45] que difiere de la forma suspendida en la laguna Chachas con 95,8 % (octubre de 2018) y 68,6 % (mayo de 2019), y mínima variabilidad temporal de concentración de manganeso con predominancia en ambos años de su forma disuelta.

Otra diferencia fisicoquímica resaltante es que la quebrada Subna registró las más altas concentraciones de los metales pesados: zinc, cobre, níquel, cobalto y molibdeno en forma disuelta, y el metaloide silicio o silicatos. La presencia de estos elementos se asocia a las zonas de alteración hidrotermal ubicadas en la naciente de la quebrada Subna.

[45] La quebrada Subna es el único cuerpo de agua de los evaluados que tiene predominancia del aluminio en su forma disuelta.

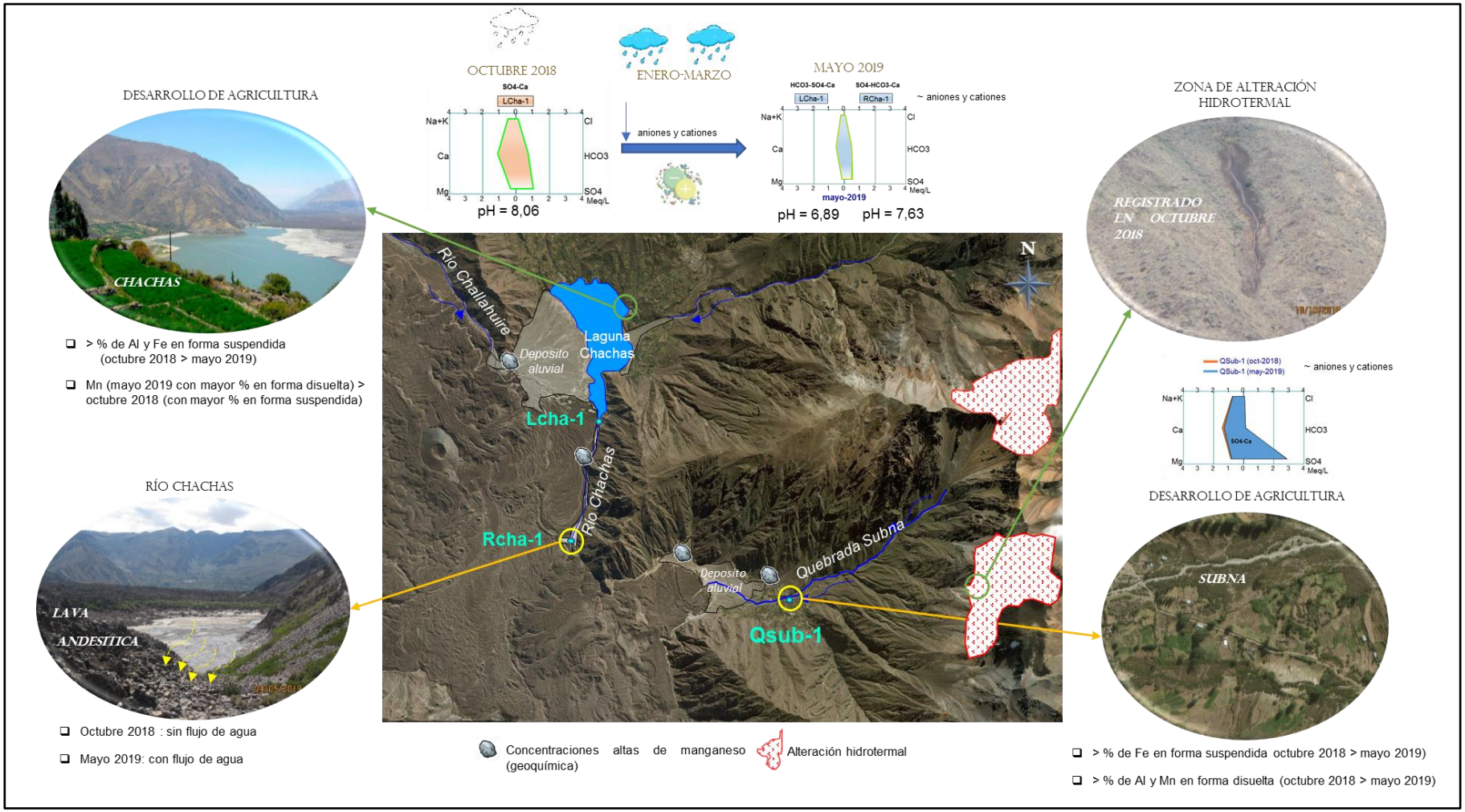


Figura 9.5. Modelo conceptual de la laguna y río Chachas, y quebrada Subna

Además, la dinámica fisicoquímica del hierro y aluminio estaría relacionada a la distancia (D_{Min-MD} y D_{Min-MI}) de los suelos de uso agrícola y el tramo recorrido por el cuerpo de agua, que es mayor en la laguna Chachas (LCha-1), a diferencia a la quebrada Subna (QSub-1). Tal como se observa en la Figuras 9.6 y 9.7a. Similar comportamiento se ha observado el río Colca (RCol-1) y canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2) tal como se aprecia en la Figura 9.7b y 9.8.

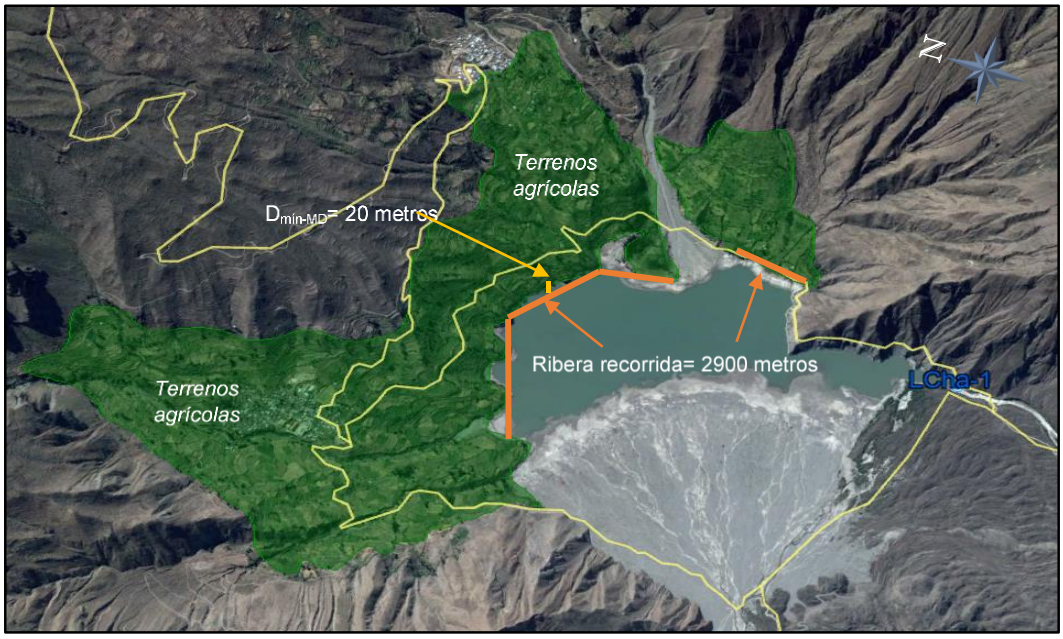


Figura 9.6. Áreas de terrenos agrícolas alrededor de la laguna Chachas

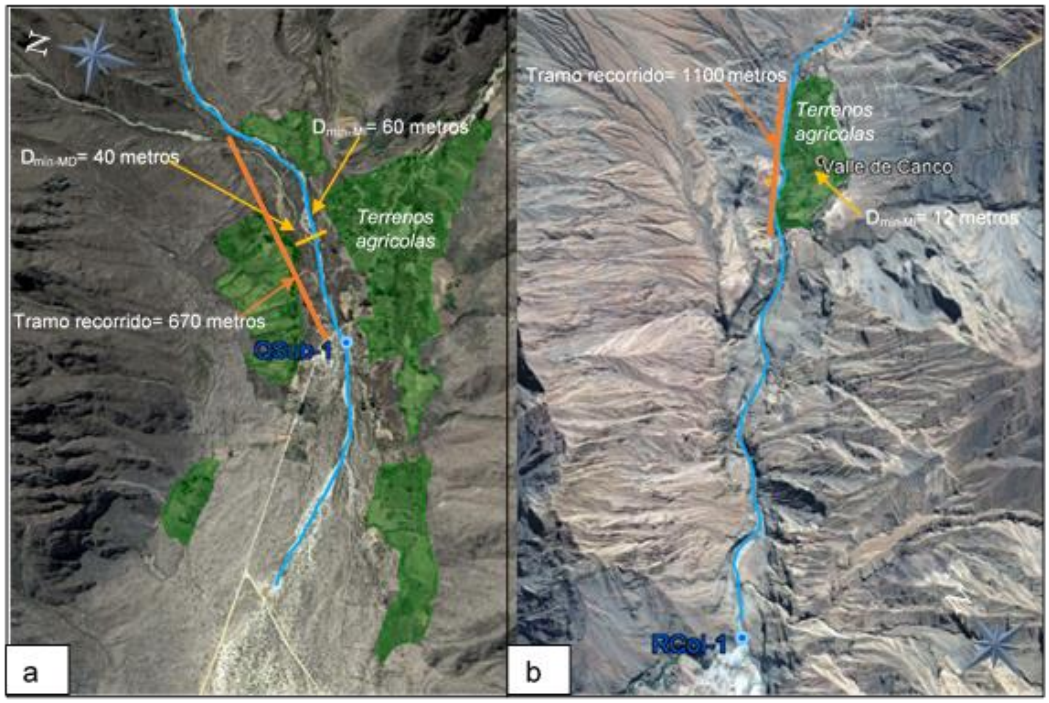


Figura 9.7. Áreas de terrenos agrícolas en las márgenes de a) quebrada Subna y b) río Colca

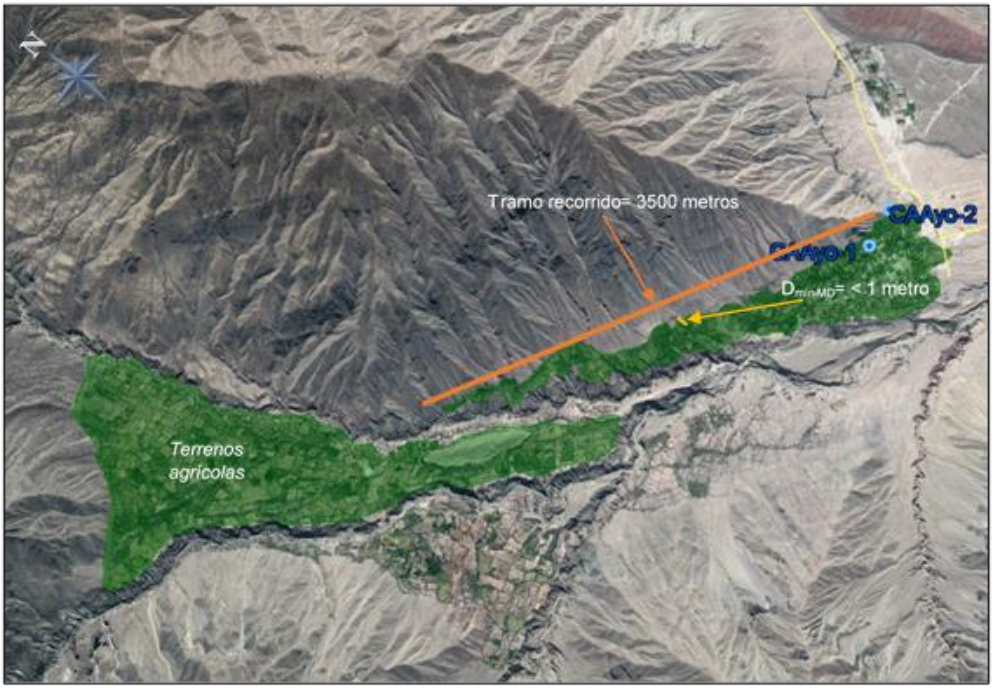


Figura 9.8. Áreas de terrenos agrícolas alrededor del canal de riego Ayo

La laguna Mamacocha está controlada por una barrera impermeable compuesta por niveles sedimentarios (areniscas cuarzosas, lutitas negras, limolitas y calizas) deformados, debido a esfuerzos compresivos (fallas inversas y pliegues) observados en el cerro Canco al noreste de la laguna (Figura 9.9). Posterior a la laguna, en el lecho del río Mamacocha, predominan rocas sedimentarias con leve desarrollo de material fluvial por donde discurren las aguas de rebose de la laguna Mamacocha.

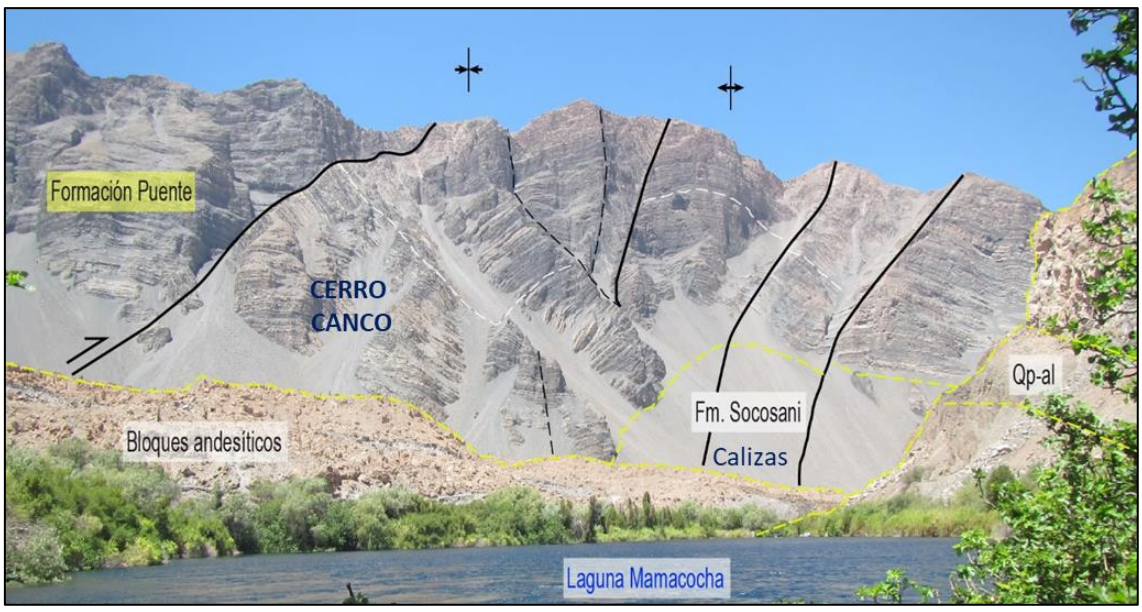


Figura 9.9. Afloramientos sedimentarios deformados que dan las condiciones para la resurgencia Mamacocha

Los parámetros evaluados en mayo de 2018 y octubre de 2019 en la laguna Mamacocha en los puntos de muestreo LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4 cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua 2017 categoría 4[46].

La laguna Mamacocha no registró variación temporal ni espacial significativa de la composición fisicoquímica evaluada en sus 4 puntos de muestreo, tales como pH básico (7,16 a 7,31) y la suma de los aniones (52,3 a 56,3 mg/L) y cationes (149,3 a 153,8 mg/L) relacionados a la composición mineralógica, a una temperatura de 17,4 a 19,0 °C (característico de clima templado) y una buena oxigenación de 6,84 a 7,88 mg/L que permite la vida acuática de diferentes especies como las macrófitas sumergidas (*Myriophyllum aquaticum*) y el pejerrey de río (*Basilichthys semotilus*) observadas en la Figura 9.10.

De la relación entre metales totales y disueltos, la laguna Mamacocha registró 19 elementos entre metales y metaloides con mayor porcentaje en forma disuelta, desde los alcalinos como sodio y potasio y alcalinos térreos como calcio, estroncio, magnesio y bario hasta metales pesados como cobre, vanadio, uranio y zinc, metaloides como arsénico, boro y silicio, además del no metal o nutriente fósforo. En caso del hierro y aluminio, estos estuvieron en bajas concentraciones con mayor porcentaje en forma suspendida en octubre de 2018 y en mayo de 2019 fueron menores a sus límites de detección; mientras el manganeso se reportó en forma disuelta en octubre de 2018 y fue menor al límite de detección en mayo 2019.

El comportamiento anterior se debe a la formación vegetal que bordea la laguna (Figura 9.2), la cual es una barrera protectora natural durante los meses de mayor precipitación; no permitiendo el transporte de material sólido de minerales del suelo (óxidos, hidróxidos, silicatos, carbonatos y otros) que contienen elementos con mayor abundancia en la corteza continental como silicio, aluminio, calcio, hierro, magnesio, manganeso, entre otros (Rudnick, 1995), los cuales puedan luego disolverse o mantenerse en forma suspendida.

Asimismo, el rango de conductividad de 285 µS/cm (octubre de 2018) a 297 µS/cm (mayo de 2019) indican similar material disuelto y la concentración de sólidos suspendidos totales fueron menores al límite de detección (< 2 mg/L) en octubre de 2018 a causa de la baja o nula entrada de material en suspensión de los suelos ribereños.

Otro factor importante que mantiene las características fisicoquímicas semejantes de la laguna es la recarga y descarga constante que se da (Figura 9.10), con un caudal promedio al año de 6,8 m^3/s y máximos que llegan en promedio a 20 m^3/s (entre abril y mayo), que no permiten que el material en suspensión precipite al fondo de la laguna.

De otro lado, la laguna Mamacocha al tener poca variación temporal de la composición fisicoquímica tiene la misma facie bicarbonatada-sulfatada cálcica (HCO3-SO4-Ca) en octubre de 2018 y mayo de 2019, tal como se muestra en las Figuras 9.11 y 9.12 a través del promedio de las concentraciones de los iones de los 4 puntos de muestreo (LMam-p).

[46] El punto LCha-1 fue comparado con la categoría 4: «Conservación del ambiente acuático» subcategorías E1: Lagunas y lagos, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM.

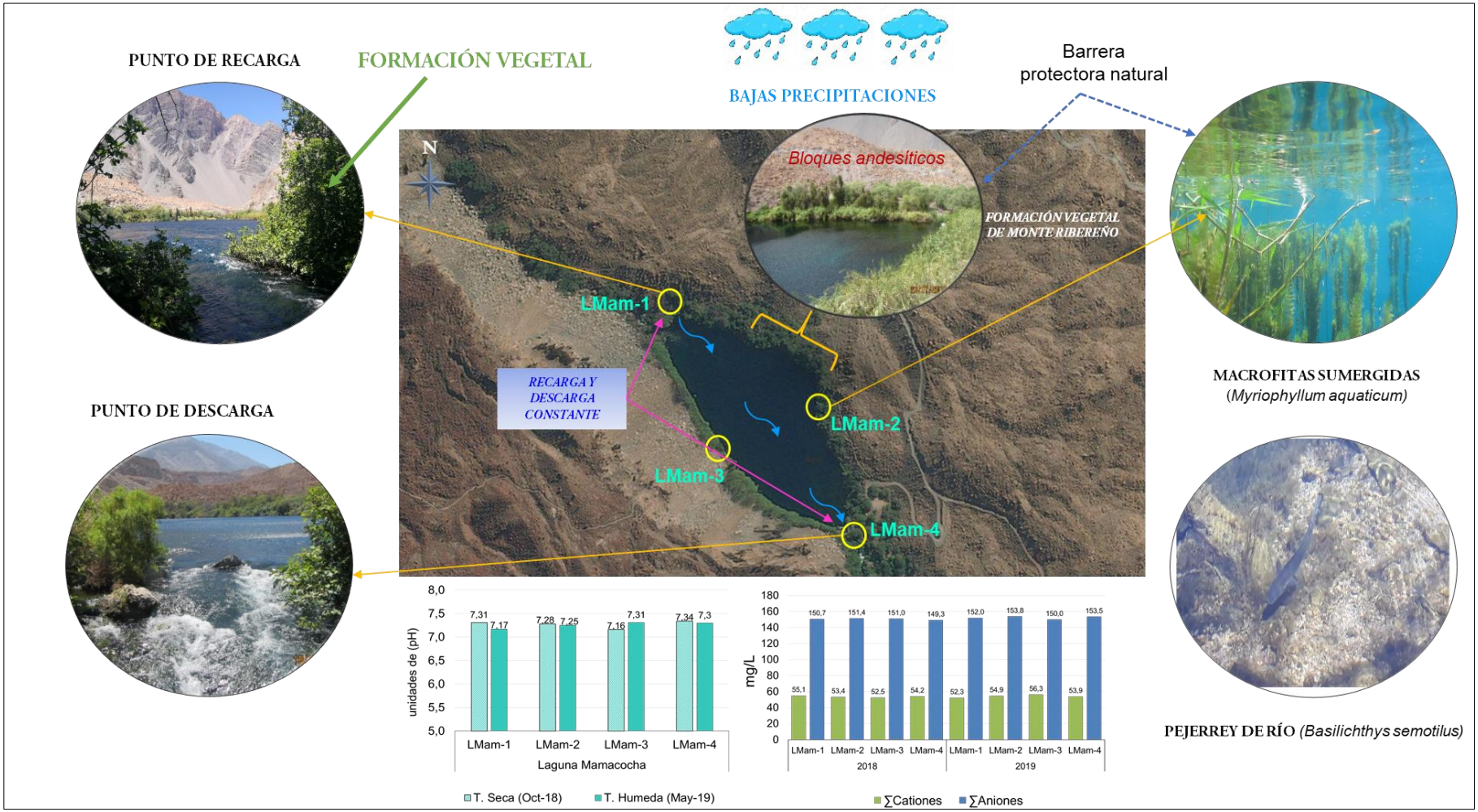


Figura 9.10. Modelo conceptual de la laguna Mamacocha

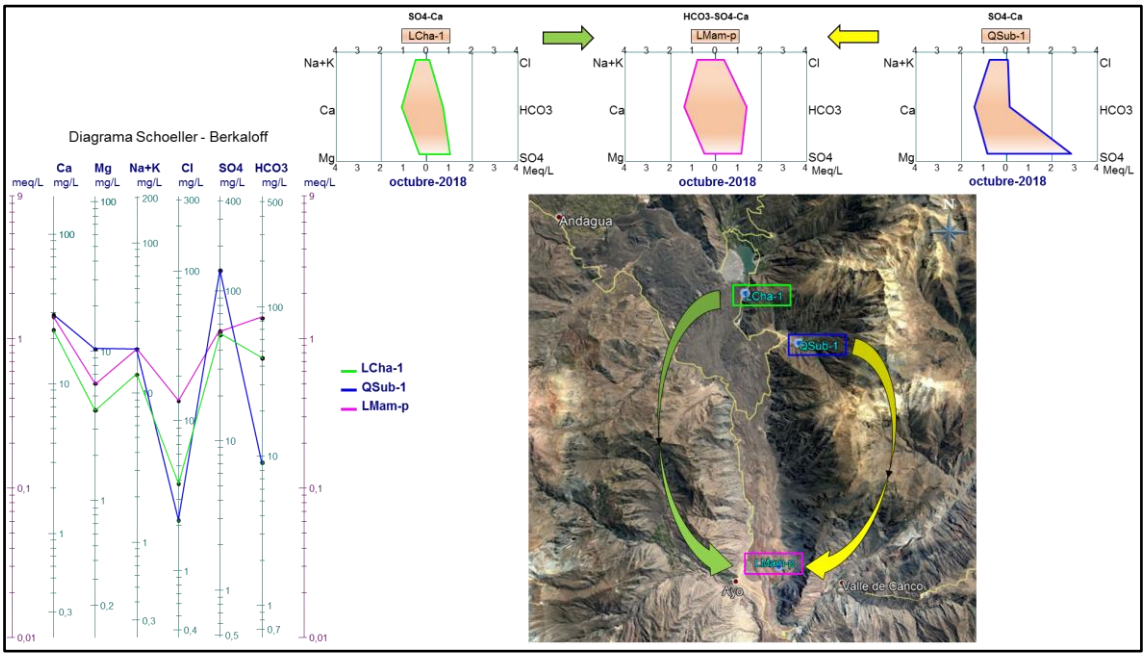


Figura 9.11. Hidroquímica de la laguna Mamacocha octubre de 2018

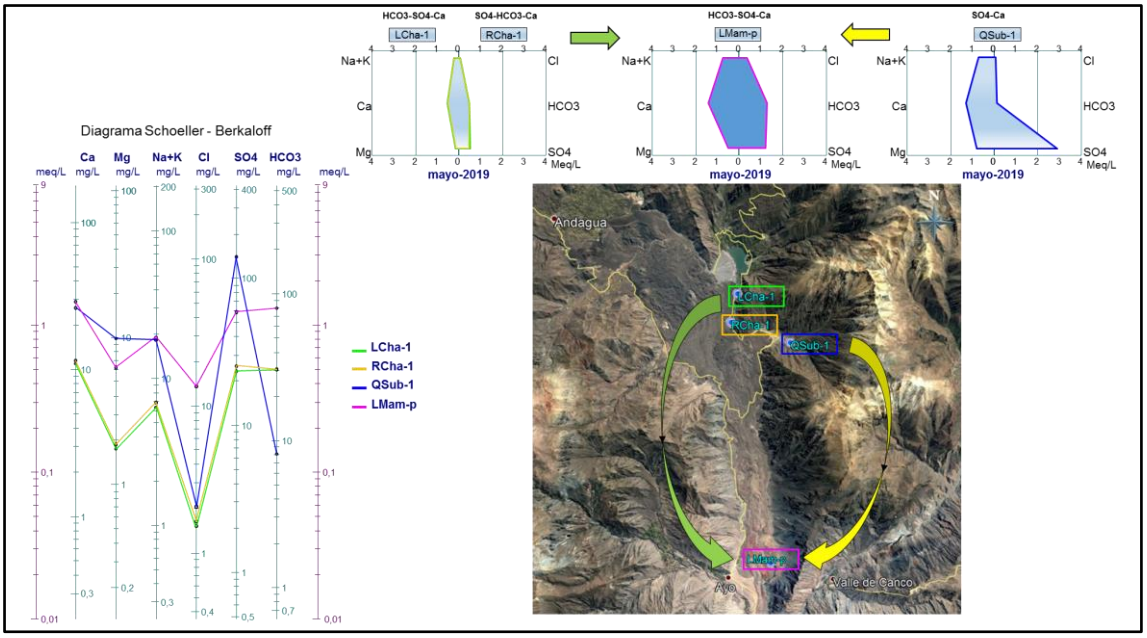


Figura 9.12. Hidroquímica de la laguna Mamacocha mayo de 2019

Dichas Figuras muestran también que las facies bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas (HCO3-SO4-Ca) de la laguna Mamacocha difieren respecto a la descarga de laguna Chachas, río Chachas y quebrada Subna, esta última con mayor concentración de sulfatos (SO4), debido a que la resurgencia que recarga la laguna Mamacocha incrementa la concentración de bicarbonatos (descarga de la laguna y río chachas, y quebrada subna) y la dilución de sulfatos (quebrada subna) por la interacción de los flujos con rocas volcánicas andesíticas y andesitas basálticas (alto contenido de plagioclasas cálcicas) y niveles sedimentarias calcáreas (alto contenido de calcita en calizas), areniscas y lutitas negras de las formaciones Socosani y

Puente (Figura 9.3), en concordancia con el diagrama de Gibbs. Según el diagrama de Scatter el flujo de agua que abastece la laguna Mamacocha se caracterizó por ser de tipo local.

La variación de cada una de las concentraciones de los iones se observa detalladamente mediante los diagramas de Schoeller-Berkaloff indicadas en las Figuras 9.11 y 9.12, en donde lo más resaltante es que la laguna Mamacocha registró mayor concentración de bicarbonatos y cloruros, y similar concentración de calcio que la quebrada Subna.

Respecto a la evaluación de comunidades hidrobiológicas en la laguna Chachas (LCha-1) y la laguna Mamacocha (LMam-2 y LMam-3), la diversidad para fitoplancton en la laguna Mamacocha (valor N1 de 12,09 en octubre 2018) fue mayor que la laguna Chachas (N1 de 6,45 registrado en octubre 2018). Esto está relacionado con el mayor número de especies reportadas en laguna Mamacocha (33 especies) y un alto índice de Pileou (J') de 0,86 en LMam-2 y 0,84 para LMam-3. Mientras que, en la laguna Chachas el índice de Pileou (J') de 0,62 indicaría mayor dominancia de un menor número de especies, como *Asterionella formosa* y *Aulacoseira granulata* (Heip y Gaton, 2002; Heip *et al.* 1998).

El phylum Cyanobacteria solo fue reportado en la laguna Mamacocha, con 6 especies identificadas, a diferencia de la laguna Chachas que reporto un mayor número de taxones de Bacillariophyta (16) y una especie única de Orchophyta (*Mallomonas* sp.). La presencia de Cyanobacteria en laguna Mamacocha está relacionada a la baja concentración de iones hierro (menor a 0,0133 en octubre 2018 y menor 0,0004 en mayo 2019), a la presencia de concentraciones relativamente altas de fósforo de forma disuelta (de 0,040 a 0,063 mg/L para ambos años) y a las condiciones oligotróficas de la laguna; los cuales generan un microambiente propenso para el desarrollo de pequeños bloom de estos organismos (Sorichetti *et al.*, 2013). En cambio, la laguna Chachas (LCha-1) se caracterizó por poseer un nivel alto de hierro disuelto (0,540 mg/L), valores bajos de fósforo disuelto (0,015 mg/L), además de presentar la mayor concentración de sólidos en suspensión (19 mg/L); condiciones poco favorables para cianobacterias, y que podrían explicar la menor biodiversidad de Bacillariophyta de esta laguna (Wetzel, 2001).

El análisis de diversidad beta de ambas lagunas para fitoplancton nos muestra que estos ambientes lenticos poseen una composición con bajo índice de similaridad (0,35 entre LMan-2 y LCha-1 en 2018), mientras que la similaridad es mayor entre los puntos analizados en laguna Mamacocha (0,57 entre LMam-2 y LMam-3). Dichos resultados guardan concordancia debido a que ambas lagunas tienen diferente dinámica de recarga; la laguna Chachas mediante precipitación y escorrentía y la laguna Mamacocha producto de una surgencia. Como consecuencia no tenemos una conectividad entre las lagunas, lo que favorecería una mayor diversificación de especies en el ambiente de características oligotróficas en la laguna Mamacocha (Wetzel, 2001).

La mayor diversificación de especies en la laguna Mamacocha también se puede apreciar para el grupo de zooplancton, en donde se ubicaron hasta 5 taxones en el punto LMam-2. Sin embargo, durante el monitoreo del 2018 solo el punto LMam-3 reportó una especie de rotífero. Esto se relaciona con la mayor recarga de la laguna en mayo 2019 a diferencia de octubre 2018, lo cual brindaría mayor mezcla de aguas en la laguna y probablemente mejores oportunidades para reproducción debido a la disponibilidad de alimento (Goméz-Marquez *et al.,* 2013).

El análisis de perifiton en los puntos LCha-1 y RCha-1 mostro índices N1 elevados para la evaluación realizada en mayo 2019 (18,98 y 13,36 respectivamente). En la laguna Mamacocha (LMam-1 y LMam-4) se obtuvo índices con valores N1 de 13,75 y 17,7. Respecto a los índices de Pileou (J'), cercanos al valor 1 nos indicarían baja dominancia de una especie en particular, y en cambio favorecimiento al incremento de biodiversidad en las microalgas

bentónicas (Wetzel, 2001). La abundancia de perifiton osciló de 7200 a 10080 organismos/cm^2 entre los muestreos de 2018 y 2019, demostrando que al igual que en la zona pelágica, las microalgas bentónicas representarían un primer eslabón de suma relevancia para la cadena trófica de ambas lagunas (Moreira, 1988).

La evaluación de comunidades de macroinvertebrados bentónicos se llevó a cabo para ambientes lenticos (laguna Chachas y Mamacocha) y ambientes loticos (río Chachas, quebrada Subna, río Mamacocha y río Colca). En términos de biodiversidad, la laguna Mamacocha mostro una mayor diversidad, con valores máximos N1 para el 2018 de 8,71 y 6 en el punto LMam-2 e índices J' igual a 1, demostrando alta diversificación de especies y poca dominancia de algún grupo en específico (Heip y Gaton, 2002; Heip *et al.,* 1998).

Otra característica resaltante de la laguna Mamacocha es que presenta una zona de macrofitas emergentes y sumergidas, las cuales estarían aportando una mayor cantidad de materia orgánica unida a la mayor abundancia de perifiton en dicha laguna, la cual estaría sosteniendo una alta diversidad de macroinvertebrados. Mientras que, en la laguna Chachas la zona de macrofitas sumergidas y el tipo de sustrato de arena y canto rodado, favorecerían la mayor diversificación de macroinvertebrados, creando diferentes nichos que serían aprovechados por organismo de estrategia, como Ephemeropteros, cuando las condiciones son favorables (Zilli et al., 2008; Villamarín *et al.,* 2014).

Adicionalmente, en la laguna Mamacocha se identificó la especie *Basilichthys semotilus* llamada comúnmente «pejerrey de río», y aunque esta especie ha sido poco estudiada en el Perú, su conocimiento se limita a publicaciones de descripción de la especie y revisiones de la familia Atherinopsidae (Sifuentes, 1992; Dyer, 2000 y Dyer, 2006); sin embargo, de la Hoz *et al.* (1996) recopilaron información de su biología e indica la posibilidad que exista una migración río arriba con fines reproductivos en algunas poblaciones del Perú, condición que Dyer (2000) sugiere para el río Loa en Chile. Por tanto, la laguna Mamacocha sería su refugio con fines reproductivos y de alimentación de esta especie que estaría migrando desde los ríos costeros (río Colca).

La Figura 9.13 se muestra los diferentes relieves de fondo de la laguna Mamacocha, desde zonas menos profundas con vegetación enraizada que sirve de refugio al pejerrey hasta mayores profundidades, en donde proliferan las algas, asimismo, se evidencia poca presencia de material suspendido en los diferentes estratos.



Figura 9.13. Diferentes relieves del fondo de la laguna Mamacocha
Fuente: http://buceoenlacostasurdelperu.blogspot.com/2018/04/laguna-mamacocha.html

La descarga de la laguna Mamacocha forma el río con el mismo nombre hasta la confluencia con el río Colca, en dicho tramo de aproximadamente 6 km, se evaluaron el canal de la microcentral Ayo (DMCA-1), el manantial sin nombre 1 (MSN-1) y puntos en el mismo río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4) [47], cuyos parámetros evaluados no excedieron con los ECA para Agua 2017 categoría 1[48] y 3[49]

La evaluación hidroquímica señalada en la Figura 9.14 indica que la facie bicarbonatada-sulfatada cálcica (HCO3-SO4-Ca) en octubre de 2018 con pH básico de 7,78 a 8,11 se mantuvo desde la descarga de la laguna Mamacocha (LMam-4) hasta 200 metros antes de la confluencia del río Mamacocha con el río Colca. Sin embargo, de acuerdo con el diagrama de Schoeller-Berkaloff se observa un pequeño incremento de los iones principales entre los cuales se destaca los sulfatos (SO4) los bicarbonatos (HCO3) y calcio (Ca) desde la descarga de la laguna hasta 200 metros antes de la confluencia con el río Colca (RMam-4). Este incremento se debería principalmente a la erosión del basamento sedimentario calcáreo y pelítico por la corriente de agua.

[47] Solo se evaluó en octubre 2018, puesto que en mayo 2019 no hubo acceso seguro.
[48] Los puntos evaluados en el río Mamacocha: RMam-2, RMam-3 y RMam-4 fueron comparados con la categoría 1: «Poblacional y Recreacional», subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM, Según la Resolución Jefatural N.° 056-2018-ANA, «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales».
[49] Los puntos evaluados en el río Mamacocha: RMam-2, RMam-3 y RMam-4, también fueron comparados con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales en la subcategoría D1: Riego de animales y D2: bebida de animales, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N. 004-2017-MINAM.

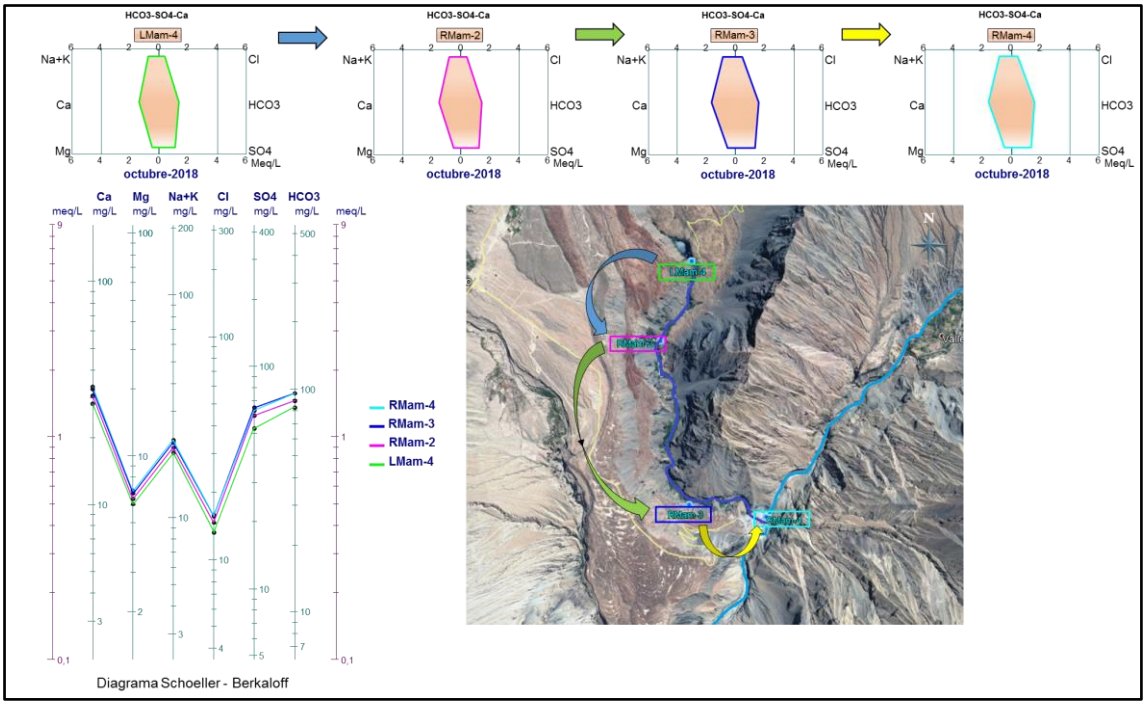


Figura 9.14. Diferencia hidroquímica de la descarga de la laguna y río Mamacocha

La formación vegetal ribereña presente también en el río Mamacocha (Figura 9.15) impide un mayor efecto erosivo de las lluvias, que causa el transporte de partículas sólidas de depósitos aluviales y rocas andesíticas al cauce[50], lo que se ve reflejado en la baja concentración del material suspendido (5 mg/L en RMam-4 como registro máximo) y por ende el ligero incremento de metales en el agua, por lo que la laguna y río Mamacocha tuvieron el mismo comportamiento fisicoquímico en relación a los metales (relación disueltos y totales).

Asimismo, los aportes del manantial sin nombre 1 (MSN-1) y la descarga de la microcentral Ayo (DMCA-1) no generan cambios fisicoquímicos al río Mamacocha, debido a que presentan características fisicoquímicas similares; mismas facies hidroquímicas bicarbonatada sulfatada cálcica (HCO3-SO4-Ca) y las bajas concentraciones de metales y sólidos suspendidos totales (máximo registro de 2 mg/L). Asimismo, las relaciones total/disuelto de los metales son semejantes, a excepción de hierro en forma disuelta en el MSN-1 y fósforo en forma suspendida en el MSM-1 y DMCA-1 en octubre de 2018.

[50] El efecto de la erosión de la corriente del agua es más notable en la parte final del río Mamacocha, antes de su confluencia con el río Colca (RMam-4), en donde se registraron las más altas concentraciones de la descarga de la laguna y el río de las formas suspendidas de hierro, aluminio, manganeso, calcio y magnesio.

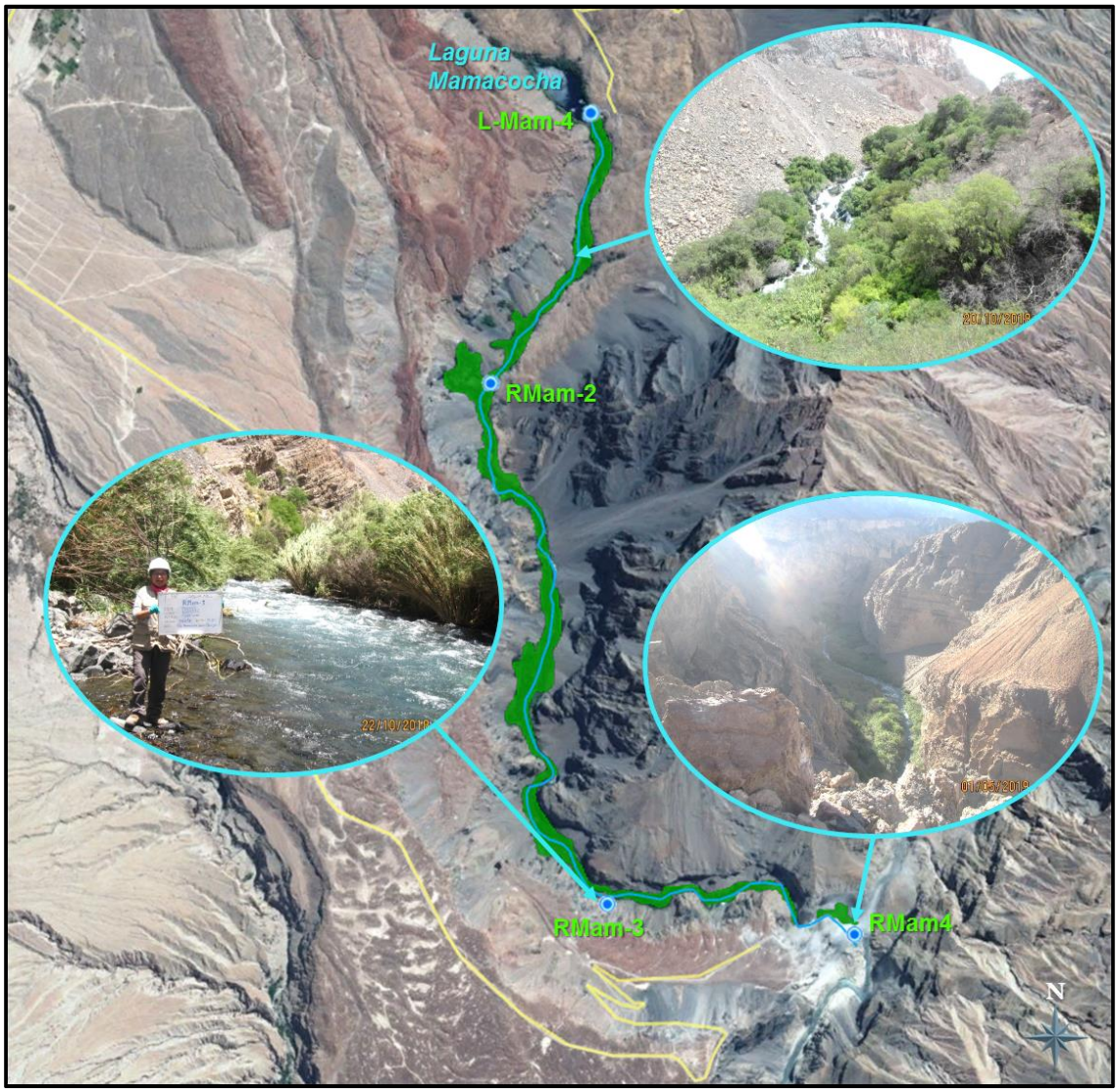


Figura 9.15. Formación vegetal ribereña del río Mamacocha

Adicionalmente, se evaluaron 2 puntos de muestreo al final de los canales de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2). Los parámetros evaluados en ambos puntos cumplieron con los ECA para Agua 2017 categoría 3[51]. Respecto a la composición hidroquímica, estos puntos presentaron facies sulfatada cálcica (SO4-Ca) y mayores concentraciones de metales: calcio, magnesio y estroncio en forma disuelta y sulfatos que los demás puntos evaluados, además de hierro y aluminio en forma suspendida – junto con el río Colca (RCol-1) y LCha-1 - relacionados a los suelos de uso agrícola anteriormente discutido.

La presencia de estos metales se debería a la interacción superficial del agua del canal con las rocas volcánicas andesíticas, andesitas basálticas (alto contenido de plagioclasas cálcicas y niveles sedimentarios calcáreos), limoarcillitas grises a negras con nódulos arenosos y óxido de hierro de la formación Puente del Ccotoccahuana en la margen izquierda del canal y las

[51] Los puntos evaluados del canal de riego Ayo: CAAyo-1 y CAAyo-2, también fueron comparados con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales en la subcategoría D1: Riego de animales y D2: bebida de animales, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N. 004-2017-MINAM.

formaciones Cachios y Labra ubicados en la margen derecha y naciente del río Ayo en el Cerro Oroscupio. Dicha interacción agua-roca fue confirmada con el diagrama de Gibbs.

Posterior al río Mamacocha, se evaluaron 2 puntos de muestreo en el río Colca antes de la confluencia (RCol-1) y después de la confluencia (RCol-2) con el río Mamacocha (Figura 9.16). Los parámetros evaluados en ambos puntos cumplieron con los ECA para Agua 2017 categoría 3[52], a excepción del boro que excedió el estándar para la categoría 3 subcategoría D1 en octubre de 2018.



Figura 9.16. Confluencia del río Mamacocha con el río Colca en su margen derecha

De acuerdos a las evaluaciones realizadas por la Autoridad Nacional del Agua-ANA (Figura 9.17), las concentraciones de boro que excedieron los ECA para agua 2017 categoría 3, también fue registrado aguas arriba de RCol-1 (34 km aproximadamente, punto 134RCol3),

[52] Los puntos evaluados en el río Mamacocha: RMam-2, RMam-3 y RMam-4, también fueron comparado con la categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales en la subcategoría D1: Riego de animales y D2: bebida de animales, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N. 004-2017-MINAM.

las cuales disminuyen hasta valores que no excedieron los citados ECA, aguas abajo de RCol-2 (35 km aproximadamente, punto 134RCol4).

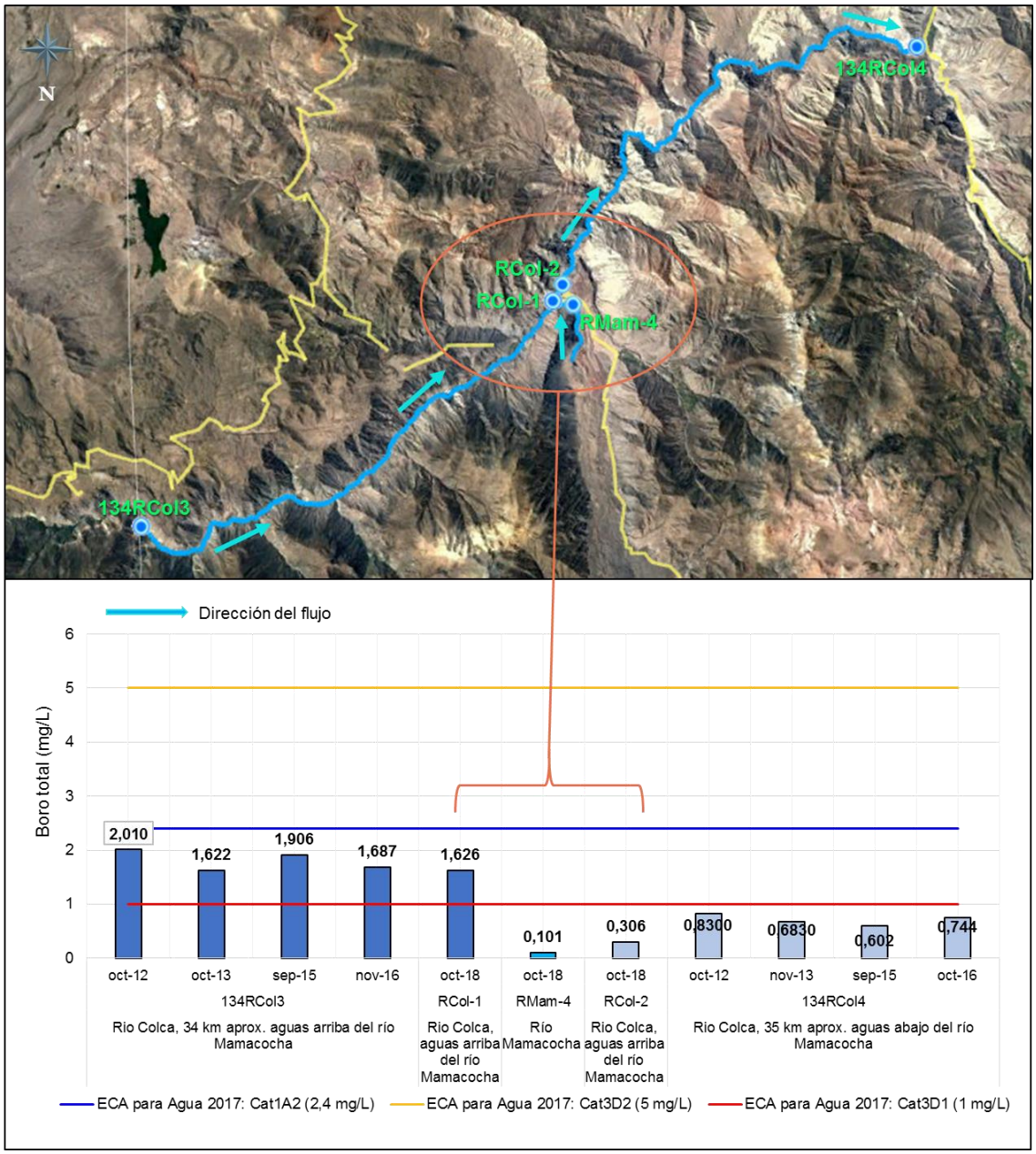


Figura 9.17. Concentración mensual de boro total en los ríos Colca y Mamacocha
Fuente: ANA-Colca (2012; 2013, 2015 y 2016)[53]

Las altas concentraciones de boro, además de los metales sodio, potasio, litio, el metaloide arsénico y los cloruros – junto con los sulfatos, en 134RCol3 y RCol-1 están asociados a las fuentes hidrotermales[54] ubicadas principalmente en las márgenes del río Colca como los baños «El Inca», «Agua Fría», «La Calera», «Baños Chacampi-Yanque», «Puye», «Puyi» y

[53] Informes de monitoreos participativos en las cuencas Camaná-Majes Colca de la Autoridad Administrativa de Agua I Caplina Ocoña en el 2012 (Informe Técnico N° 015-2012-ANA-SDCGRH/MPPC-JLFZ), 2013 (Informe Técnico N° 011-2014-ANA-AAA I CO-SDGCRH/LFZ), 2015 (Informe Técnico N° 016-2016-ANA-AAA.CO-ALA.CM-AT/GFA) y 2016 (Informe Técnico N° 001-2017-ANA-AAA.CO-ALA-CM-AT/GFA).

[54] La influencia de zonas geotermales con diferente tectónica, litología y régimen hidrológico que ponen de manifiesto la relación de este elemento con los procesos termales (Morell, 2008).

«Paclla», y las cuales disminuyen por la poca o ausencia de dichas fuentes hidrotermales y confluencia con las quebradas y ríos de baja concentración de boro en 134RCol4[55], como el caso del río Mamacocha que reducen notablemente el boro y los metales (sodio, potasio y litio), metaloide (arsénico) y los aniones (cloruros y sulfatos) relacionados en RCol2.

El comportamiento del boro, asociados con los citados elementos (metales, metaloide y cloruros) y compuestos (sulfatos), en el río Colca, también se ha reportado en otras cuencas hidrográficas en donde se ubica parte de la cordillera occidental de los Andes en el sur del Perú, como el caso de la cuenca del río Maure en los distritos Ticaco y Tarata, provincia Tarata, departamento Tacna, donde se registraron fuentes termales con altas concentraciones de boro proveniente del campo geotermal de borateras en las pampas de Chillicolpa y Samuta (Ingemmet, 2012-Boletin 047), que originó que las concentraciones del citado metal en los meses más cercanos a octubre en el río Maure excedieran los ECA para agua 2008 categoría 3[56].

El río Mamacocha también influye en el cambio de las facies hidroquímicas del río Colca en octubre de 2018 y mayo de 2019 (tomando de referencia a la descarga de la Laguna Mamacocha[57]) de acuerdo a lo indicado en las Figuras 9.18 y 9.19. De esa manera, la facie del río Colca cambia de clorurada-sulfatada sódica-cálcica (Cl-SO4-Na-Ca) con pH 8,14 a bicarbonatada-sulfatada cálcica-sódica con pH 8,14 en octubre 2018 y de sulfatada-clorurada sódica-cálcica (SO4-Cl-Na-Ca) con pH 8,16 a sulfatada-bicarbonatada cálcica-sódica (Cl-SO4-Ca-Na) con pH de 7,88 en mayo 2019.

Las variaciones de los iones del río Colca (RCol-1 a RCol-2), en ambos años y a pH básico, ocasionada por el río Mamacocha (RMam-4) y su descarga de la laguna del mismo nombre (LMam-4) se observan a detalle en el diagrama de Schoeller-Berkaloff de la Figuras 9.18 y 9.19, en donde los cloruros y sodio-potasio, relacionados con la influencia de fuentes hidrotermales, registraron las mayores disminuciones.

[55] Geocatmin (1 de julio, 2019). Recuperado de http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/.
[56] Informes de monitoreo participativo en la cuencas Maure, Uchusuma, Caplina e Intercuenca 13155 en el 2011 (Informe Técnico N°003-2012-PMGRH-CUENCA CAPLINA-TACNA/LCEQ), 2012 (Informe Técnico N°008-2012-PMGCRH-CUENCA CAPLINA TACNA/CHL), 2013 (Informe Técnico N°008-2013-ANA-PMGRH-CUENCA CAPLINA LOCUMBA-TACNA/CHL) y 2014 (Informe Técnico N°010-2014-ANA-PMGRH CUENCA CAPLINA LOCUMBA-TACNA/CHL).
[57] La descarga de la laguna y del río Mamacocha tienen la misma facie hidroquímica HCO3-SO4-Ca en octubre de 2019, por lo que se toma dicho comportamiento para mayo 2019 debido a las características hidrogeomorfológicas del río antes descrita.

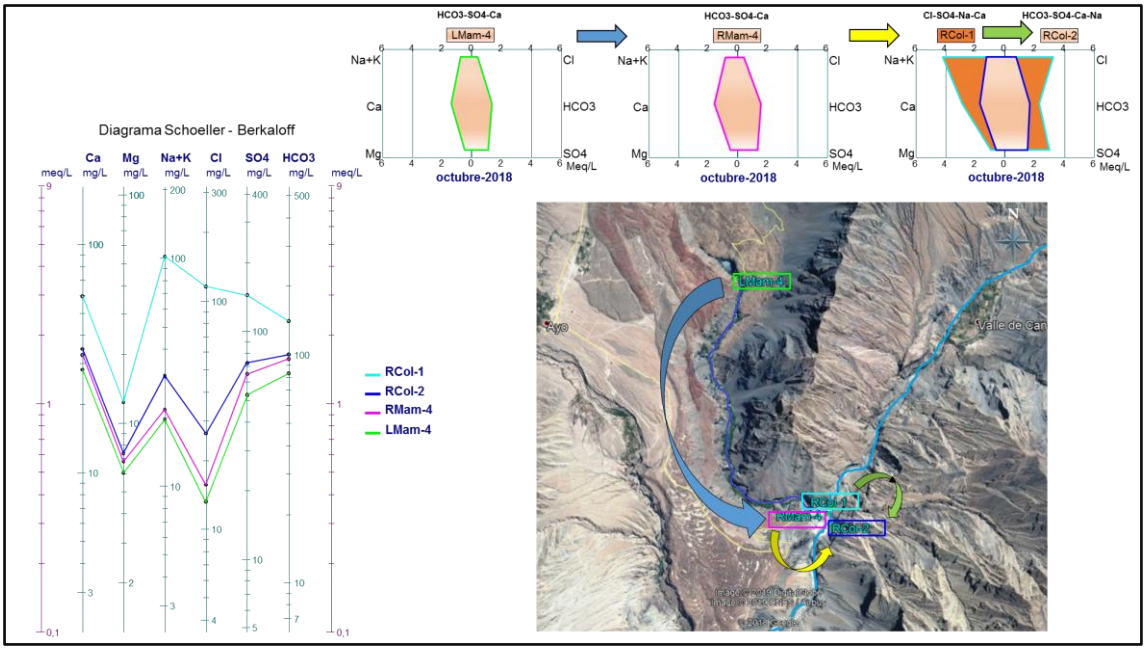


Figura 9.18. Caracterización hidroquímica de los ríos Mamacocha y Colca en octubre de 2018

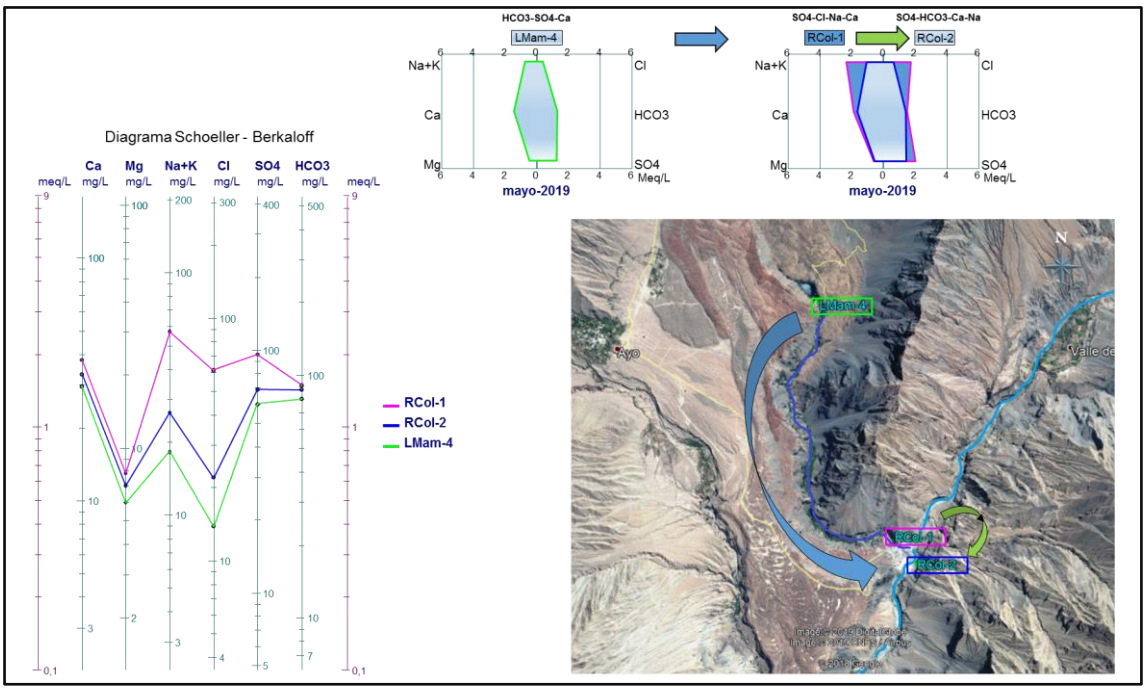


Figura 9.19. Caracterización hidroquímica de los ríos Mamacocha y Colca en mayo de 2019

Si bien hay diferencias de origen entre los ríos Mamacocha (descarga de la laguna del mismo nombre proveniente de una resurgencia) y Colca (aguas de mayor recorrido e influenciado por fuentes hidrotermales), estos cuerpos de agua superficial están en las mismas zonas de equilibrio de minerales secundarios de silicatos con sodio y potasio, de acuerdo al diagrama de Korjinski, relacionadas a la microclina (grupo de los tectosilicatos - $KAlSi_3O_8$) y pirofilita

(grupo de los filosilicatados - $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$) debido a la mayor concentración de potasio y silicio con respecto a los demás puntos de muestreo[58].

Respecto a la evaluación de comunidades hidrobiológicas evaluadas en la quebrada Subna, río Mamacocha y río Colca mostraron índices N1 no mayores a 4 durante ambos períodos de evaluación e índices de Pileou (J') variables; el río Colca (RCol-2) mostró dominancia de la familia Chironomidae (J' = 0,48) en el 2018; mientras que, en la evaluación del 2019 se obtuvo un índice J' = 1,0. Esto es indicativo de la gran variabilidad que pueden mostrar los ambientes loticos altoandinos, cuyas comunidades están sujetas a las reestructuraciones ecológicas estacionales dependientes de factores abióticos tales como tipo de sustrato, profundidad de la columna de agua, velocidad de la corriente y disponibilidad de materia orgánica (Frissel *et al.*, 1986; Hieber *et al.*, 2005).

La quebrada Subna (QSub-1) caracterizada por tener aguas sulfatadas cálcicas y las mayores concentraciones de metales pesados en forma disuelta asociados a zonas de alteración hidrotermal en la naciente de dicha quebrada mostró un cambio particular entre los muestreos realizados en el 2018 y 2019. Se observó que el macrobentos registró una variación en cuanto a su riqueza, abundancia y presencia de familias indicadoras; en la evaluación de 2018 se evidenció la presencia de grupos sensibles (familia Blephariceridae), facultativos (familia Baetidae) tolerantes (familias Dytiscidae y Chironomidae) (Domínguez y Fernández, 2009); mientras que, en la evaluación de 2019 solo se registró la familia Chironomidae, que se explicaría por la presencia de materia orgánica y siendo esta familia tolerante a estas condiciones (Acosta,2009).

Esto podría deberse a un control «bottom-up» en la cadena trófica, debido a la disminución en abundancia del perifiton de 52000 a solo 3000 organismos por cm^2. Esta drástica disminución estaría regulando de forma directa la abundancia de organismos del segundo nivel trófico (macroinvertebrados bentónicos), permitiendo que solo organismos altamente tolerantes y de estrategia, como la familia Chironomidae, puedan adaptarse a dichas condiciones. Al mismo tiempo, este cambio demuestra la relevancia de las relaciones tróficas para la salud del ecosistema; además, de la influencia de los parámetros fisicoquímicos (Vogel, 1996).

El orden Ephemeroptera fue el que obtuvo la mayor riqueza en todos los cuerpos lóticos (quebrada Subna, río Mamacocha y río Colca), mientras que, los órdenes Ephemeroptera y Diptera fueron los más abundantes. Dentro del primer orden encontramos a *Americabaetis sp*. y *Leptohyphes sp*. y en el caso de Diptera encontramos a organismos de la Subfamilia Chironominae y Subfamilia Tanypodinae, ambos corresponden a la familia Chironomidae. La dominancia de la familia Chironomidae puede estar asociada a las múltiples estrategias de alimentación según Merrit *et al.* (2008), si bien Roldán (1996) indica que estos organismos son considerados como indicadores de contaminación por materia orgánica, Terneus *et al*. (2012) refiere que dentro de esta familia «Chironomidae» existen varios géneros que se encuentran en aguas limpias con altas concentraciones de oxígeno.

9.2. Flora

Los estudios de flora nos permiten caracterizar y comprender mejor el medio ambiente y los ecosistemas donde se desarrollan los distintos grupos biológicos, como especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles, entre otros. A continuación, se presenta las discusiones sobre los hallazgos de flora obtenidos en el área de estudio.

[58] Con respecto al canal de riego Ayo y la descarga de la laguna y río Chachas, debido a la menor concentración de silicatos, están relacionadas a la caolinita (minerales del grupo de los filosilicatos - $Al_2Si_2O_5(OH)_4$), mientras los demás puntos de muestreo están relacionados solamente a la pirofilita.

Esta evaluación permite tener un mejor conocimiento de la flora vascular presente en los ecosistemas y formaciones vegetales circundantes dentro del área de estudio, y así complementar la información generada en la región. En ese sentido, la evaluación de flora y fauna enfoco su evaluación en 3 zonas (zona-1, zona-2 y zona-3).

Es importante tener en cuenta que los suelos del área de estudio en las 3 zonas evaluadas y de sus formaciones vegetales presentan material residual volcánico, con suelos inmaduros del orden andisol, lo que permite que las formaciones vegetales registradas presenten un alto contenido de materia orgánica, pH de ácido a moderadamente ácido y elevada capacidad de intercambio catiónico efectivo (Cervantes, 1977; Alvarado *et al.*, 2001). En ese sentido, respecto a los valores del pH, uno de los inconvenientes ligados a valores inferiores a 5,5 son la solubilización de algunos elementos que causan toxicidad en los cultivos, como el aluminio, manganeso, hierro, entre otros; así como el efecto de deficiencia de algunos nutrimentos como el fósforo y boro que a pH bajos se tornan indisponibles (Henríquez y Cabalceta, 1999).

En las zonas de estudio se ha identificado la presencia de 2 formaciones vegetales (monte ribereño y vegetación de matorral desértico); además, la zona-1 abarca a la laguna Mamacocha, considerada como un ecosistema frágil segun la Ley General del Ambiente y sus modificatorias[59] (Figura 9.20).

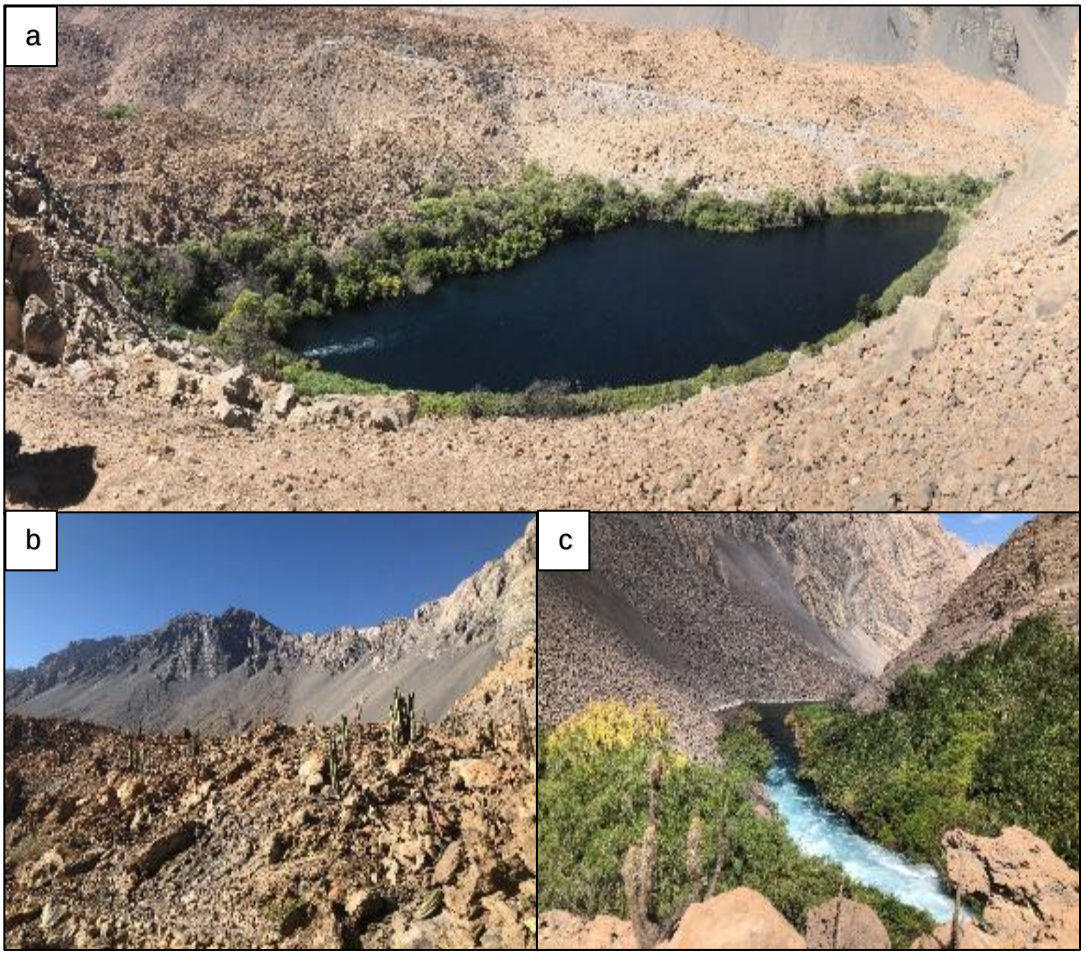


Figura 9.20. a) Ecosistema frágil - laguna Mamacocha, y formaciones vegetales identificadas en el área de estudio: b) matorral desértico y c) monte ribereño

[59] Ley N.° 29895, ley que modifica la Ley General del Ambiente N.° 28611 en su Artículo 99 sobre los Ecosistemas Frágiles.

Una de las variables para medir el estado ambiental de un determinado lugar es la riqueza de especies; por lo tanto, las 74 especies registradas representan información detallada de la riqueza en el área de estudio para la temporada evaluada (seca) respecto a las especies mencionadas en el informe técnico sustentatorio[60]. Cabe mencionar que, la evaluación estuvo enfocada a las formaciones vegetales identificadas (monte ribereño y matorral desértico) que incluyen al ecosistema frágil «laguna Mamacocha». Dicha riqueza de especies muestra la amplia diversidad presente en el área de influencia del proyecto, debido a la presencia de microambientes heterogéneos en ellos.

En el inventariado de la diversidad biológica a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). En ese sentido, los datos obtenidos en la evaluación (74 especies), respecto a lo estimado según el modelo exponencial (83 especies), representa el 79,1 % de la flora silvestre presente en el área de estudio (considerando la temporada evaluada), y la curva de acumulación de especies corrobora que el esfuerzo de muestreo realizado fue representativo.

Las familias más diversas en toda el área de estudio y en las diferentes formaciones vegetales fueron Asteraceae, Cactaceae y Poaceae, en general estas son las más diversas en ecosistemas altoandinos (Gentry, 1993), los que corrobora con los trabajos realizados por Galán de Mera (2009), Ferreyra (1960); Galán de Mera *et al.* (2002 y 2004); Dillon *et al*. (2007); además, Asteraceae y Poaceae son la segunda y quinta familia respectivamente, con mayor número de especies en el Perú (Brako y Zarucchi, 1993).

Se observa que la mayor riqueza de especies se encuentra en la vegetación de monte ribereño con 64 especies que representan el 72,97 % del total, uno de los factores que influye en la alta riqueza en esta formación, es la presencia de variados microhábitats que favorecen el desarrollo de una mayor diversidad de especies, las cuales incluyen especies higrófilas[61]; mientras que, la formación vegetal denominada matorral desértico presentó 16 especies.

La formación con mayor cobertura vegetal fue el monte ribereño (79,2 % para la zona-1 y 90 % para la zona-2), debido a que las especies que conforman estos ecosistemas incluyen diversos hábitos[62]; además de especies arbóreas que incrementan su cobertura a causa del área basal y copa del árbol. Caso contrario, es la vegetación matorral desértico con una cobertura vegetal que varía entre 18,3 y 14 % debido a que en esta formación predomina la presencia de rocas y piedras, que disminuyen la cobertura vegetal.

Las especies con mayor abundancia relativa en toda el área de estudio son *Schinus molle* «molle» y *Ficus carica* «higo», que conforman principalmente el monte ribereño; entre otras están *Escallonia angustifolia*, *Salix humboldtiana* y *Sapindus saponaria*, todas ellas de hábito arbóreo; lo que destaca la importancia de esta formación como ecosistema que ayuda a preservar la flora local, actuando como especies sombrilla para las de hábito herbáceo. Se observa también que, existe una homogeneidad en la dominancia de especies en las formaciones vegetales, siendo las mismas especies dominantes propias de cada formación.

En el monte ribereño se observó que las especies con mayor abundancia relativa fueron en su mayoría árboles, seguida de *Arundo donax* y *Pennisetum clandestinum* (arbustiforme-gramíneas) y *Borhavia diffusa* (herbácea). En el matorral desértico las especies principales fueron las que pertenecen a la familia Cactaceae, entre ellas *Neoraimondia arequipensis*, *Opuntia ficus-indica*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Browningia candelaris*, *Haageocereus*

[60] Informe Técnico Sustentatorio del proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» para la modificación de sus componentes. Aprobado mediante Resolución de la Sub-Gerencia Regional N.° 163-2017-GRA/ARMA-SGCA, con fecha 27 de diciembre de 2017.
[61] Especies que tienen un crecimiento óptimo en un ambiente húmedo.
[62] En botánica, el porte, hábito o hábito de crecimiento de una planta hace referencia a su forma general, teniendo cuenta una variedad de aspectos, como la duración del tallo, el patrón de ramificación, el desarrollo, y la textura. La mayoría de las plantas puede ser catalogada como hierba, enredadera, liana, arbusto o árbol.

pluriflorus y *Weberbauerocereus rauhii* especies propias de estos ecosistemas en el sur del Perú como refiere Galán de Mera *et al.* (2002).

En la zona-1 se registraron un total de 38 especies agrupadas en 25 familias y 38 géneros, siendo las familias Poaceae y Cactaceae las que presentan mayor cantidad de especies. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Schinus molle* «molle» y *Ficus carica* «higo» de hábito arbóreo; y *Arundo donax* «carrizo», *Pennicetum clandestinum* «pasto» y *Lippia nodiflora* «turre hembra» de hábito herbáceo. Del total de especies en esta zona-1, las que se encuentran en algún estado de conservación son: *Browningia candelaris, Cumolopuntia sphaerica* y *Weberbauerocereus rauhii*, categorizadas como Casi Amenazadas (NT) según el Decreto Supremo N.° 043-2006-AG, Apéndice II de la lista CITES[63] (2017) y la especie *Weberbauerocereus rauhii* como Endémica para Perú (León, 2006) (Figura 9.21).

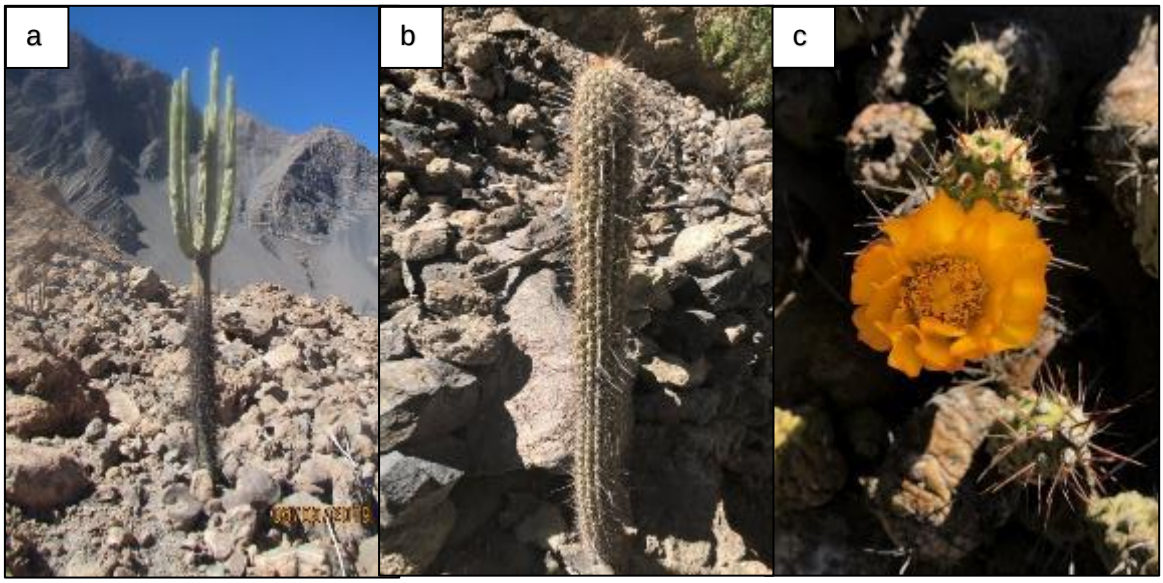


Figura 9.21. Especies en categorias de conservación a) *Browningia candelaris,* b) *Weberbauerocereus rauhii* c) *Cumolopuntia sphaerica*

En la zona-2 se registraron un total de 39 especies agrupadas en 25 familias y 37 géneros, siendo las familias Poaceae y Asteraceae las que presentan mayor cantidad. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Schinus molle* «molle» y *Citrus limon* «limón», principalmente por ser de hábito arbóreo, y *Arundo donax* «carrizo», *Pennicetum clandestinum* «pasto» y *Boerhavia diffusa* de hábito herbáceo. De la riqueza total en esta zona, las que se encuentran en algún estado de conservación son: *Browningia candelaris* y *Weberbauerocereus rauhii*, categorizadas como Casi Amenazadas (NT) según el Decreto Supremo N.° 043-2006-AG, Apéndice II de la lista CITES (2017) y la especie *Weberbauerocereus rauhii* como endémica para Perú (Figura 9.13).

La presencia de especies arbóreas en la formación vegetal monte ribereño, en ambas zonas, le agrega valor respecto a los servicios ecológicos y económicos que brinda, tal como refiere Lajo (2017) en su monografía sobre valoración económica del patrimonio geológico del valle de los volcanes en Andagua, principalmente haciendo referencia a los procesos ecológicos como base de la cadena alimenticia e interacciones con la fauna silvestre. Además del aprovechamiento de especies útiles (alimenticia, forrajera, como materia prima para construcción) por parte de la sociedad directamente involucrada «distrito de Ayo» como el higo, limón, molle, carrizo, entre otras especies.

[63] Las especies CITES son especies categorizadas debido a la excesiva explotación generada por el comercio internacional, estas especies se agrupan en los Apéndices según el grado de amenaza

En la zona-3 se registraron un total de 10 especies agrupadas en 8 familias y 9 géneros, siendo las familias Poaceae y Solanaceae las que presentan mayor cantidad de especies. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Arundo donax* «carrizo» y *Schinus molle* «molle», principalmente por ser de hábito arbustiforme y arbóreo respectivamente; además de la especie *Ricinus comunis* «higuerilla», propia de zonas abiertas y considerada especie pionera. Del total de especies en esta zona-3, la que se encuentra en algún estado de conservación es: *Acacia macrantha* (Fabaceae), categorizada como Casi Amenazadas (NT) según el Decreto Supremo N.° 043-2006-AG (Figura 9.22).

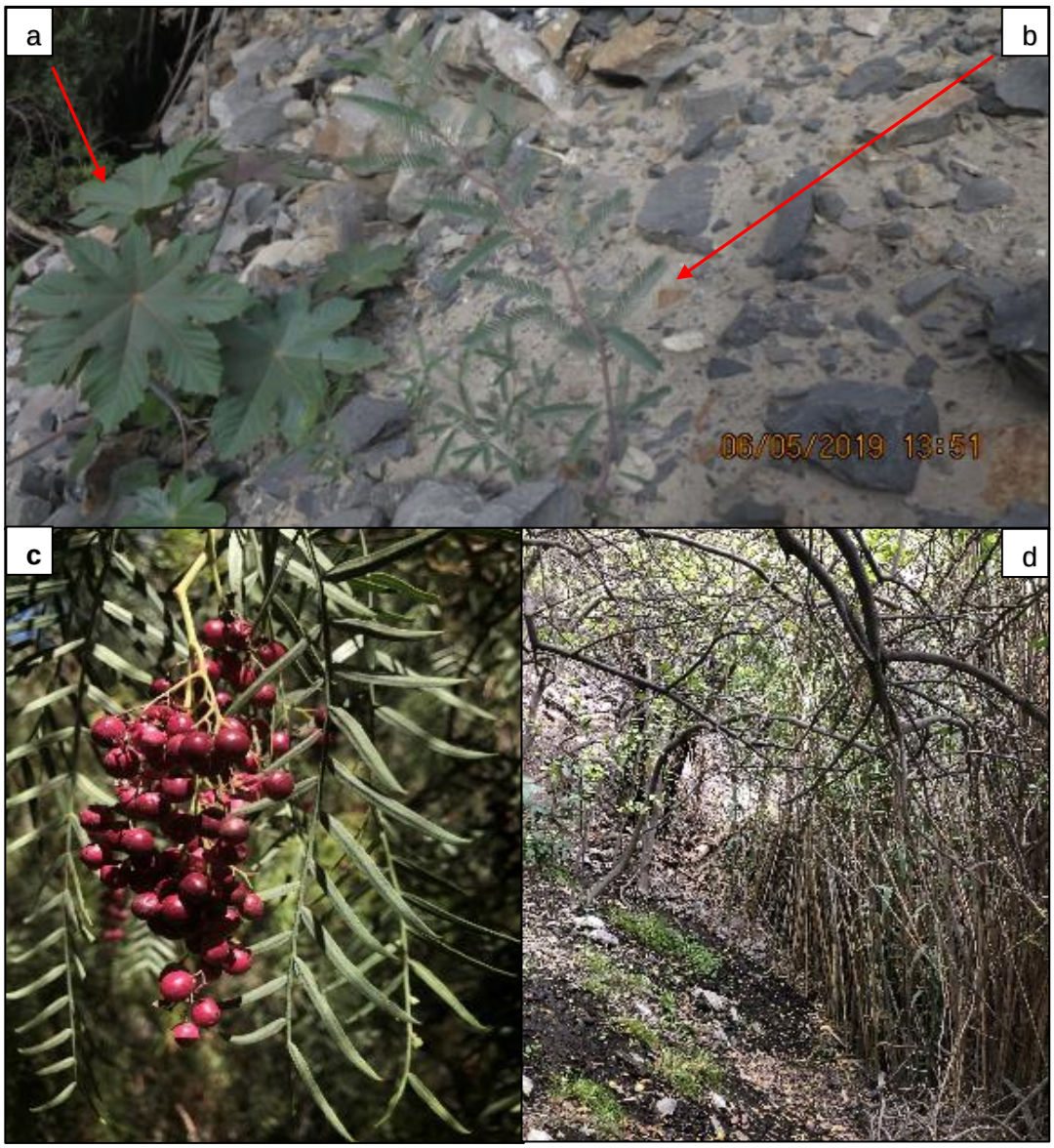


Figura 9.22. Especies con mayor abundancia relativa en la zona-3; a) *Ricinus comunis*, b) *Acacia macrantha* «Casi Amenazadas (NT) según el Decreto Supremo N.° 043-2006-AG», c) *Schinus molle* y d) *Arundo donax.*

9.3. Fauna

9.3.1 Anfibios y reptiles

Las evaluaciones realizadas estuvieron enfocadas en la determinación de las especies de anfibios y reptiles presentes en las inmediaciones de la laguna Mamacocha y a lo largo del rio

del mismo nombre. Asimismo, se evaluaron los hábitats asociados a estas zonas de estudio y que son de importancia para la presencia de los anfibios y reptiles (monte ribereño y matorral desértico), tal como se observa en la Figura 9.23.

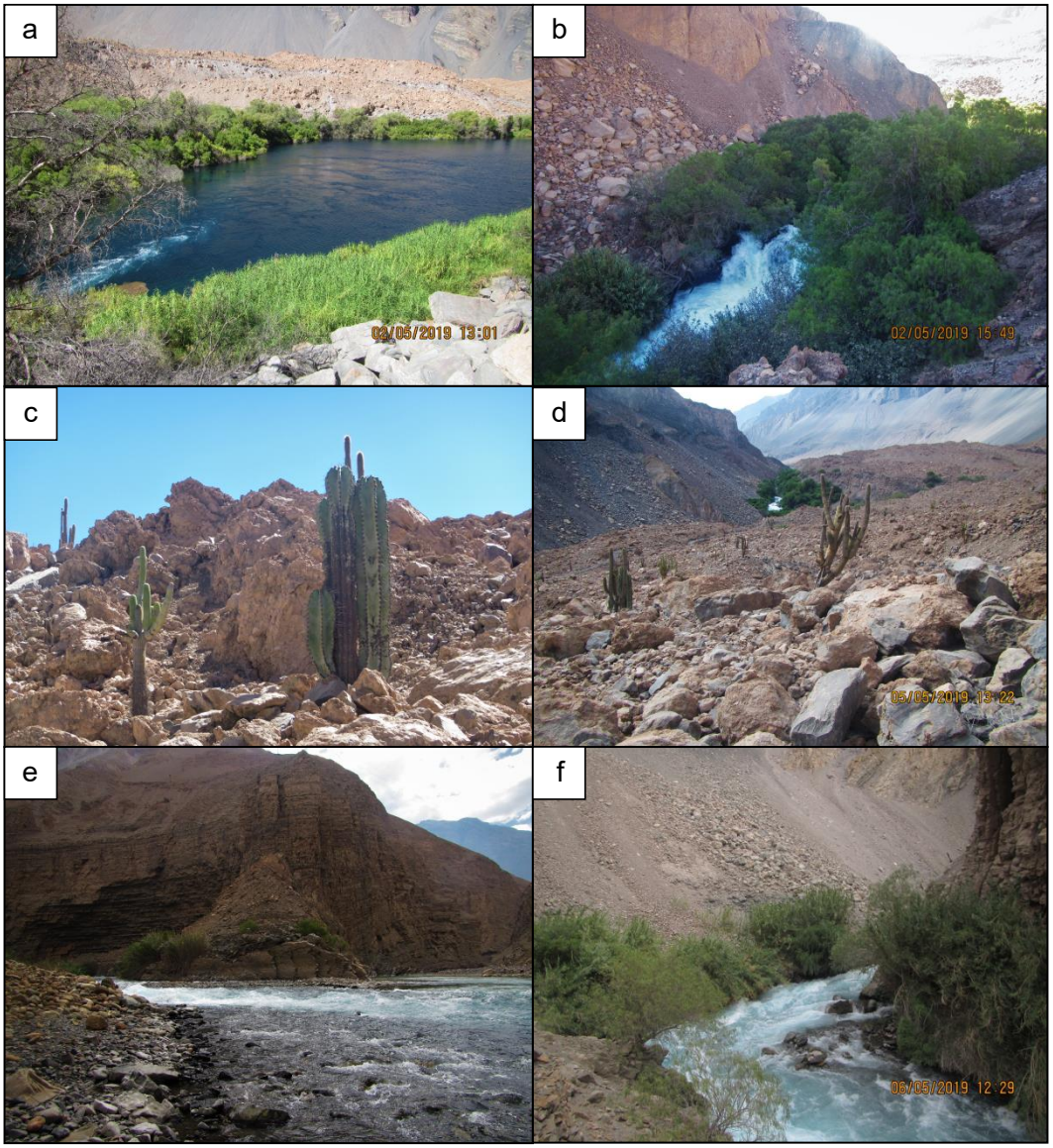


Figura 9.23. Zonas evaluadas en el área de influencia del proyecto Laguna Azul: a) laguna Mamacocha, b) río Mamacocha, c y d) hábitats asociados de matorral desértico con su vegetación característica, e) Zona de encuentro de los ríos Mamacocha y Colca, f) Vista panorámica de la zona de evaluación 3, al final del rio Mamacocha

El área de estudio se encuentra ubicada en los andes tropicales del sur del Perú, una zona muy poco explorada y estudiada, a pesar de presentar un alto endemismo de especies de flora y fauna silvestre (Cano *et al*., 1996; Zeballos *et al*., 2002). La presencia de cuerpos de agua (lagunas y ríos) en ambientes áridos, como los evaluados en este estudio, otorgan un lugar de refugio y fuente de agua para muchas especies; asimismo, suministran servicios ecosistémicos beneficiosos para las poblaciones aledañas como es el caso del turismo.

Recientemente la laguna Mamacocha ha sido considerada por la Comunidad Andina como maravilla natural por su aporte ambiental y valor paisajístico[64]

El departamento de Arequipa presenta una amplia diversidad de ecosistemas que varían desde el desierto costero, al nivel del mar, hasta los valles interandinos y puna en las zonas más elevadas; presentando una fauna particular adaptada a las diferentes condiciones ambientales de cada lugar (Zeballos *et al*., 2001).

El estudio de los anfibios y reptiles presentes en esta zona sur del Perú ha sido muy bien documentado por diversos autores, resaltando los trabajos realizados por Péfaur *et al*. (1978) y Zeballos *et al*. (2002) quienes recopilan de manera ordenada la herpetofauna de Arequipa y sus distribuciones al sur del país, registrando un aproximado de 23 especies entre anfibios y reptiles.

Durante las evaluaciones se registraron 3 especies de reptiles: *Microlophus* sp. «lagartija», *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» (Figura 9.24). Cabe resaltar que no se cuenta con un estudio anterior detallado de la herpetofauna en el área de estudio, salvo por recopilaciones bibliográficas de las probables especies presentes[65].

[64] Nuñez, M. (31 de mayo, 2019). Laguna de Mamacocha declarada maravilla natural de la Comunidad Andina. *La República.* Recuperada de https://larepublica.pe/sociedad/1479677-laguna-mamacocha-declarada-maravilla-natural-comunidad-andina/

[65] Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul»-2017



Microlophus sp. «lagartija» macho- *Familia Tropiduridae* – termorregulando sobre roca.	*Microlophus* sp. «lagartija» hembra- *Familia Tropiduridae* – termorregulando sobre roca.
Phyllodactylus gerrhopygus «salamanqueja» - *Familia Phyllodactylidae* – Registrado bajo roca.	*Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» - *Familia Dipsadidae* – Registrada termorregulando en el suelo.

Figura 9.24. Especies de reptiles registrados en el área de estudio.

El número de especies registradas coincidió con la cantidad de especies esperadas mediante la aplicación del modelo exponencial negativo; de modo que, el esfuerzo de muestreo realizado fue representativo para el área de estudio; no obstante, se debe precisar que este modelo es recomendado para la evaluación de áreas con reducida extensión, donde todas las especies tienen altas probabilidades de ser registradas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Zeballos *et al*. (2002) registraron 21 especies de reptiles en 5 de las 8 provincias del departamento de Arequipa, siendo las lagartijas de la familia Tropiduridae los representantes más abundantes con 10 especies, mientras que las familias Colubridae y Gekkonidae estuvieron conformadas por 5 y 2 especies respectivamente. Cabe señalar que la provincia de Castilla, lugar donde se desarrolla el proyecto Laguna Azul, no formó parte de este estudio; sin embargo, las especies registradas durante la presente evaluación se encuentran incluidas en el trabajo desarrollado por Zeballos *et al*. (2002), ampliando de este modo la distribución de estas especies en el departamento de Arequipa.

La lagartija *Microlophus sp.* presenta problemas taxonómicos que no permitieron su total identificación. Por un lado, sus patrones morfológicos (coloración, tamaño) similares a otra especie de la misma familia (*Microlophus tigris*), hicieron caer en el error de considerarlas de la misma especie (Villegas *et al*., 2017). Sin embargo, se necesitan de análisis más exhaustivos para dilucidar su correcta ubicación taxonómica, ya que se podría tratar de una especie en proceso de hibridación o especiación (Jordán y Castro, 2010).

Respecto a los resultados obtenidos, *Microlophus sp.* fue la especie más abundante en toda el área de evaluación, siendo registrada principalmente sobre las rocas. Esta distribución extensa respondería a la amplia variedad de microhábitats que se presentan en el entorno; por un lado, el ecosistema de monte ribereño que circunda a la laguna Mamacocha, presenta árboles y arbustos adaptados a ambientes áridos, que proveen refugio para las especies ante sus posibles depredadores y como lugar de alimentación, gracias a su abundante vegetación. Asimismo, las laderas rocosas en la falda de los cerros a lo largo del río Mamacocha permiten una amplia distribución de estos individuos, de forma que puedan ocupar diferentes sectores de acuerdo a sus necesidades ecológicas.

Del mismo modo, la presencia de *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» y *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» en los alrededores de la laguna Mamacocha resalta la importancia de este ecosistema para el mantenimiento de la biodiversidad en esta área natural; no obstante, la geografía agreste y de pendientes elevadas no permitieron una evaluación completa del río Mamacocha, restringiendo la evaluación a sectores de mayor aridez en las faldas de los cerros, donde predominan las especies de cactáceas distribuidas en áreas sin vegetación.

Respecto a las zonas de evaluación, la zona-1 presentó la mayor diversidad de especies en toda el área de estudio, la cual abarca la laguna Mamacocha y sus alrededores. La variedad de hábitats que se presentan en esta zona permitió una mayor distribución de los reptiles registrados, los cuales tienden a seleccionar ambientes adecuados para desarrollar sus actividades diarias de forma óptima (alimentación, reproducción, termorregulación, entre otras); siendo *Microlophus* sp. la especie más abundante durante las evaluaciones.

Por el contrario, la zona-2 abarcó la parte media del río Mamacocha, un área agreste y de poca vegetación, siendo las cactáceas las representantes más abundantes en toda el área; no obstante, las abundantes rocas presentes en esta zona, son utilizadas por la lagartija *Microlophus* sp. como lugar de termorregulación (mantenimiento de su temperatura interna) y de escape ante sus depredadores. Cabe resaltar que esta zona se vería directamente afectada ante los deslizamientos de las rocas provenientes de las partes altas, lo cual podría influir en la presencia y abundancia de las lagartijas registradas.

La pendiente pronunciada y poca accesibilidad a la zona-3, no permitió una mayor evaluación de esta área, lo cual influyó en el registro de las especies de reptiles presentes; no obstante, se observó microhábitats adecuados para su presencia. Por otro lado, los trabajos de construcción que se encuentran realizando en la zona (puente en la intersección de los ríos Mamacocha y Colca) podrían estar ocasionando el alejamiento de los reptiles de esta área, haciendo más complicado su registro.

Respecto al estado de conservación, el amplio rango de distribución y estabilidad en las poblaciones de *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» y *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» respectivamente, permitieron su inclusión en la categoría de Preocupación Menor (IUCN, 2019); no obstante, se necesitan mayores estudios respecto a su ecología y vulnerabilidad para tener una mayor certeza de su estado en la actualidad. Por su parte, la falta de la correcta identificación de la lagartija *Microlophus sp.* no permitió su clasificación en alguna categoría de protección nacional o internacional; sin embargo, su probable distribución restringida a la zona sur de Perú, le concibe un alto grado de endemismo; las aplicaciones de estudios más detallados podrían ayudar en gran medida a su protección a futuro.

9.3.2 Aves

La estructura de la vegetación es quizá el factor más determinante en la composición de ornitofauna, tal como lo mencionan MacArthur y MacArthur (1961) y Morrison *et al*. (1995), la

complejidad de la vegetación dada por el arreglo horizontal y la estratificación vertical, afectará la abundancia y los tipos de aves presentes. En la evaluación realizada en el proyecto Laguna Azul se evaluaron 2 tipos de hábitat: el matorral desértico y el monte ribereño. El matorral desértico es el hábitat con mayor extensión de área, cuyas caracrerísticas han sido descritas en el capítulo de flora, en este hábitat se registraron 44 individuos pertenecientes a 7 especies, entre estas destacan *Pseudasthenes cactorum*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Aeronautes andecolus*, entre otras (Figura 9.25).

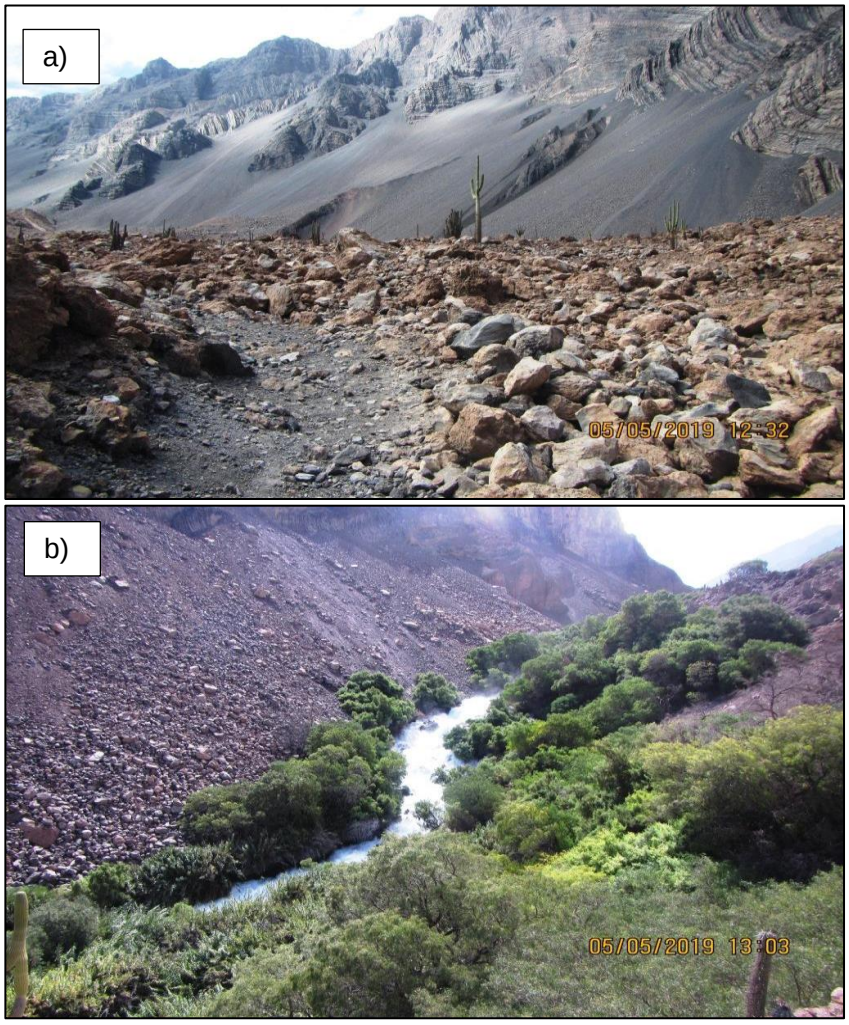


Figura 9.25. Vista panorámica del hábitat a) matorral desértico y b) monte ribereño.

El monte ribereño, cuyas caracrerísticas han sido descritas en el capítulo de flora, presentó 162 individuos pertenecientes a 19 especies, destacando especies como *Orochelidon andecola, Troglodytes aedon, Turdus chiguanco, Zonotrichia capensis, Rhodopis vesper, Patagona gigas, Vultur gryphus*, entre otras (Figura 9.25).

La variación entre ambas formaciones, está más ligada a la estructura y composición de la vegetación que a la extensión del hábitat, pues el matorral desértico, en su mayoría corresponde a zonas desérticas con escasa o nula vegetación, mientras que, el monte ribereño, provee una vegetación que sirve para nidación, refugio y obtención de alimento necesarios para la sobrevivencia de las aves, convirtiéndose en una zona de importancia para la conservación de especies en el proyecto.

Uno de los problemas metodológicos en los estudios de biodiversidad, es la imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo (Gotelli y Colwell, 2001), en este sentido el análisis de las curvas de acumulación de especies es una aproximación adecuada para la valoración de calidad de los inventarios (Gray, 2002). Durante la evaluación realizada en el proyecto Laguna Azul, se registró 20 especies de aves mediante la aplicación de 12 búsquedas intensivas, este valor según el modelo exponencial negativo de la curva de acumulación, representó el 91,21 % del total de especies esperado (22 especies). Jiménez-Valverde y Hortal (2003) indican que a partir de proporciones superiores al 70 %, la estimación de la riqueza asintótica se hace estable. Debido a ello, podemos decir, que el muestreo realizado es altamente confiable y ha permitido obtener un inventario confiable de las aves presentes destacando especies como *Pseudasthenes cactorum* «canasteros de los cactus», especie endémica de Perú, especies como *Rhodopis vesper* «colibrí de Oasis» y *Patagona* gigas «colibrí gigante», especies polinizadoras; o especies de importancia como *Vultur gryphus* «cóndor andino», especie categorizada como En Peligro por la legislación peruana cuyo rol principal es ser carroñero; estos riqueza registrada nos indica que el área de estudio se encuentra en equilibrio.

La especie con mayor representatividad durante la evaluación realizada fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino» con 96 individuos, esta especie fue registrada tanto en el matorral desértico como en el monte ribereño de las zonas evaluadas. Fjeldsa y Krabbe (1990) manifiestan que *A. andecolus* es una especie de ambientes semiáridos, principalmente en laderas arbustivas predominadas por especies de la familia Fabaceae y Anacardiaceae; no obstante, también se le puede registrar en las zonas rocosas de áreas desérticas, donde predominan los cactus. Esta especie se desplaza en grupos a lo largo de laderas de montañas, mediante aleteos cortos y rápidos, a menudo vuelan alto a lo largo de muros de acantilados.

La importante abundancia y frecuencia registrada de *Aeronautes andecolus* en el área de estudio, posiblemente se deba a su capacidad de desplazamiento y su fácil adaptabilidad a los ecosistemas; esto último asociado a su tipo de dieta, la cual es netamente insectívora, logrando alimentarse al vuelo, de los insectos presentes en cada zona. Weller (1999) y Chudzińska *et al.* (2015) indican que una de las variables importantes en la distribución de las aves se relaciona con la disponibilidad y concentración temporal del alimento. Es por ello que la presencia de *A. andecolus* respondería a la presencia de un gran número de insectos, cuyas poblaciones son reguladas por esta especie, logrando de esta manera un equilibrio ecológico, que conlleva a su conservación (Figura 9.26).



Figura 9.26. Registro de la especie *Aeronautes andecolus* «vencejo andino»

En la evaluación realizada se ha logrado registrar 13 individuos de *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» en el denominado valle de los Volcanes, en el distrito de Ayo, Arequipa. Gonzalez y Torres (2001) reportaron observaciones del *X. concolor* a lo largo de su distribución en los valles de la costa peruana. En los valles donde quedan fragmentos de monte ribereño, las poblaciones fueron escasas, solamente en Ocucaje, Yauca y Tambo fueron lugares en donde esta especie mantiene una población significativa en el Perú. Además, no se han registrado poblaciones en los valles donde la vegetación original ha sido prácticamente eliminada, por lo que su registro indica que esta zona aún conserva la vegetación original (monte ribereño) lo cual ha permitido la presencia de esta especie. Su registro ha permitido incrementar la información acerca de su distribución (Figura 9.27).



Figura 9.27. Registro de la especie *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado»

Durante la evaluación realizada se ha registrado un individuo de *Nycticorax nycticorax* «esquivo martinete o huaco común» en la laguna Mamacocha, por lo que su presencia indicaría que la laguna y la vegetación que lo rodea, es un ecosistema bien conservado, lo cual se ve reflejado en la diversidad de aves que alberga, así como la flora y fauna restante. El *N. nycticorax* es una garza de hábitos nocturnos, que inicia su actividad cuando el resto de los componentes de las ruidosas garceras en las que cría se retiran a descansar. Es entonces cuando esta ave de bello plumaje se dirige hacia sus cazaderos habituales, donde captura peces, anfibios y grandes invertebrados acuáticos, está muy ligada a la existencia de riberas bien conservadas y de humedales con abundante vegetación palustre (Semis, 2015).

Se registró además al *Pseudasthenes cactorum* «canastero de los cactus» que según Núñez y Tiravanti *(*2010*)* es una especie una especie endémica del Perú que habita en las comunidades de cactáceas columnares en quebradas pedregosas de las laderas bajas de los Andes occidentales (entre los 100 m s.n.m. y 2400 m s.n.m.). Comúnmente es llamado «canastero de los cactus» por construir sus nidos entre las ramificaciones de las cactáceas columnares. La importancia de este registro radica en primer lugar porque es una especie endémica del Perú, específicamente de estos ecosistemas y, en segundo lugar, porque es un agente dispersor de semillas, siendo esta una de las 9 especies de aves que en el Perú hacen uso de las cactáceas, permitiendo de esta forma preservar a las diferentes especies de cactáceas columnares.

Respecto a las zonas evaluadas, la diversidad de aves registradas en la zona-1 fue la de mayor representatividad en toda el área de estudio, esto se debe a que las aves muestran una estrecha relación con las características estructurales y florísticas de la vegetación

cuando seleccionan el hábitat donde residir. Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son 2 componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y la abundancia de los ensambles de las aves, en gran medida por su asociación con recursos críticos (como el alimento y los sitios de nidificación) y con la protección contra climas adversos, la predación o el parasitismo de las nidadas (Cody, 1985).

En la zona-1, el matorral desértico está conformado por zonas de roquedal de diversos tamaños, con geografía accidentada y presencia de algunos árboles y de cactus (Figura 9.28). En esta zona se han registrado 32 individuos pertenecientes a 6 especies, destacando especies como *Zonotrichia capensis*, *Turdus chiguanco*, *Pseudasthenes cactorum*, *Xenospingus concolor,* entre otras. Las especies mencionadas hacen uso del roquedal para alimentarse o protegerse, por lo cual esta zona es un área de importancia para las aves.



Figura 9.28. Vista panorámica del hábitat matorral desértico de la zona-1

El monte ribereño, es el hábitat conformado por diversas especies arbóreas y arbustivas que rodean la laguna Mamacocha, dominadas por especies como *Schinus molle* «molle», *Ficus carica* «higo» y *Arundo donax* «carrizo», así como diferentes especies de la familia Asteraceae. Este hábitat albergó 14 especies de aves, destacando especies como *Elaenia albiceps, Patagona gigas, Nycticorax nycticorax, Streptoprocne zonaris, Turdus chiguanco, Rhodopis vesper,* entre otras, logrando ser el hábitat con la mayor diversidad reportada, producto de esa mixtura de ecosistemas (laguna y monte ribereño), tal como se observa en la Figura 9.29.

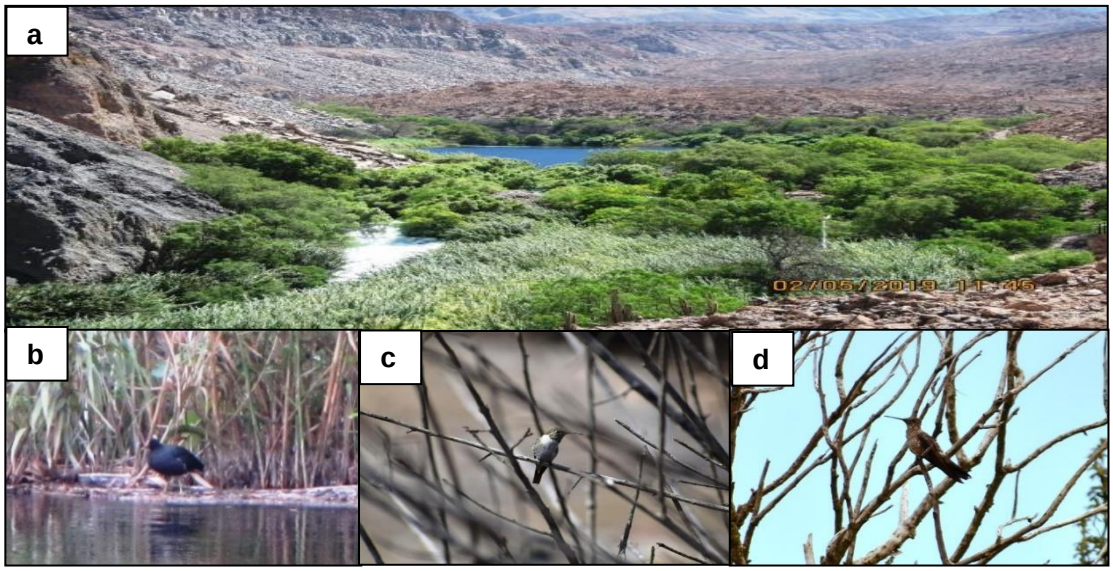


Figura 9.29. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2 a) vista panorámica del hábitat monte ribereño, b) *Gallinula galeata* «polla de agua común», c) *Rhodopis vesper* «colibrí del oasis», d) *Patagona gigas* «colibrí gigante»

En la zona-2 se han registrado 29 individuos pertenecientes a 10 especies. El hábitat matorral desértico, fue el hábitat con mayor extensión de área, registrando un total de 12 individuos pertenecientes a 4 especies, destacando *Aeronautes andecolus*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Pseudasthenes cactorum* y *Zenaida auriculata*, especies propias de zonas desérticas, con poca vegetación (Figura 9.30).

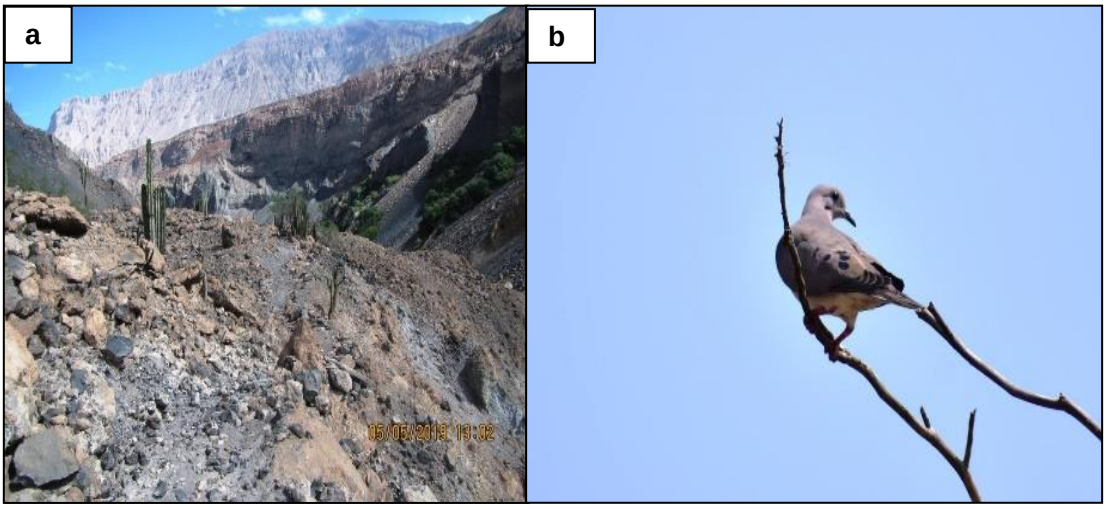


Figura 9.30. Especies registradas en hábitat matorral desértico de la zona-2 a) vista panorámica del matorral desértico, b) *Zenaida auriculata* «tórtola orejuda»

El hábitat monte ribereño, conformada por la vegetación que se encuentra al borde del río Mamacocha, registro un total de 17 individuos pertenecientes a 8 especies, destacando especies como *Troglodytes aedon*, *Zonotrichia capensis*, *Camptostoma obsoletum, Xenospingus concolor,* entre otras. A pesar de evaluar la vegetación desde la parte alta, debido a la dificultad del acceso hasta el borde de la quebrada producto de la geografía accidentada, la diversidad registrada es importante, evidenciando una población en equilibrio, donde cada especie cumple una función vital para la conservación del ecosistema (Figura 9.31).

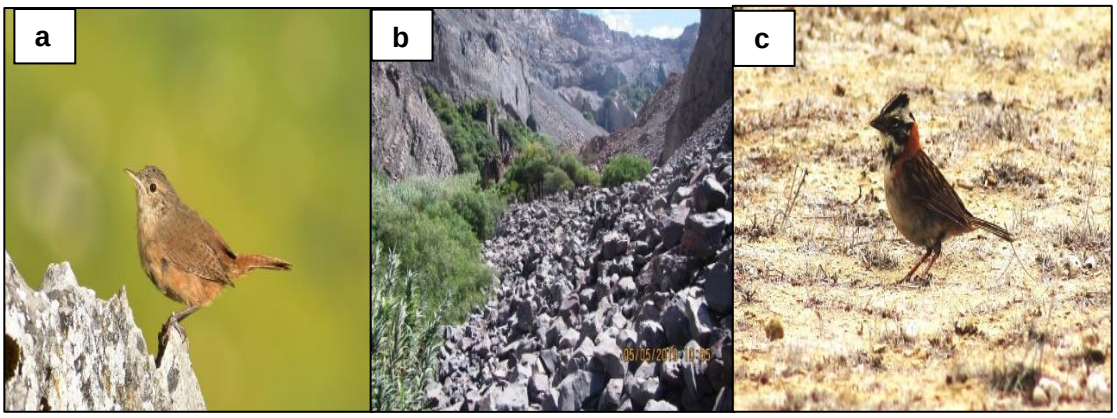


Figura 9.31. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2
a) *Troglodytes aedon* «cucarachero común», b) Vista panorámica del monte ribereño, c) *Zonotrichia capensis* «gorrión de capucha gris»

La zona-3 es una zona conformada al inicio por laderas montañosas de pendiente moderada y en la parte final, por bordes rocosos de difícil acceso y de pendiente elevada. En esta zona el hábitat predominante fue el monte ribereño. En total se registraron 6 individuos pertenecientes a 3 especies, estas son *Vultur gryphus* «cóndor andino», *Geranoaetus melanoleucus* «aguilucho de pecho negro» y *Orochelidon andecola* «golondrina andina». Blanco (1999) y Weller (1999) mencionan que la distribución y uso del hábitat por parte de las aves está asociado a características ambientales locales y a requerimientos particulares de cada especie. La zona-3 al tener una geografía accidentada y escaza vegetación no permite una mayor diversidad de aves, solo especies de gran desplazamiento y capacidad de vuelo como el cóndor andino, aguilucho o golondrina, que pueden utilizar esta zona como vía de desplazamiento hacia otras zonas donde encuentran alimento y refugio (Figura 9.32).



Figura 9.32. Especies registradas en el hábitat monte ribereño de la zona-2
a) Vista panorámica del monte ribereño de la zona-3, b) *Vultur gryphus* «cóndor andino», y c) G*eranoaetus melanoleucus* «aguilucho de pecho negro»

Las redes niebla son un sistema que se utiliza para atrapar a los animales que vuelan, este método sirve para completar el inventario de aves en una zona de estudio (Franke *et al*., 2014). Durante la evaluación se logró instalar un total de 3 redes niebla, lográndose capturar 1 individuo perteneciente a la especie *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado». Esta mínima tasa de captura se debería a la poca presencia de zonas aptas para la colocación de redes niebla (las cuales generalmente se colocan en rutas de ingreso de las aves a la franja arbórea y arbustiva, bordes de quebradas, entre otras), debido a lo accidentado de la geografía (roquedales, acantilados de pendientes elevadas) del área de estudio, esto unido a la asidua visita de personas a la laguna Mamacocha, influenciaron en el muestreo de aves por redes niebla, ocasionando que solo se logre capturar 1 individuo.

Durante la evaluación se registró 5 especies en la lista CITES (2017): *Vultur gryphus* «condor andino» registrada en el Apéndice I y las otras 4 especies en el Apéndice II, estas especies fueron: *Geranoaetus melanoleucus* «aguilucho de pecho negro» de la familia Accipitridae*, Falco sparverius* «cernícalo americano» de la familia Falconidae y dos picaflores, *Rhodopis vesper* «colibrí de Oasis» y *Patagona gigas* «colibrí gigante», ambos grupos (rapaces y picaflores) cumplen funciones importantes en el ecosistema. Los picaflores (familia Trochilidae) cumplen la función de ser agentes polinizadores, mientras que las rapaces son carnívoros ubicados en lo alto de la cadena alimenticia, cumpliendo una función reguladora con el objetivo de mantener el recambio poblacional de las especies. Los registros de estas especies en el área de estudio fueron importantes porque permiten el equilibrio ecosistémico.

9.3.3 Mamíferos

En el área de estudio se registró un total de 5 especies de mamíferos silvestres, mediante el método de recorridos por transectos (2 especies registradas) y por medio de registros fotográficos con cámaras trampa (3 especies registradas), además de 3 especies registradas por medio de registros oportunos o casuales. Esta información fue obtenida mediante el método de recorridos y entrevistas. El esfuerzo de muestreo realizado fue de 4 transectos o recorridos, abarcando un total de 5,3 km en un tiempo de 9 horas y 56 minutos, considerando que la razón del recorrido es de 1,0 a 1,5 km/hora (Peres, 1999; Wallace, 1999). Esta evaluación se desarrolló en las 3 zonas descritas anteriormente.

En referencia al estudio realizado para Arequipa, en la lista anotada de mamíferos basada en revisión de literatura especializada, registros de campo de los autores y principalmente en revisión de especímenes de las colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (MUSA) y del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM), se tiene 18 especies de mamíferos terrestres incluyendo a la ya extinta chinchilla (Zeballos *et al*., 2001); sin embargo, las especies andinas como *Hippocamelus antisensis* «taruca», *Conepatus chinga* «zorrino», *Vicugna vicugna* «vicuña», *Leopardus jacobitus* «gato andino» no se distribuyen altitudinalmente en el área de estudio.

Otra información comparativa con este estudio puede incluir las 7 especies reportadas por Ingemmet (2016) en su boletín N° 6, Valle de los volcanes de Andahua, el cual incluye a la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque».

En la zona-1 se logró registrar por medio de percepción de olores a la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque» y al *Lycalopex culpaeus* «zorro», mediante evidencia de heces durante los recorridos realizados; el esfuerzo realizado fue de 2 recorridos de 1 km cada uno y una inversión de tiempo de 3 horas con 50 minutos. En la zona-2 por medio de heces se registró la presencia de *L. culpaeus*; mientras que, en la zona-3 por observación directa se registró a *Lontra felina* «nutria o huallaque», además de *Lycalopex culpaeus* por medio de huellas.

Las cámaras trampa son una herramienta muy útil para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies raras o de difícil observación, debido a que permiten ampliar

nuestras observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta (Lynam, 2002; Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al*., 2004; Silver, 2004; Kays y Slauson, 2008). Mediante el método de muestreo por cámaras trampa, cuyo esfuerzo total fue de 379 trampas-noche por un periodo de 37 a 39 días se ha logrado el registro de 3 especies, 2 de las cuales enriquecieron la lista de especies registradas por medio de recorridos como el *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» considerada como una especie rara y de difícil observación y *Lagidium viscacia* «vizcacha». Además, se obtuvo un registro ocacional de *Lepus europaeus* «liebre» (Figura 9.33).

La curva de acumulación de especies registradas por el método de recorridos nos indicó que el esfuerzo de muestreo realizado permitió el registro total de las especies potencialmente presentes en el área de estudio (2), mencionando que la evaluación sólo se limitó al entorno de la laguna Mamacocha, bordes del curso del río Mamacocha y zona de la confluencia con el río Colca. Sin embargo, el método de registros con cámaras trampa que difiere con el método de recorridos incrementaron la riqueza a 4 especies y a 5 en total para el área de estudio obtenido de forma ocasional.

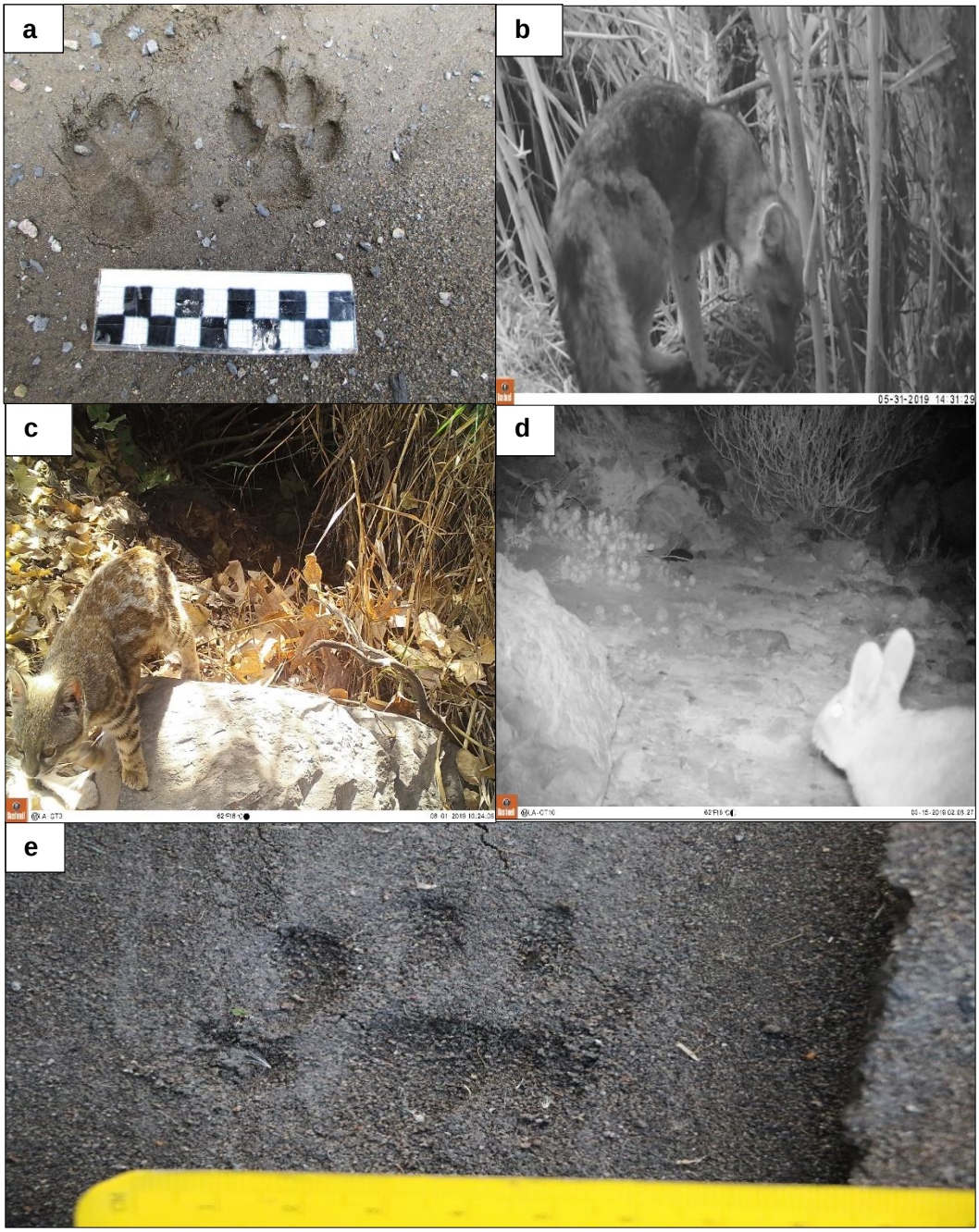


Figura 9.33. Especies identificadas a) Huella de *Lycalopex culpaeus* «zorro», b) *Lycalopex culpaeus* «zorro», c) *Leopardus colocolo* «gato de pajonal», d) *Lagidium viscacia* «vizcacha», y e) Huella de *Lontra felina* «nutria o huallaque»

En la zona-1 se realizaron 2 transectos (LA-Ma1 y LA-Ma2) con una distancia total aproximada de 1 km cada uno y una inversión de tiempo de 3 horas con 50 minutos, con este esfuerzo se logró registrar 2 especies del orden Carnivora: *Lycalopex culpaeus* «zorro» mediante heces y *Lontra felina* «nutria o huallaque» por medio emanaciones odoríferas. Actualmente, la afluencia de visitantes a la laguna con fines turísticos, posiblemente este influenciando en la presencia de la nutria en dicha laguna debido a que, en general son animales solitarios, de aspecto tímido y escurridizo (Cabello, 1978), encontrándose en esta ocasión entre la confluencia entre el río Mamacocha y el río Colca.

Otro registro de importancia que se obtuvo por medio de cámaras trampa (LA-CT1 y LA-CT3) fue el de *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» considerada como una especie generalista, esto posiblemente este asociado a su amplia distribución biogeográfica (Redford y Eisemberg 1992; Nowell y Jackson, 1996) distribuyéndose desde los 100 m s. n. m. en la provincia de Zarumilla, Tumbes (Grimwood, 1969) hasta 4982 m s. n. m., en Ancash (Cossíos *et al.,* 2007). Aunque esta especie es considerada como generalista es difícil obtener avistamientos de esta, la cual habita por lo general en cuevas o en formaciones rocosas, alimentándose principalmente de roedores grandes como la vizcacha y pequeños roedores cricetinos (Pearson, 1951; Romo, 1995), por lo que su presencia indica la disposición de alimento en la laguna Mamacocha (Figura 9.34) la cual puede albergar diversas comunidades de ratones y aves, elementos que conforman su dieta.



Figura 9.34. Vista panorámica de la Laguna Mamacocha, zona-1

La evaluación de mamíferos en la zona-2 comprendió los alrededores del borde de la parte media del río Mamacocha, colindante a la zona-1 (Figura 9.35), donde se realizó el recorrido de 1 transecto (LA-Ma3) con un promedio de 2,30 km en un tiempo de 3 horas y 45 minutos, registrándose a la especie *Lycalopex culpaeus* «zorro» por medio del registro de sus heces.



Figura 9.35. Vista panorámica de la zona-2

En un estudio realizado en el matorral desértico de Arequipa se determinó que *Lycalopex culpaeus* «zorro» frecuenta las laderas pedregosas medias y bajas de los cerros en busca de alimento y refugio, pero además utiliza el cauce seco arenoso, el cauce pedregoso, las laderas altas con cactáceas y las laderas de greda (Chávez, 2007). Las características del área de

estudio concuerdan con lo mencionado anteriormente. Asimismo, Redford y Eisenberg (1992) y Romo (1995) indican que la alimentación del zorro es generalista (omnívoro) y de hábitos alimentarios oportunistas, pues puede cambiar dichos hábitos dependiendo de la disponibilidad de presas presentes en su rango de distribución y de los efectos de la estacionalidad, esto comprende un motivo más que determina su presencia en la zona-2, cuya extensión fue mayor en comparación con las zona-1 y zona-3.

La evaluación en la zona-3 (Figura 9.36) se registraron 2 especies de mamíferos mediante el recorrido realizado en el transecto LA-Ma4, estas especies son *Lycalopex culpaeus* «zorro» y *Lontra felina* «nutria o huallaque», este transecto tuvo una distancia promedio de 1 km con una inversión de tiempo de 2 horas con 21 minutos. Esta zona presentó una mayor diversidad con respecto a la zona-1 y zona-2, en donde la riqueza estuvo conformada por 2 especies, con una abundancia de 9 individuos; además, se suma la presencia de la especie *Lagidium viscacia* «vizcacha», especies propia de zonas de roquedales, registrada mediante cámaras trampa específicamente en LA-CT10.

Es importante mencionar que actualmente la especie *Lontra felina* «nutria o huallaque» está cumpliendo un rol muy importante en esta zona de estudio, ya que es considerada como especie «bandera»[66] por la población local e indicadora del buen estado de conservación de determinados cuerpos de agua, consideración que trajo consigo el proyecto de Ley «Ley que declara de preferente interés nacional y necesidad pública la protección, conservación y prevención de riesgos de la Laguna Mamacocha de Arequipa»[67].

Su hábitat corresponde principalmente a sitios en el litoral rocoso, con fuerte exposición a las olas, rocas comparativamente grandes de tipo paredón o bloques y una franja con vegetación que hace imperceptible el acceso al agua (Sielfeld y Castilla 1999), estas características son típicas de la zona, principalmente para el cauce del río Mamacocha, notorios en la zona-2, con estratos sedimentarios y formaciones rocosas de difícil acceso y con pendiente elevada que origina los llamados rápidos (Figura 9.37). Según Ugarte (2018) esta especie puede alejarse 157 km del mar hasta una altura de casi 1700 m s. n. m. en la laguna Mamacocha, cuyas aguas confluyen en el río Colca, posiblemente su distribución se extienda aguas arriba de este río.



Figura 9.36. Vista panorámica de la Zona-3.

[66] Son especies carismáticas que sirven como símbolo para atraer el apoyo gubernamental, del público o de posibles donantes, para la implementación y desarrollo de programas de conservación que involucren a la especie bandera y las especies menos llamativas con las que pudiera estar asociada

[67] Proyecto de Ley N° 2278/2017-CR, Ley que declara de preferente interés nacional y necesidad pública la protección, conservación y prevención de riesgos de la Laguna Mamacocha de Arequipa

La dieta del huallaque está constituida principalmente por invertebrados, incluyendo crustáceos como camarones, cangrejos y moluscos, así como también peces y ocasionalmente aves y pequeños mamíferos (Cabello, 1978; Castilla y Bahamondes, 1979; Ostfeld *et al*, 1989, Sielfeld, 1990). La cuenca Colca-Majes conforma uno de los cañones más profundos del mundo, con poca actividad antrópica y hay bastante abundancia de camarones y peces, lo que propicia la presencia del huallaque en el área.

Adicionalmente, la principal amenaza para esta especie podría estar siendo la muerte incidental por actividades de pesca (Brownell, 1978), persecución o muerte directamente por su supuesto daño a poblaciones locales de peces, bivalvos y camarones (Miller *et al.*, 1983; Redford y Eisenberg, 1992). Esto puede estar propiciándose por la actividad de extracción de camarones que es muy practicada en la zona.



Figura 9.37. Cueva de *Lontra felina* «nutria o huallaque» en el río Colca cercano a la confluencia con el río Mamacocha

Cabe mencionar que también se registraron especies por encuentros casuales u ocasionales, fuera de los transectos de evaluación, tales como *Lagidium viscacia* «vizcacha» con 15 registros por observación directa, *Lepus europaeus* «liebre» con 1 observación cercano a la localidad de Ayo y *Lontra felina* «nutria o huallaque» registrada por medio de 1 huella a orillas del río Colca. Destacando a la primera como una especie invasora, introducida en América del sur en Argentina y Chile (Cossíos, 2004), desde donde se ha desplazado ocupando por lo menos 5 departamentos de la parte sur del Perú como Arequipa, Cusco, Moquegua, Puno y Tacna (Zeballos *et al.*, 2012). Además, esta especie es oportunista utilizando una amplia gama de hábitats cuyos efectos pueden ocasionar daños considerables sobre las tierras de cultivo (Lleellish *et al.,* 2007).

Del total de especies registradas, 3 de ellas se encuentran por lo menos en alguna lista de conservación nacional e internacional. Entre las que destacan *Lontra felina* «nutria o huallaque» categorizada como especie En peligro (EN) por la IUCN y legislación nacional, además está considera dentro del Apéndice I del CITES; el *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» esta categorizada con Datos insuficientes (DD) por la legislación nacional, dentro del Apéndice II del CITES y casi amenazada (NT) por la IUCN; por último, *Lycalopex culpaeus* «zorro» está considerada dentro Apéndice II del CITES.

10. CONCLUSIONES

- El principal ecosistema de agua dulce evaluado correspondió a la laguna Mamacocha, que presentó buena calidad de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas relacionado a un ecosistema frágil con presencia de formaciones vegetales que constituyen un complejo dinámico que brindan diversos servicios ecosistémicos (ecológicos[68] y económicos[69]), donde interactúan diferentes especies de flora y fauna endémicas y para la conservación. Se resalta la presencia de la «nutria andina o huallaque» *Lontra felina*, especie bandera del distrito de Ayo, la cual es indicadora del buen estado de conservación de la laguna.

- El área de evaluación de agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas, evaluados en octubre de 2018 y mayo de 2019, se enfocó en la parte baja de la cuenca del río Mamacocha que abarcó puntos de muestreo en la descarga de la laguna Chachas (LCha-1), el río Chachas (RCha-1), la quebrada Subna (QSub-1), la laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), el río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4) y el río Colca (RCol-1 y RCol-2). Además, se consideró el manantial sin nombre 1 (MSN-1), el canal de la descarga de la microcentral Ayo (DCMA-1) y el canal de riego Ayo (CAAyo-1 y CAAyo-2).

- Los parámetros fisicoquímicos de los citados puntos de muestreo cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua 2017 de la categoría respectiva, a excepción del 2018 donde el manganeso excedió la Categoría 3 subcategorías D1 y D2 en la quebrada Subna (QSub-1) y el boro que excedió la Categoría 3 subcategoría D1 en el río Colca (RCol-1), antes de la confluencia con el río Mamacocha.

- La presencia de manganeso en la quebrada Subna (QSub-1) se debería al predominio de rocas intrusivas (minerales máficos) asociadas a zonas de alteración hidrotermal ubicadas en la naciente (cerro Jallhua) y al sureste (cerro Subna) de la quebrada Subna, donde predomina los óxidos de hierro (Fe^{3+}) y en menor proporción arcillas.

- Con respecto al boro registrado en el río Colca (RCol-1), aguas arriba de la confluencia con el río Mamacocha, estaría relacionado a la influencia de fuentes hidrotermales ubicadas en las márgenes del río Colca; sin embargo, su concentración disminuye aguas abajo de la confluencia con el río Mamacocha, debido a la ausencia o poca influencia de fuentes hidrotermales y aporte de agua de quebradas y ríos con bajas concentraciones de boro.

- El sustrato, profundidad de la columna de agua, caudal y disponibilidad de la materia orgánica de los ríos Mamacocha y Colca y la quebrada Subna (ambientes lóticos altoandinos) son factores abióticos que influyen en las reestructuraciones ecológicas estacionales, de las cuales están sujetas las comunidades hidrobiológicas; por lo que tienen gran variabilidad temporal, siendo el orden Ephemeroptera los de mayor riqueza y junto con el orden Diptera los más abundantes.

- El comportamiento hidroquímico y la concentración de metales pesados también influyen en la variación temporal de las comunidades hidrobiológicas en cuerpos lóticos, como ocurre con la dinámica de la cadena trófica (condiciones de ciclo alimentario) de la quebrada Subna (QSub-1) - relacionada con la disminución drástica del perifiton, por el cual en condiciones extremas se han adaptado organismos altamente tolerantes y de estrategia como la familia Chironomidae (larvas y pupas acuáticas de insectos como las

[68] Regulación del clima, banco de semillas de especies protegidas, dispersión de semilla, polinización controladores de plagas.
[69] Turismo ecológico y mejora de la calidad de vida de la población.

moscas) asociadas a múltiples estrategias de alimentación; por lo que varios géneros se encuentran en aguas limpias con buena oxigenación y también son indicadores de contaminación con materia orgánica.

- La composición fisicoquímica de la laguna Mamacocha difiere de la descarga de laguna Chachas, el río Chachas, y la quebrada Subna, debido a que la resurgencia (flujo subsuperficial y de tipo local) que recarga la laguna Mamacocha y en su recorrido de 18 km interacciona con rocas volcánicas andesíticas y andesitas basálticas y niveles sedimentarios calcáreos, areniscas y lutitas negras de las formaciones Socosani y Puente.

- La formación vegetal ribereña de la laguna y río Mamacocha impide un mayor efecto erosivo de las precipitaciones sobre material andesítico, lo que se ve reflejado en las bajas concentraciones de material suspendido e iguales condiciones fisicoquímicas a nivel espacial y temporal; a diferencia del río Colca que si registró variación debido al aporte del río Mamacocha, principalmente el cambio de facie hidroquímica y la disminución del elementos químicos relacionados a las fuentes hidrotermales como el boro.

- Con respecto a las comunidades hidrobiológicas en la laguna Mamacocha se registró mayor diversidad de fitoplancton (33 especies) que la laguna Chachas, en que dominan un número menor de especies como *Asterionella formosa* y *Aulacoseira granulata.* Asimismo, se aprecia una mayor diversificación de zooplancton.

- La diferencia de concentración de hierro y fósforo disuelto y los sólidos en suspensión influyen en las condiciones limnológicas de las lagunas, por lo que el phylum Cyanobacteria solo fue registrado en la laguna Mamacocha (posibles condiciones oligotróficas); mientras que, la laguna Chachas registró algas Bacillariophyta (diatomeas) y una especie única de Orchophyta (*Mallomonas sp.*).

- La laguna Mamacocha registró macrofitas emergentes y sumergidas que aportan mayor cantidad de materia orgánica y junto con la mayor abundancia de perifiton permiten la alta diversidad de macroinvertebrados bentónicos; mientras que, la laguna Chachas registró macrofitas sumergidas y con sustratos de arena y canto rodado, favorecen la diversificación de macroinvertebrados como los Ephemeropteros en condiciones favorables.

- Las citadas diferencias limnológicas, fisicoquímica e hidromorfológica de la laguna Mamacocha, cuerpo de agua de mayor biodiversidad y poca dominancia de algún grupo en específico, permiten que tenga las condiciones favorable para ser un refugio con fines reproductivos y de alimentación del pejerrey de río, *Basilichthys semotilus*, que estaría migrando del río Colca, y por ende también a la presencia de la «nutria andina; no obstante, las microalgas bentónicas representarían un primer eslabón de suma relevancia para la cadena trófica de ambas lagunas.

- El manantial sin nombre 1 (MSN-1) y la descarga de la microcentral Ayo (DMCA-1) presentan características fisicoquímicas similares al río Mamacocha, por lo que no generan cambios fisicoquímicos al río, en cambio el canal de riego Ayo - aunque no llega a tributar al río Mamacocha- difiere en niveles de concentración de sulfatos, calcio, magnesio y estroncio por la formación geológica de su naciente en el cerro Oroscupio e interacción por la margen izquierda con el cerro Ccotoccahuana.

- Finalmente, los sedimentos evaluados en octubre de 2018 en la laguna Chachas (LCha-1), laguna Mamacocha (LMam-2) y río Mamacocha (RMam-3) fueron comparados referencialmente con los estándares de la Guía canadiense para sedimentos de aguas

continentales *Canadian Environment Quality Guidelines* [CEQG]), en donde se resalta que en el punto LCha-1 superó el arsénico el valor PEL y plomo y mercurio total el valor ISQG; el punto LMam-2 superó el valor PEL para cobre; y en el punto RMam-3 el valor ISGQ para zinc.

- La evaluación de flora y fauna silvestre se realizó en 3 zonas (zona-1, que incluye la Laguna Mamacocha (EF), el tramo inicial del río Mamacocha y formaciones vegetales asociadas; zona-2, que abarca gran parte de la zona media del río Mamacocha; y zona-3, que corresponde a la confluencia de los ríos Mamacocha y Colca) y 2 formaciones vegetales (monte ribereño y matorral desértico)

- Para flora silvestre se evaluaron cuantitativamente 13 transectos (9 en monte ribereño y 4 en matorral desértico); además, se registró cualitativamente especies que no fueron registradas en los transectos. Se registraron en total 74 especies agrupadas en 41 familias botánicas y 66 géneros (66 especies cuantitativamente y 8 especies fueron adicionados cualitativamente), donde las familias más diversas fueron Asteraceae, Poaceae y Cactaceae, los géneros más diversos fueron Solanum, Amaranthus, Baccharis y Plantago entre otras.

- La vegetación de monte ribereño fue la formación con mayor riqueza, con 64 especies; seguida del matorral desértico con 16 especies. Por otro lado, las especies con mayor abundancia relativa en el monte ribereño fueron *Schinus molle* «molle», *Escallonia angustifolia, Arundo donax* «carrizo» y *Ficus carica* «higo» y en matorral desértico, *Browningia candelaris*, *Cylindropuntia tunicata, Neoraimondia arequipensis* y *Haageocereus pluriflorus* (Cactaceae).

- Del total de especies, en la zona-1 se registró un total de 38 especies (27 especies en monte ribereño y 13 especies en matorral desértico), en la zona-2 se registró 39 especies (30 especies en monte ribereño y 10 especies en matorral desértico) y en la zona-3, solo 10 especies que corresponde a monte ribereño. Estas variaciones son debido a la cobertura vegetal; donde, la formación con mayor cobertura corresponde a monte ribereño (79,2 % para la zona-1, 90 % para la zona-2 y 30,5 para la zona-3), seguida del matorral desértico que registró entre 18,3 y 14 % de cobertura vegetal, debido a la mayor presencia de áreas descubiertos y dominado por roca y suelo.

- Dentro de las especies que se encuentran en algún grado de protección según normativas nacionales e internaciones, la presente evaluación reportó 18 especies de las 74 registradas, donde: 4 especies están en la categoría de Casi Amenazada (NT) según el D.S. N.° 043-2006AG; 14 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC) y 2 en la categoría Datos Insuficientes (DD) según la IUCN (2019); 7 especies (todas ellas de la Familia Cactaceae) en los listados del apéndice II de la lista CITES (2017) y finalmente 3 especies endémicas para Perú según la Lista roja de especies para Perú.

- En el área de estudio se registraron 3 especies de reptiles, *Microlophus* sp. «lagartija» *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa». La amplia variedad de microhábitats que se presentan en el ecosistema de monte ribereño que circunda a la laguna Mamacocha, permitió la mayor diversidad de especies de reptiles en el área estudio.

- *Microlophus* sp. «lagartija» fue la especie más abundante en toda el área de estudio; asimismo, se necesitan estudios especializados para la correcta identificación de *Microlophus* sp. «lagartija», de forma que permita su estado actual y protección.

- En el área de estudio, la zona -1 presentó los mayores valores de riqueza y abundancia de especies, registrándose las 3 especies de reptiles; mientras que en la zona-2 se registró únicamente *Microlophus* sp. «lagartija». No se registraron especies en la zona-3.

- *Phyllodactylus gerrhopygus* «salamanqueja» y *Pseudalsophis elegans* «culebra de la costa» se encuentran incluidas en la categoría de Preocupación Menor por parte de la IUCN (2019). Cabe precisar que, de todas las especies registradas en la evaluación, *Microlophus* sp. «lagartija» se encuentra únicamente en territorio peruano, siendo el área de estudio parte de su probable rango de distribución.

- En el área de estudio la avifauna registrada fue típica de la zona interandina; se registraron mediante el método de búsquedas intensivas un total de 20 especies pertenecientes a 15 familias y 8 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 9 especies, seguido de Apodiformes con 4 especies; mientras que las familias con mayor número de especies fueron Trochilidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Rallidae y Apodidae, todas con 2 especies.

- La especie con mayor número de individuos fue *Aeronautes andecolus* «vencejo andino», con 96 individuos; seguido de *Streptoprocne zonaris* «vencejo de collar blanco», con 25 individuos. Todas las especies registradas son residentes.

- La formación vegetal que presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves fue el monte ribereño con 19 especies y 162 individuos; mientras que la formación vegetal matorral desértico, fue la de menor riqueza y abundancia, con 7 especies y 44 individuos. La zona-1 registró la mayor riqueza y abundancia.

- Durante la evaluación se registraron 7 especies de interés para la conservación, de las cuales 1 especie es endémica de Perú, 1 está restringida al bioma Andes Centrales, y 1 especie registrada está dentro de alguna zona endémica de aves (EBA).

- Se ha registrado 2 especies dentro de alguna categoría de conservación de la IUCN (2019), estas especies son *Vultur gryphus* «cóndor andino» y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» categorizadas como Especies Vulnerables (VU), mientras que según el D.S.004-2014, se reportan 2 especies dentro de alguna categoría, *Vultur gryphus* «cóndor andino» categorizada como especie En Peligro (EN) y *Xenospingus concolor* «fringilo apizarrado» categorizada como especie Vulnerable (VU) y según CITES (2017), nos indica que se registraron 4 especies registradas en el apéndice II: *Geranoaetus melanoleucus, Patagona gigas, Rhodopis vesper y Falco sparverius* y se registró una especie dentro del apéndice I, *Vultur gryphus*.

- La avifauna registrada en el área de estudio indica que la laguna Mamacocha y las formaciones vegetales identificadas son ecosistemas conservados que albergan especies de aves endémicas como *Pseudasthenes cactorum*; especies polinizadoras como *Rhodopis vesper* y *Patagona gigas*; especies depredadoras como *Falco sparverius* y *Geranoaetus polyosoma;* y especies generalistas; cuyas poblaciones se mantienen en equilibrio.

- Se registró un total de 5 especies de mamíferos mayores con predominio del orden Carnivora con 3 especies, de estas se tienen como especies de particular importancia a *Lontra felina* «nutria o huallaque» y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal».

- Se registró la especie introducida *Lepus europaeus* «liebre» que de acuerdo con su alta capacidad de dispersión es considerada como una especie invasiva. Este registro puede sumarse a la lista de puntos de interés para la descripción de su distribución en el Perú.

- El método de muestreo por recorridos permitió registrar las 2 especies esperadas según el análisis de la curva de acumulación para el área de estudio; además, con el método complementario de cámaras trampa se registró 2 especies adicionales y mediante registros fuera de los métodos aplicados se listó 1 especie más.

- La zona-1 y zona-3 presentaron los mayores registros de especies de mamíferos silvestres con 2 especies en cada zona por medio de recorridos; por ende, presentan la mayor diversidad.

- De las 5 especies registradas, 3 de ellas se encuentran por lo menos en una categoría de conservación nacional e internacional. Entre ellas tenemos a *Lontra felina* «nutria o huallaque» en categoría de En peligro (EN) y *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» categorizada en estado de Casi Amenazada (NT) ambas para la IUCN (2019) y para la legislación nacional (Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI) como especie en situación de En peligro (EN) y con Datos insuficientes (DD) respectivamente. Finalmente, según el CITES (2017) *Leopardus colocolo* «gato de pajonal» y *Lycalopex culpaeus,* «zorro» se encuentran listadas en el apéndice II y *Lontra felina* «nutria o huallaque» en el apéndice I.

11. ANEXOS

- Anexo 1: Versión digital del Informe N.° 325-2018-OEFA/DEAM-STEC, correspondiente al informe preliminar de la EAT del proyecto Laguna Azul del año 2018
- Anexo 2: Mapas
- Anexo 3: Reporte de campo N.° 0219-2019-SSIM
- Anexo 4: Reporte de resultados N.° 212-2019-SSIM (matriz de agua superficial)
- Anexo 5: Reporte de resultados N.° 262-2019-SSIM (matriz de comunidades hidrobiológicas, flora y fauna correspondiente al año 2019)
- Anexo 6: Procesamiento de datos hidroquímicos
- Anexo 7: Participación ciudadana

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (C.E.R.A) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica,* 28(1), 35-64.

Alvarado, A., Bertsch, F., Bornemiza, E., Cabalceta, G., Forsythe, W., Henríquez, C., Mata, R., Molina, E. y Salas, R. (2001). *Suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) de Costa Rica*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.

American Public Health Association- APHA. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd Edition. Washington, DC, USA.

AmphibiaWeb (2019). AmphibiaWeb: *Information on amphibian biology and conservation*. University of California, Berkeley, C.A., USA [10 de junio 2019]. Recuperado de https://amphibiaweb.org/.

Angulo, A., Rueda-Almohacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (Eds). (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservation

Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

Anderson, M., Gorley, R.N. y Clarke, K. (2008). *PERMANOVA+ for primer: Guide to software and statistical methods.*

Appelo, C. and Postma, D. (2005). *Geochemistry, Groundwater and Pollution.* 2nd Edition, Balkema, Rotterdam. http://dx.doi.org/10.1201/9781439833544.

Aquino, R. M., Bodmer R. E. y Gil, J. G. (2001). *Mamíferos de la cuenca del Río Samiria: Ecología poblacional y sustentabilidad de la caza*. Impr. Rosegraft. Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2015). *Informe de vigilancia y control del cuarto monitoreo participativo de calidad de agua superficial en la cuenca Camaná-Majes Colca.* (Informe técnico N.° 003-2015-ANA-ANA.CO-ALA.CM-AT/GFA).

Baev, P. V. y Penev, L. D. (1995). *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis.* Pensoft, Sofia, Bulgaria.

Benavides, V. (1962). Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú,* (38):5-63.

Boddicker M., Rodriguez J. J. y Amanzo, J. (2002*).* Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76, 105 - 123.

Bibby, C., Jones, M. y Marsden, S. (1998). Expedition Field Techniques. En *Royal Geographical Society: London.*

Brownell Jr, R. L. (1978). Ecology and conservation of the Marine Otter (*Lutra felina*). En N. Duplaix (Ed.) *Proceedings of the First Working Meeting of the IUCN/SSC Otter Specialist Group*. Paramarimbo, Suriname, pp. 104-106.

Burnham, K. P., Anderson, D. R. y Laake, J. L.(1980). Estimation of density from line transects sampling of biological population*. Wildlife Monographs*, 71, 1-203.

Blanco, D. (1999). Los Humedales como Hábitat de aves acuáticas*. Boletín UNESCO, Uruguay*, 208-217.

Brako, L. y Zarucchi, J. (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gymnospermas del Perú. *Missouri Botanical Garden, Monographs in Systematic Botany*, 45, 1-1286.

Cabello, C. (1978). La nutria de mar (*Lutra felina*) en la Isla de Chiloé, Chile. En: N. Duplaix (Ed.), *Proceedings of the first working meeting of the otter specialist group*, (pp. 108-119). International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland

Castilla, J. y Bahamondes, I. (1979). Observaciones conductuales y ecológicas sobre *Lutra felina* en las zonas central y centro-norte de Chile. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales*, 12, 119-132.

Caldas, J. (1993). Geología de los cuadrángulos de Huambo (32-r) y Orcopampa (31-r). *Bol. N.° 46, Serie A: Carta Geológica Nacional.* Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. pp. 62.

Cano, A., Young, K. y Leon, B. (1996). Áreas importantes para la conservación de las fanerógamas en el Perú. En: L. O. Rodriguez (Ed.), *Diversidad Biológica del Perú. Zonas Prioritarias para su Conservación* (1, 39-43). FANPE-GTZ, INRENA. Lima.

Cerrate, E. (1969). Manera de preparar Plantas para el Herbario. *Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación*, 1, 1-10.

Cervantes, C.A. (1977). *Caracterización de la fracción mineral y determinación del ZPC en 4 Andepts de la provincia de Guanacaste* (Tesis doctoral). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Chadwick, S. S. (1988). Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. *Reference Services Review*, 16(4), 31-34.

Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H. y Ceballos, G. (Eds.). (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso* (1era Ed.). Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Chávez, J. K. (2007). *Caracterización del uso de hábitat y dieta de «zorro andino» Pseudalopex culpaeus (Molina, 1782) en San Antonio de Yarabamba- Arequipa* (Tesis de licenciatura), Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Chudzińska, M., Van Beest, F., Madsen, J. y Nabe-Nielsen, J. (2015). Using habitat selection theories to predict the spatiotemporal distribution of migratory birds during stopover – a case study of pink-footed geese *Anser brachyrhynchus. Oikos*, 124(7):851-86.

Clarke, K. R. y Gorley, R. N. (2006). PRIMER: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E. (Version 6) [Software]. Recuperado de: https://www.primer-e.com/our-software

Cobbing, J. (1984). *The geology of the granitoids rocks and their envelope in coastal Peru* (two maps). Servicio geológico de Reino Unido.

Cody, M. L. (1985). *Habitat selection in birds.* Academic Press, New York, USA

Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. [Version 9.1]. Recuperado de: http://purl.oclc.org/estimates.

Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES. (2017). *Apéndices I, II y III.* [1 de junio 2019]. Recuperado de: http://www.cites.org

Convention on Migratory Specie (2015). *Convention on Migratory Species. Appendices I and II*. [1 de junio 2019]. Recuperado de: http://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms

Crisci, J. V., & Armengol, M. F. L. (1983). *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica* (No. 57.06 CRI). Washington^ eD. CDC: OEA.

Crump, M. y Scott, L. (1994). Visual Encounter Survey. En: W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek y M.S. Foster (Ed.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians* (pp. 84-92). Smithsonian Institution Press.

Cossíos, D. (2004). La liebre europea *Lepus europaeus* (Mammalia, Leporidae), especie invasora en el sur del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 11(2), 209-211.

Cossíos, D., Beltrán, F., Bennet, M., Bernal, N., Fajardo, U., Lucherini, M., Merino, M. J., Marino, J., Napolitano, C., Palacios, R., Perovic, P., Ramirez, Y., Villalba, L., Walker, S., y Sillero-Zubiri, C. (2007). *Manual de metodologías para relevamiento de carnívoros Alto Andinos. Alianza Gato Andino*. Buenos Aires, Argentina.

Cruz, M., (2002). *Estratigrafía y evolución tectono-sedimentaria de los depósitos sin-orogénicos del cuadrángulo de Huambo (32-r, cuadrante II): Las formaciones Ashua y Huanca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín Arequipa, Perú. pp.127.

Cuadras, M. (2014). *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante.* Barcelona: CMC Editions

Custodio, E. y Llamas, M. R. (1976). *Hidrología Subterránea*. – Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona, España.

Davis, S.N. y De Wiest, R. (1971). Hidrología. – Tomo I. Ed. Ariel, Barcelona España.

Delacour, A. (2002). *Etude pétrogénétique des laves des centres quaternaires mineurs dans les régions d'Andahua-Orcopampa, de Huambo et du Cerro Nicholson (Andes Centrales, Perou)*. *DEA „Processus magmatiques et métamorphiques – Volcanologie" & Université Blaise-Pascal*, Clermont Ferrand, 48 p.

Díaz-Pulido, A. y Payán Garrido, E. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera, Colombia.

Díaz-Francés, E. y Soberón, J. (2005). Statistical estimation and model selection of species accumulation functions. *Conservation Biology*, 19(2), 569-573.

Dillon, M. O., Leiva, S. y Quipuscoa, V. (2007). Five new species of Nolana (Solanaceae-Nolaneae) from Peru and notes on the classification of additional taxa. *Arnaldoa*, 14, 171-190.

Decreto Supremo N.° 004-2014-MINAGRI. Aprueban la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Ministerio de Agricultura (2014).

Decreto Supremo N.° 043-2006-AG. Aprueban la categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre. Ministerio de Agricultura (2006).

Decreto Supremo N.° 505-2016-MINAGRI. Aprueban la clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas. Ministerio de Agricultura (2016).

Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina, 656.

Eisenberg, J. F. y Redford, K. H. (1999). *Mammals of the Neotropics. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil* (Vol. 3). University Press, Chicago, Illinois.

Encalada, A., y Rieradevall, M. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). *Proyecto FUCARA, Quito*.

Escobedo, M. (2015). Mamíferos/Mammals. En N. Pitman, C. Vriesendorp, L. Rivera Chávez, T. Wachter, D. Alvira Reyes, Á. del Campo, G. Gagliardi-Urrutia, D. Rivera González, L. Trevejo, D. Rivera González, y S. Heilpern (Ed.), *Perú: Tapiche-Blanco. Rapid Biological and Social Inventories Report 27* (pp. 472–485). The Field Museum, Chicago.

Fernández, E. E., García, R. M. y Villarroya, G. F. (2009). *Los hidrogramas y otros sistemas de representación del quimismo de las aguas.* Madrid: Grafinat.

Ferreyra, R. (1944). Revisión del género Onoseris. *Journal of the Arnold Arboretum*, 25(3), 349-395.

Ferreyra, R. (1946). A revision of the Peruvian species of *Monnina* (Polygalaceae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 27(2), 123-167.

Ferreyra, R. (1960). Algunos aspectos fitogeográficos del Perú. *Publicaciones del Instituto Geográfico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Lima, serie I (B), 41-87.

Frost, D. R. (2019). *Amphibian species of the world: an online reference.* (Version 6.0.) [10 de junio 2019]. Recuperado de: http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html

Fjeldsa, J. y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes*. Zoological Museum. University of Copenhagen and Appollo Books, Svenberg, Denmark.

Franke, I. Nolazco, S. y León, F. (22 de febrero, 2014). Evaluación de Aves en Ecosistemas Altoandinos I. Resultados de las Evaluaciones de Avifauna. [Artículo en un blog]. Recuperado de http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html.

Franke, I. (01 de abril, 2017). Las aves de los bofedales altoandinos peruanos. [Artículo en un blog]. Recuperado de http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2017/04/las-aves-de-los-bofedales-altoandinos.html?q=bofedales

Galán De Mera, A., Linares, E., Campos de la Cruz, J. y Orellana J. A. (2009). Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú. Del Desierto Pacífico al Altiplano. *Acta Botánica Malacitana,* 34, 107-144.

Galán De Mera, A., Baldeón, S., Beltrán, H., Benavente, M. y Gómez, J. (2004). Datos sobre la vegetación del centro del Perú. *Acta Botánica Malacitana*, 29, 89-115.

Galán De Mera, A., Cáceres, C. y González, A. (2002). Las comunidades con Cactáceas del Sur del Perú, II. Nueva asociación y alianza del Desierto Pacífico. *Acta Botánica Malacitana*, 27, 270-272.

Galas, A. (2009). *Alcance y formaciones volcánicas del grupo Andahua*. Sociedad Geográfica de Lima. Ed. Zaniel Novoa Goicochea, pp.107-137.

Galas, A., Paulo, A., Gaidzik, K., Zabala, B., Kalicki, T., Churata, D., Galas, S., & Mariño, J. (2018). Geosites and Geotouristic Attractions Proposed for the Project Geopark Colca and Volcanoes of Andagua, Peru. *Geoheritage,* vol.10, n.4, 2018, pp.707-729.

Gentry, A. H. (1993). Overview of Peruvian Flora. En L. Brako, y J. Zarucchi (Eds.). *Ctalogue of Flowering Plants and Gymnosperns*, (pp. 29-39) Missouri Botanical Garden, Mongraphs in Systematic Botany.

Gibbs, R. J. (1970). Mechanisms Controlling Word Water Chemistry. *Science*, 170, 1088-1090.

Gómez-Márquez, J. L., Pena-Mendoza, B., Luis Guzmán-Santiago, J., & Gallardo-Pineda, V. (2013). Zooplankton composition, abundance and water quality in a microreservoir at Morelos State. *Hidrobiológica*, 23(2), 227-240

Gonzales, N., Hernandez, M.A., & Viela, C.R. (1986). Léxico Hidrogeológico. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata, Argentina.

Gonzalez, O. y La Torre-Cuadros, M. (2001). Análisis de hábitat del fringilo apizarrado (Xenospingus concolor) en la costa sur del Perú. *Ornitologia neotropical*, 12, 153-164.

Gotelli, N. y Colwell, R. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.

Gray, J. S. (2002). Species richness of marine soft sediments. *Marine Ecology Progress Series*, 244, 285-297.

Grimwood R. (1969). Notes on the distribution and status of some Peruvian mammals. *American Committee for International Wild Life protection and New York Zoological Society. Special Publication*, 21, 1-86.

Guimarais Bermejo, M., & González de Zayas, R. (2013). Productividad primaria en Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba. *Rev.Mar.Cost.* Vol. 3, 31-41.

Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software. (Version 3.15) [Software]. Recuperado de http://folk.uio.no/ohammer/past/

Heip, C. H., Herman, P. M., & Soetaert, K. (1998). Indices of diversity and evenness. *Oceanis*, 24(4), 61-88.

Henríquez, C. y Cabalceta, G. (1999). *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola*. ACCS. San José, Costa Rica.

Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, *54*(2), 427-432.

Hoempler, A. (1962). Valle de volcanes de Andahua, Arequipa. Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, (37): 59-69.

Hosttas, J., (1967). *Estudio geológico del túnel terminal entre Huambo y Querque*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. pp.107.

Huanaco, J. L., Montoya Terreros, H., Castellanos Sánchez, P. L., y Quiroz Barraza, R. A. (2018). Evaluación de la diversidad del fitoplancton de la laguna La Viuda (Lima, Perú) en agosto-noviembre 2016. *Arnaldoa*, *25*(3), 1027-1040.

Hussien, B.M.y Faiyad, A.S. (2016). Moldeling the Hydrogeochemical Processes and Source of lons in the Groundwater of Aquifers Within Kasra-Nukhaib Region (West Iraq). *International Journal of Geosciences*, 7, 1156-1181.

International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2019). *The IUCN Red List of Threatened Species*. (Version 2019-1) [1 de junio 2019]. Recuperado de www.iucnredlist.org

Instituto del Mar del Perú – Imarpe (2017). *Valle de los volcanes de Andahua*, Castilla, Arequipa. Nota científica. Recuperado de: http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3226

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico- INGEMMET. (2016*). Guía geoturística: Valle de los volcanes de Andahua*. Boletín Serie I: Patrimonio y Geoturismo N° 6. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Lima, Perú.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico- INGEMMET. (2012). Estudio Geotérmico del Campo Borateras. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 047 Serie C.

Jenks, W. F. (1948). Geología de la hoja de Arequipa a escala 1: 200 000. Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Peru. *Boletín del Instituto Geológico del Perú*, 9, 204 p.

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8,151-161.

Jordán, J. y Castro, D. (2010). Evaluación preliminar de la herpetofauna en la zona reservada de San Fernando. En *Evaluación rápida de la diversidad biológica de los ecosistemas terrestres de la Zona Reservada San Fernando, Ica* (pp 59-70). UNMSM– SERNANP.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.

Karanth, K. U. y Nichols, J. D. (Eds.). (2002). *Monitoring tigers and their prey, a manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.

Karanth, K.U., Nichols, J. D. y Kumar, N. S. (2004). Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. En W. L. Thomson (Ed.) *Sampling rare or elusive species* (pp. 229-247). Island Press. Washington.

Kays, R. W. y Slauson, K. M. (2008). Remote Cameras. En R.A. Long, P. MacKay, W.J. Zielinski y J.C. Ray (Eds.). *Noninvasive survey methods for carnivores* (pp. 110-140). Island Press. Washington D.C.

Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper and Row Publishers, New York.

Lajo Soto, J. A. (2017). *Valoración económica del patrimonio geológico del Valle de los Volcanes de Andagua* (Tesis de maestría) Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.

León, B., Roque, J., Ulloa-Ulloa, C., Pitman, N., Jorgensen P. M. y Cano, A (Eds). (2006). El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología.* Número especial, 13(2), 971 pp.

Lleellish, M., Cadenillas, R. y Chipana, G. (2007). Presencia de liebre europea *Lepus europaeus* en el departamento de Tacna. *Serie de Publicaciones de Flora y Fauna*. INRENA, Lima, Perú.

Lynam A. (2002). Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. En R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (Eds.), *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América* (pp. 62). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México.

Macbride, J. F. y Dahlgren, B. E. (1936). *Flora of Peru* (vol. 21). Chicago: Field Museum of Natural History.

Matteucci, S. D. y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía Científica N° 22, Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington DC.

MacArthur, R. H y MacArthur, J. W. (1961). On Bird Species Diversity. *Ecology*. 42 (3), 594-598.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey. Princeton University Press.

Manzanilla, J. y Péfaur, J. (2000). Consideraciones sobre Métodos y Técnicas de Campo para el Estudio de Anfibios y Reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana,* 7(1-2), 17-30*.*

Manrique, L. (1970). *Extinción de los mares terciarios de la región Arequipa*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú

Martínez, A. (1998). Interpretación Ambiental de datos hidroquímicos de la laguna continental de Castiñeiras. *Geographicalia*, 36,101-109.

Megersa Olumama Dinka, W. L. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 444-456. doi:10.1016/j.ejrh.2015.02.007.

Mendívil, S. (1965). *Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave*. Bol. N.° 10, Serie A: Carta Geológica Nacional. pp. 97.

Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (Eds.). (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall Hunt.

Ministerio del Ambiente- MINAM. (2015a). Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM: Lima, Perú.

Ministerio del ambiente – MINAM (2015b). Guía de inventario de la flora y vegetación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM: Lima, Perú

Miller, S. D., Rottmann, J., Raedeke, K. J. y Taber, R. D. (1983) Endangered mammals of Chile: Status and conservation. *Biological Conservation*, 25, 335-352.

Molau, U. (1990). The genus *Bartsia* (Scrophulariaceae-Rhinanthoideae). *Opera Botánica*, 102, 1-99.

Morán, J y Ramos, A. (2014). The VISHMOD Methodology with Hydrochemical Modeling in Intermountain (Karstic) Aquifers: Case of the Sierra Madre Oriental, Mexico. *Journal of Geography and Geology*, 6 (2), 132 -144 p.

Moreira, J. (1988). Produtividade primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. (Dissertação do Mestrado) Universidade Federal de Bahia, Bahia, Brasil.

Moreira G. A., C. Betancourt, L. Toledo, S. Barcía y A. Comas. (2013). Notas acerca del fitoplancton de la Laguna Guanaroca, Cienfuegos, Cuba. *Revista de investigaciones marinas,* 33(1),39-45.

Morell, I., Pulido-Bosch, A., Daniele, L., & Cruz, J. V. (2008). Chemical and isotopic assessment in volcanic thermal waters: cases of Ischia (Italy) and São Miguel (Azores, Portugal). *Hydrological Processes: An International Journal*, *22*(22), 4386-4399.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España.

Moreno, C. E., y Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37(1), 149-158.

Morrison, L. M., Marcot, B. G. y Mannan, R. W. (1992). *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications*. The University of Wisconsin Press.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000*). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR*. Santa Cruz, Bolivia.

Mouncherou, O., Moundi, A., Remy, J., Ako, A. y Wandji, P. (2011). Paramètres chimiques et source lithologique de la minéralisation des eaux souterraines des aquifères du Plateau Bamoun, Ligne Volcanique du Cameroun (LVC). *Review Of The Bulgarian Geological Society*,72, part 1–3, 76 p

Nordstrom, D., R. Blaine McCleskey y J. Ball (2009). Sulfur geochemistry of hydrothermal waters in Yellowstone National Park: IV Acid–sulfate waters. *Applied Geochemistry*, 24, 191-207.

Nowell, K. y Jackson, P. (1996) *Wild Cats. Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Cat Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland.

Núñez, J. y Tiravanti, J. (2012). Extensión del rango de distribución norte de dos aves endémicas de Perú*: Pseudasthenes cactorum* e *Incaspiza pulchra*. *Cotinga,* 34, 1-4.

Odum, E. P. (1972). *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana. Tercera edición. México, D. F.

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales – ONERN (1976). Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. República del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

Oksanen, J., F. G., Blanchet, R., Kindt, P., Legendre, P. R., Minchin, R. B., O'Hara, G. L., Simpson, P., Solymos, M. H., Stevens, H. y Wagner, H. (2017). *Vegan: Community ecology package*. Recuperado de http://CRAN.R-project.org/package=vegan.

Ostfeld, R. S., Ebensperger, L., Klostermann, L. L. y Castilla, J. C. (1989) Foraging, activity budget, and social behavior of the South American marine otter *Lutra felina* (Molina 1782). *National Geographic Research*, 5, 422-438.

Pacheco, V. (2002). Mamíferos del Perú. En G. Cevallos y J. A. Simonetti (Eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (pp. 503-549). México, D. F.

Pacheco, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. y Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(1), 5-32.

Pearson, O. (1951). Mammals in the highlands of southern Peru. *Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy*, 106 (3), 117-174.

Péfaur, J. E., Nuñel, A., Lopez, E. y Davila, J. (1978). Distribución y Clasificación de los Reptiles del Departamento de Arequipa. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines,* 7, 129-139.

Peña, F., Zavala, B., Carpio, J. & Sulca, P. (2010). *Interpretación hidrogeológica de las surgencias de aguas subterráneas en el valle de los volcanes Andahua-Arequipa*. Sociedad Geológica del Perú, XV Congreso Peruano de Geología, Cusco p. 118-123.

Peres, C. (1999). General guidelines for standardizing line transect surveys of tropical primates. *Neotropical Primates*, 7, 11-16.

Petchey, O. L., & Gaston, K. J. (2002). Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology letters,* 5(3), 402-411

Peters, J. A. y Donoso-Barros, R. (1970). Catalogue of the Neotropical Squamata: Part II. Lizards and Amphisbaenians. *Bulletin of the United States National Museum*, 297, 1-293.

Pielou E. C. (1975). *Ecological diversity*. Wiley, New York.

Plenge, M. A. (2019). *Lista de las Aves de Perú*. Recuperado de https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist.

Ralph, C., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Redford, K. y Eisenberg, J. (1992). Mammals of the Neotropics. *The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. Vol. 2. The University of Chicago Press, Illinois.

Reinoso-Flórez, G. (1999). Estudio de la fauna béntica del río Combeima, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, Vol: 11 Fasc: 1 pp: 35-44. *En*: Roldan, 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 40(155):254-274.

Reynolds, C. S. (2006). *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press

Rodríguez, J. J. y Amanzo, J.M. (2001). Medium and large mammals of the southern Vilcabamba region, Perú. En L. Alonso, A. Alonso, T. Schulenberg y F. Dallmeier (Eds). *Biological and social assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru*. RAP Working Papers (vol. 12, pp. 117-126). Conservation International, Washington, D.C.

Rodríguez, L. B., Córdova, J. H. E. y Icochea, J. (1993). Lista preliminar de los anfibios del Perú. *Publicaciones del Museo de Historia Natural*. *UNMSM*, 45, 1-22.

Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. *Universidad de Antioquia, Fondo FEN, Medellín*.

Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *40*(155), 254-274.

Romero, D. & Ticona, P. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huambo (32-r), a escala 1:50 000. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Lima.

Romo, M. (1995). Food habits of the Andean fox (*Pseudalopex culpaeus*) and notes on the mountain cat (*Felis colocolo*) and puma (*Felis concolor*) in the Río Abiseo National Park, Perú. *Mammalia,* 59(3), 335-343.

Rudnick R.L. y Fountain D.M. (1995). Nature and composition of the Continental Crust: a lower cristal perspective. Now at Departament of Earth and Planetary Sciences, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts.

Sagástegui, A. (1976). *Fitogeografía General y del Perú*. Cuarta Edición. Talleres Gráficos de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú

Sagástegui, A. y Leiva, S. (1993). *Flora invasora de los cultivos del Perú*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Primera Edición. Trujillo, Perú.

Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journa*l, 27(3), 379-423

Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. y Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3), 705-731.

Semis, L. (2015). Martinete común (Nycticorax nycticorax). Recuperado de https://www.seo.org/ave/martinete-comun/

Schulenberg, T. S., Stotz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P. y Parker III, T. A. (2010). *Aves de Perú*. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.

Sielfeld, W. (1990) Características del hábitat de *Lutra felina* (Molina) y *L. provocax* (Thomas) (Carnivora: Mustelidae) en Fuego-Patagonia. *Investigaciones Científicas y Tecnológicas*, *Serie Ciencias del Mar,* 1, 30-36.

Sielfeld, W. y Castilla, J. C. (1999). Estado de conservación y conocimiento de las nutrias en Chile. *Estudios oceanológicos,* 18, 69-79.

Silver, S. (2004). *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara.* Wildlife Conservation Society, Nueva Cork.

Soberón, J. y Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology,* 7, 480-488.

Sokal, R. R. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Science Bulletin*, 28, 1409-1437.

Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T. A. y Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago, EE.UU. Chicago University Press.

Terneus, E., Racines, M. J., & Hernández, K. (2012). Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza–Ecuador. *Revista de Ciencias*, *16*, 31-45.

Tobler, M. (2013). Camera Base. User guide. (version 1.6) [Software] Recuperado de http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.7.pdf

Tovar, O. (1993). Las gramíneas (Poaceae) del Perú. *Ruizia*,13, 480 p.

Uetz, P., Freed, P. y Hošek, J. (Eds.) (2019) *The Reptile Database*. Recuperado de http://www.reptile-database.org

Ugarte, J. (2018). La nutria marina (*Lontra felina*) en los andes del sur del Perú. *Asociación para la conservación y el Desarrollo Sostenible Sallqa Perú*. Poster.

Valqui, T. (2006). *Perú. Edén natural de aves*. Editorial Graph & Consult. Lima. Perú.

Venturelli, G., Frangipane, M., Weibel, M. & Antiga, D. (1978). *Trace element distribution in the Cainozoic lavas of Nevado Coropuna and Andagua Valley, Central Andes of Southern Peru. Bull. Volcanol*. 41 (3): 213-228

Villamarín, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Latin american journal of aquatic research*, *42*(5), 1072-1086.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventario de biodiversidad*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Villegas, L., Caballero, K. y Luque, C. (2017). *Fauna Silvestre de las Lomas de Atiquipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Editorial UNSA, Perú.

Vogel, S. (1996). *Life in moving fluids: the physical biology of flow*. Princeton University Press

Wallace, R. B. (1999). Transectas lineales: Recomendaciones sobre diseño, práctica y análisis. En L. Painter, D. Rumiz, D. Guinart, R. Wallace, B. Flores y W. Townsend (Eds.). *Técnicas de Investigación para el Manejo de Fauna Silvestre* (pp. 1-12). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Walton, N.R.G. (1989). Electrical Conductivity and total dissolved solids-what is their precise relationship?. *Desalination*, 72, 275-292.

Weberbauer, A. (1945). *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estudio Fitogeográfico*. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú.

Weibel, M. & Fejér, Z. (1977). *El Nevado Coropuna, departamento de Arequipa*. Boletin de la Sociedad Geológica del Perú, 57-58: 87-98.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems.* gulf professional publishing.

Whittaker, R. (1975). *Communities and Ecosystems*. Macmillan Publishing Co., Inc, New York.

Wilson, J. J. & García, W. (1962*). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca.* Bol. N.° 4, Serie A: Carta Geológica Nacional. pp. 81.

Weller, M. W. (1999). *Wetland Birds: Habitat Resources and Conservation Implications*. New York. Cambridge University Press.

Zeballos, H., Pacheco, V. y Baraybar, L. (2001). Diversidad y Conservación de los Mamíferos de Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Biología,* 8, 94-104.

Zeballos, H., López, E. Villegas, L., Milón, P. y Gutiérrez, R. (2002). Distribución de los reptiles de Arequipa, sur del Perú. *Dilloniana,* 2(1), 27-34.

Zeballos, H., Medina, C., Pino, K., Mejía Ríos, A. y Pari, A. (2012). La liebre europea *Lepus europaeus* (Lagomorpha: Leporidae) una especie invasora en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 19, 267-273.

Zilli, F. L., Montalto, L., & Marchese, M. R. (2008). Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina). *Limnologica,* 38(2), 159-171.

Zúñiga, M. del C. Molineri, C. y Domínguez, E. (2004). El Orden Ephemeroptera en Colombia. p. 17-41. *En*: Roldan, 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 40(155):254-274.

Anexos

Evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroelétrica laguna azul de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L., durante el 2018 y 2019

INFORME N. ° 366 -2018-OEFA/DEAM-STEC

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica

LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales

JANET BRÍGIDA QUINCHO OLAZÁBAL
Tercero Evaluador

HERVER ARTURO ACUÑA BARDALES
Tercero Evaluador

FRAY LUIS YANAPA HUAQUISTO
Tercero Evaluador

LUCILA NATHALI PINTO CIEZA
Especialista de Evaluaciones Ambientales

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
RECIBIDO
21 DIC. 2018
V°B° Hora: 11:20
Firma

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA - OEFA

ASUNTO : Evaluación ambiental temprana (preliminar) en el área de influencia del proyecto de la central hidroeléctrica Laguna Azul de la empresa central hidroeléctrica Mamacocha S.R.L., en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, durante el año 2018

REFERENCIA : POI 2018

FECHA : Lima, 21 DIC. 2018

2018-E01-045956

LPC

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA

Datos generales de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul

a.	Ubicación general	Distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul
c.	Antecedentes	POI 2018
d.	Objetivo general	Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental temprana

Cantidad de puntos evaluados por matriz en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L. – 2018

a.	Fecha de comisión	Primer monitoreo	16/10/2018 al 24/10/2018
b	Puntos evaluados	Primer monitoreo	
		Agua superficial	14
		Sedimentos	03

Parámetros evaluados que incumplieron la normativa con la cual fue comparado los resultados de agua superficial en el área de influencia del proyecto de la central hidroeléctrica Laguna Azul de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L.

Matriz	Parámetro	Puntos que incumplieron la norma (1)			
		Cat1A2	Cat3D1	Cat3D2	Cat4E1
Agua superficial	Boro	-	RCol-1	-	
	Manganeso	-	QSub-1	QSub-1	
	Fósforo	-	-	-	LCha-1 LMam-1 LMam-2 LMam-3 LMam-4

Matriz	Parámetro	Puntos que incumplieron la norma (2)	
		ISQG	*PEL*
Sedimento	Arsénico	*	LCha-1
	Cobre	LMam-2	LMam-2
	Plomo	LCha-1	-
	Zinc	RMam-3	-
	Mercurio Total	LCha-1	-

(1) Agua superficial: Norma de comparación D.S. N.° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua
Categoría 1 - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
Categoría 3 - D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales
Categoría 4 - E1: lagunas y lagos

(2) Sedimento: Comparado referencialmente con la «Guía de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales» (*Canadian Environmental Quality Guidelines – Sediment Quality Guidelines for freshwater*)

(-) Las concentraciones del parámetro no superaron estándares de comparación de agua y/o sedimento

(*) Menor al límite de cuantificación

2. PRINCIPALES CONCLUSIONES

- Los valores de pH en los 14 puntos de agua superficial (río Mamacocha, quebrada Subna, manantiales, lagunas Chachas y Mamacocha) variaron entre 7,12 y 8,32 unidades de pH y los de oxígeno disuelto fluctuaron entre 5,96 y 8,26 mg/L, cuyos resultaron cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categorías 1(A2), 3 y 4 (E1).

- Los parámetros evaluados en los puntos de agua superficial (río Mamacocha, quebrada Subna, manantiales, lagunas Chachas y Mamacocha) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categorías 1(A2) y 3, a excepción de boro y manganeso que incumplieron este estándar en los puntos RCol-1 (Cat3D1) y QSub-1 (Cat3D1 y Cat3D2), respectivamente.

- Los parámetros evaluados en las lagunas Chachas (LCha-1) y laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categoría 4; a excepción del fósforo que incumplió los ECA para Agua (2017) en la subcategoría E1 en todos los puntos evaluados.

- La laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4), manantial (MNS-1), canal microcentral (DMCA-1) y el río Colca (RCol-2) presentaron facies bicarbonatadas sulfatadas cálcicas con predominancia de bicarbonatos; además, la laguna Chachas (LCha-1), el canal de riego (CAAyo-2) y la quebrada Subna (QSub-1) presentaron facies sulfatadas cálcicas; y el río Colca (RCol-1) presentó facies clorurada sulfatada sódica cálcica. Asimismo, de acuerdo con el diagrama de Ficklin todos los puntos evaluados se clasifican como aguas casi neutras con baja concentración de metales.

- El aluminio predominó en su forma suspendida en todos los puntos evaluados, de igual forma el hierro a excepción de los puntos MSN-1, DMCA-1, RMam-3 y LMam-1. Mientras que, en su forma disuelta predominó el arsénico, boro, bario, calcio, cobre, potasio, litio, magnesio, molibdeno, sodio, silicio, estroncio y vanadio.

El desarrollo completo del análisis de resultados se encuentra en el informe adjunto al presente documento.

3. RECOMENDACIONES

- Aprobar el informe de la evaluación ambiental en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L. - 2018, en vista que cuenta con el sustento técnico requerido.

- Remitir a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas para los fines que se estimen convenientes.

Atentamente:

LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

LUIS ÁNGEL ANCCO PICHUILLA
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JANET BRIGIDA QUINCHO OLAZÁBAL
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

HERVER ARTURO ACUÑA BARDALES
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

FRAY LUIS YANAPA HUAQUISTO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

LUCILA NATHALI PINTO CIEZA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Lima, 21 DIC. 2018

Visto el Informe n.°366-2018-OEFA/DEAM-STEC, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Director de Evaluación Ambiental
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA (PRELIMINAR) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL DE LA EMPRESA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MAMACOCHA S.R.L., EN EL DISTRITO DE AYO, PROVINCIA DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, DURANTE EL AÑO 2018

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2018

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES 2
2.1. Actividad de exploración 2
2.2. Recopilación, revisión y análisis de la información 2
2.2.1. Instrumentos de Gestión Ambiental 2
3. OBJETIVOS 3
3.1. Objetivo general 3
3.2. Objetivo específico 3
4. ÁREA DE ESTUDIO 3
5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA 4
5.1. Etapa de coordinación previa con los actores involucrados 4
5.2. Visita de reconocimiento 4
5.3. Desarrollo de la EAT 4
6. METODOLOGÍA 5
6.1. Agua
6.1.1. Guías utilizadas para la evaluación 5
6.1.2. Ubicación de puntos 6
6.1.3. Parámetros y métodos de análisis 7
6.1.4. Equipos utilizados 8
6.1.5. Aseguramiento de la calidad 9
6.1.6. Criterios de comparación 9
6.2. Sedimentos 10
6.2.1. Guías utilizadas para la evaluación 10
6.2.2. Ubicación de puntos 10
6.2.3. Parámetros y métodos de análisis 11
6.2.4. Equipos utilizados 11
6.2.5. Aseguramiento de la calidad 11
6.2.6. Criterios de comparación 12
6.3. Evaluación hidroquímica 12
6.3.1. Ubicación de puntos 12
6.3.2. Procesamiento de datos 12
7. RESULTADOS 17

7.1. Comparación con los estándares aprobados en el IGA 17
7.1.1. Calidad de agua superficial 17
7.2. Comparación referencial con estándares de nivel internacional..... 19
7.2.1. Sedimentos 19
7.3. Estudios especializados..... 20
7.3.1. Evaluación hidroquímica 20
8. CONCLUSIÓN..... 27
9. ANEXOS 27
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Instrumentos de gestión ambiental aprobados del proyecto Laguna Azul ... 2
Tabla 5-1. Actores sociales en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 4
Tabla 5-2. Participación ciudadana de acuerdo con la ejecución de las etapas de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 5
Tabla 6-1. Referencias para el muestreo de la calidad de agua superficial en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 6
Tabla 6-2. Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) evaluados en época seca (2018) 6
Tabla 6-3. Parámetros evaluados y métodos de análisis, y cantidad de puntos de agua superficial 7
Tabla 6-4. Equipos utilizados para el muestreo de agua superficial en época seca 8
Tabla 6-5. Categoría de comparación para los cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto Laguna Azul 9
Tabla 6-6. Estándares de comparación para agua superficial 10
Tabla 6-7. Referencias para el muestreo de la calidad de sedimento de agua continental 10
Tabla 6-8. Ubicación de puntos de muestreo de sedimento (ríos, quebradas, lagunas) evaluados en época seca (2018)..... 11
Tabla 6-9. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio 11
Tabla 6-10. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio 12
Tabla 6-11. Valores aceptables de error en función de la conductividad eléctrica 13
Tabla 7-1. Resultados de calidad de agua superficial que excedieron los ECA 18
Tabla 7-2. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento ... 20
Tabla 7-3. Porcentaje de metales disueltos en los puntos de muestreo de agua superficial en octubre de 2018 22
Tabla 7-4. Resultados de parámetros fisicoquímicos medidos en campo durante el muestreo..... 23

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Ubicación del proyecto Laguna Azul 3
Figura 6-1. Error de omitir H3O+ en el balance iónico A) EBI sin H3O+, B) EBI con H3O+ y sin especiación y C) EBI con H3O+ y con especiación 14
Figura 6-2. Diagrama de Stiff 15
Figura 6-3. Diagrama de Piper 16
Figura 6-4. Clasificación geoquímica (diagrama de Ficklin) para el agua, basado en la suma de metales disueltos y el pH 16

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul (en adelante, proyecto Laguna Azul), a cargo de la empresa Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L. (en adelante, CH Mamacocha) se realizará en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa. Hidrográficamente, el proyecto Laguna Azul se encuentra en la microcuenca del río Mamacocha, cuyas aguas tributan al río Colca; el mismo que pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Pacífico.

El proyecto Laguna Azul consiste en una central hidroeléctrica no regulada, también llamada «de pasada», la cual aprovechará el agua del rebose de la laguna Mamacocha para generar energía eléctrica, con una potencia instalada de 20 MW, esta energía producida será dada al Estado Peruano, a través del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)[1].

El 22 de junio de 2018, durante el desarrollo del «Muni Ejecutivo» en la ciudad de Arequipa, las autoridades locales de la provincia de Castilla informaron a la Ministra del Ambiente sus preocupaciones respecto al proyecto. En atención a estas denuncias relacionadas a la implementación del proyecto Laguna Azul, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) realizó una visita al distrito de Ayo en representación del sector y anunció el inicio de una Evaluación Ambiental Temprana (en adelante, EAT) en el área de influencia del proyecto Laguna Azul.

El Planefa 2018 aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 037-2017-OEFA/CD y publicado el 30 de diciembre de 2017 en el diario oficial *El Peruano*, establece como parte de la función evaluadora, generar diagnósticos ambientales que contengan un análisis integral del estado de los diversos componentes ambientales; dentro de las cuales, la evaluación ambiental temprana, se ejecuta durante la etapa de exploración y antes del inicio de las operaciones, bajo un enfoque preventivo y con participación ciudadana de la sociedad civil, en el marco del Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental (en adelante, Reglamento), aprobado en el 2014[2] y modificado en el 2016[3].

Por lo antes expuesto, el 24 de julio de 2018 se realizó la coordinación previa con autoridades y población del distrito de Ayo para efectuar la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul; posteriormente, se llevó a cabo del 16 al 21 de setiembre de 2018 la visita de reconocimiento, donde se desarrollaron las etapas de convocatoria, inscripción del programa de inducción, realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo, cuyas etapas se encuentran en el Reglamento.

En el taller mencionado se informó que el monitoreo se realizará en las temporadas secas y húmedas, el que contará con la participación de la sociedad civil, las autoridades locales, los representantes de la empresa CH Mamacocha y otros interesados en su desarrollo. Cabe precisar que, del 16 al 24 de octubre de 2018 se realizó el monitoreo de calidad de agua, sedimento e hidrobiología en el área de influencia del proyecto Laguna Azul, el cual corresponde a la época seca.

Finalmente, el presente informe corresponde a la EAT realizada en el área de influencia del proyecto Laguna Azul en el año 2018; el cual contiene los resultados de las matrices agua y sedimento, análisis y conclusiones realizados por la Subdirección

1 Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 110-2014-GRA/ARMA-SG
2 Resolución de Consejo Directivo N. º 032-2014-OEFA-CD.
3 Resolución de Consejo Directivo N. º 003-2016-OEFA-CD.

Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA. Asimismo, los resultados en el presente informe constituirán un soporte técnico para la supervisión y fiscalización ambiental de las instituciones competentes, en lo que respecta al proyecto Laguna Azul.

2. ANTECEDENTES

Para conocer la calidad ambiental relacionada al área de influencia del proyecto Laguna Azul se realizó una recopilación, revisión, y síntesis de la información ambiental existente en el área de influencia del mencionado proyecto.

2.1. Actividad de exploración

El proyecto Laguna Azul de la empresa CH Mamacocha se realizará en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, en el denominado «Valle de los Volcanes». Este proyecto aprovechará el agua de robose de la laguna Mamacocha para la generación de energía eléctrica.

Actualmente, la empresa CH Mamacocha no ha realizado ninguna actividad en el área de estudio. Cabe indicar que la empresa cuenta con la certificación ambiental para el desarrollo del mismo; la misma que fue actualizada en 2017.

2.2. Recopilación, revisión y análisis de la información

Para cumplir con los objetivos del presente informe se realizó la revisión de la información de los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados por la autoridad competente del sector.

2.2.1. Instrumentos de Gestión Ambiental

Se revisó los IGA asociados al proyecto Laguna Azul, aprobados por la Autoridad Regional Ambiental (en adelante, ARMA). En la Tabla 2-1 se detallan los cinco instrumentos considerados para la presente de evaluación.

Tabla 2-1. Instrumentos de gestión ambiental aprobados del proyecto Laguna Azul

N.°	Administrado	Título del IGA	Número de resolución	Fecha de aprobación	Organismo que aprobó
1	Hidroeléctrica Laguna Azul S.R.L.	Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul	Resolución Sub Gerencial Regional N.º 110-2014-GRA/ARMA-SG	03/09/2014	Autoridad Regional Ambiental (ARMA) – Gobierno Regional Arequipa
2	Hidroeléctrica Laguna Azul S.R.L.	Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto «Línea de Transmisión de la Central Hidroeléctrica Laguna Azul en 66 KV»	Resolución Sub Gerencial Regional N.º 110-2014-GRA/ARMA-SG	24/12/2014	Autoridad Regional Ambiental (ARMA) – Gobierno Regional Arequipa
3	CH Mamacocha S.R.L.	Ampliación de vigencia de certificación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul	Resolución Sub Gerencial Regional N.º 070-2017-GRA/ARMA-SGCA	01/08/2017	Autoridad Regional Ambiental (ARMA) – Gobierno Regional Arequipa
4	CH Mamacocha S.R.L.	Ampliación de vigencia de certificación ambiental «Línea de Transmisión de la Central Hidroeléctrica Laguna Azul en 66 KV»	Resolución Sub Gerencial Regional N.º 074-2017-GRA/ARMA-SGCA	07/08/2017	Autoridad Regional Ambiental (ARMA) – Gobierno Regional Arequipa

N.°	Administrado	Título del IGA	Número de resolución	Fecha de aprobación	Organismo que aprobó
5	CH Mamacocha S.R.L.	Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul»	Resolución Sub Gerencial Regional N.º 163-2017-GRA/ARMA-SGCA	29/12/2017	Autoridad Regional Ambiental (ARMA) – Gobierno Regional Arequipa

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul.

3.2. Objetivo específico

Evaluar la calidad de agua superficial y sedimento en la microcuenca Mamacocha.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio del proyecto Laguna Azul se encuentra ubicado políticamente en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa (Figura 4-1). Hidrográficamente, el proyecto se encuentra en la microcuenca del río Mamacocha, cuyas aguas tributan al río Colca, el cual pertenece a la vertiente del pacifico.

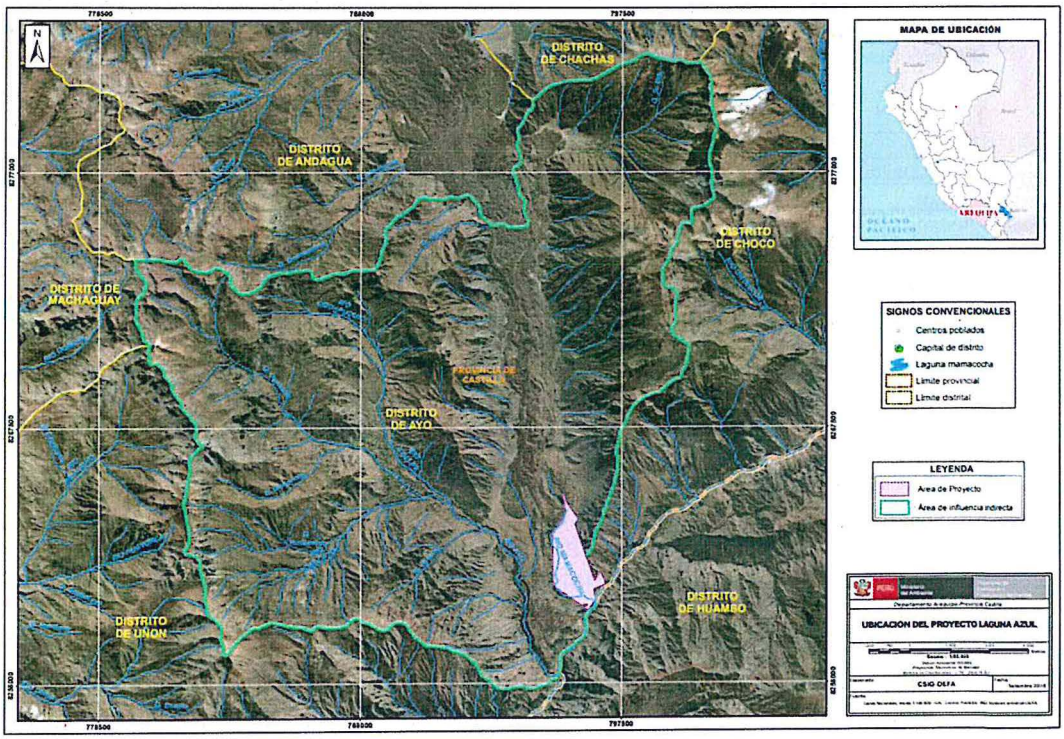


Figura 4-1. Ubicación del proyecto Laguna Azul

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para el OEFA, la participación de la ciudadanía en el proceso de la fiscalización ambiental es de vital importancia. En consecuencia, la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA, vio conveniente desarrollar la Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto Laguna Azul con la participación ciudadana; basado en el Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental.

5.1. Etapa de coordinación previa con los actores involucrados

La coordinación previa con los actores involucrados se realizó el 24 de julio de 2018, y su objetivo fue establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades del área de estudio a evaluar, identificar la situación social y ambiental, conocer su percepción respecto a la realización de la EAT, reconocimiento técnico y logístico del área de evaluación.

5.2. Visita de reconocimiento

La visita de reconocimiento se realizó del 16 al 21 de setiembre de 2018, y se definió el área de estudio, se identificaron los componentes ambientales a ser evaluados, se determinó la red de puntos de muestreo, los parámetros a evaluar y el tiempo requerido para la evaluación, así como el desarrollo de las etapas de convocatoria, inscripción en los programas de inducción, realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan tipificadas en el Reglamento.

Los actores sociales involucrados en la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul están conformados por representantes del distrito de Ayo y anexos, los cuales se presentanen la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Actores sociales en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Institución / Actores	Distrito	Provincia	Departamento
Municipalidad Distrital	Ayo	Castilla	Arequipa
Anexo			
Anexo			
Anexo			
Frente de Desarrollo			
CLAS de Salud			
Comisión de Usuarios			
Frente de Defensa de los Recursos Naturales y Culturales			

5.3. Desarrollo de la EAT

La EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul se desarrolló conforme a las etapas tipificadas en el Reglamento. En la Tabla 5-2, se muestra la cantidad de personas por género que participaron en cada una de las etapas de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul durante el año 2018.

Las actas y lista de asistencias de las etapas 1 al 5 se encuentran en el informe de visita de reconocimiento N° 0325-2018-OEFA-DEAM-STEC. El acta correspondiente a la etapa 6 se encuentra en el Anexo 5.

Tabla 5-2. Participación ciudadana de acuerdo con la ejecución de las etapas de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Etapa	Fecha	Participantes	
	2018	hombres	mujeres
Etapa 1 Coordinación previa con los actores involucrados	24 de julio de 2018	17	19
Visita de reconocimiento (A)	Del 16 al 21 de setiembre de 2018	2	1
Etapa 2 Convocatoria(B)	19 de setiembre de 2018	31	22
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción			
Etapa 4 Realización de la inducción			
Etapa 5 Taller para la presentación de la propuesta del plan			
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 16 al 24 de octubre de 2018	10	2
Etapa 7 Taller para la presentación de resultados (C)	-	-	-

- No se cuenta con registro.
(A) Esta etapa no está considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio
(B) La convocatoria se realizó mediante cartas, oficios y perifoneo local
(C) No se tiene fecha tentativa para la actividad de presentación de resultados de la ejecución en 2018

6. METODOLOGÍA

En este apartado se presenta la metodología empleada de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul. Dicha metodología está dividida para cada uno de los componentes ambientales evaluados y estudios especializados durante el año 2018.

6.1. Agua

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente agua, comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

6.1.1. Guías utilizadas para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación de agua de ríos, quebradas, lagunas, y manantiales, se enmarcó en el capítulo 6: «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales»[4], donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua. Para la evaluación de la calidad de agua se ha tomado en consideración las referencias establecidas que se detallan en la Tabla 6-1.

[4] Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA. «Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales». Aprobado el 11 de enero de 2016.

Tabla 6-1. Referencias para el muestreo de la calidad de agua superficial en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Componente ambiental	Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Agua superficial	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Sección 6	Perú	Autoridad Nacional del Agua	Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA	2016
Medición de caudal: agua superficial	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	Sección 6.1	Perú	Autoridad Nacional del Agua	Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA	2016
	Manual de hidrometría	Todo el manual	Perú	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	---	2016

6.1.2. Ubicación de puntos

La ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial fue establecida tomando como referencia los puntos declarados en los IGA de CH Mamacocha y validados en la visita de reconocimiento de setiembre de 2018; así como, la ubicación de cuerpos receptores en el área de estudio y cercanía a centros poblados o comunidades que pudieran verse afectados por la futura actividad.

De acuerdo con lo mencionado líneas arriba, se evaluaron 16 puntos de muestreo de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales).

De acuerdo con los criterios señalados para la evaluación realizada en octubre de 2018 (en adelante, época seca), la ubicación y descripción de los puntos de muestreo de agua se presenta en las Tablas 6-2.

Tabla 6-2. Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) evaluados en época seca (2018)

N.°	Código IGA	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción del punto
			Este (m)	Norte (m)		
1	-	LMam-1	795153	8264905	1745	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga
2	-	LMam-2	795341	8264907	1685	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
3	LAM-01	LMam-3	795251	8264723	1639	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste
4	-	LMam-4	795399	8264629	1695	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga
5	-	DMCA-1	795467	8264570	1684	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo
6	-	CAAyo-2	792624	8264599	1970	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta
7	-	CAAyo-1	792351	8264553	1977	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja
8	-	RMam-4	796424	8261037	1348	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca

N.°	Código IGA	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción del punto
			Este (m)	Norte (m)		
9	-	MSN-1	795341	8264068	1586	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado oeste
10	CO-02	RCol-2	796482	8260962	1355	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha
11	-	LCha-1	793590	8280950	2955	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
12	-	RCha-1	792123	8279069	2919	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas
13	-	QSub-1	796484	8277940	3031	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del Anexo Subna
14	MA-01	RMam-2	794893	8263559	1519	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha
15	MA-02	RMam-3	795320	8261226	1392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.
16	-	RCol-1	796502	8261130	1347	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha

6.1.3. Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros considerados para evaluar la calidad del agua superficial fueron seleccionados en función de las actividades del área de influencia del proyecto Laguna Azul, se tomaron en cuenta los parámetros relacionados a las características más representativas de los cuerpos de agua.

En los puntos de muestreo se realizaron (*in situ*) mediciones de los parámetros de campo como son: potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD), temperatura (T) y potencial óxido-reducción (ORP). En la Tabla 6-3 se muestra los parámetros, y métodos de análisis considerados por los laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), que proporcionaron materiales (coolers, frascos y preservantes) para la evaluación de calidad de agua superficial (época seca).

Tabla 6-3. Parámetros evaluados y métodos de análisis, y cantidad de puntos de agua superficial

N°	Parámetros (mg/L)	Cantidad de puntos muestreados	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
Octubre 2018 (época seca)				
1	Bicarbonatos	14	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B	ALS LS PERÚ S.A.C.
2	Carbonatos		SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B	
3	Cloruros		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	
4	Fluoruros		SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-F- B, C	

N°	Parámetros (mg/L)	Cantidad de puntos muestreados	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
2	Sulfatos	14	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-SO4 2-E	ALS LS PERÚ S.A.C.
6	Fosfato		EPA METHOD 365.3, 1983	
7	Silicatos		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2, D, 22nd Ed. 2012 (validado)	
8	Sulfuros		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012	
9	Nitrógeno Amoniacal		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22nd Ed. 2012	
10	Aceites y grasas		ASTM D7066-04 (Validado), 2011	
11	Demanda Química Oxígeno (DQO)		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	
12	Bifenilos Policlorados (PCB)		EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007	
13	Sólidos totales disueltos		SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 C	
14	Sólidos totales suspendidos		SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 D	
15	Metales totales (incluido mercurio)		EPA METHOD 200.8	
16	Metales disueltos (incluido mercurio)		EPA METHOD 200.8	

*De los 16 puntos propuestos se evaluaron 14 puntos debido a que dos puntos estaban secos.

6.1.4. Equipos utilizados

Antes de salir a campo, se realizaron los ajustes y verificaciones de los equipos de monitoreo de agua. En el caso de la presente EAT se emplearon los equipos que se presentan en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4. Equipos utilizados para el muestreo de agua superficial en época seca

Equipos/ Materiales	Marca	Modelo	Serie	Número de serie de sonda	N.° de certificado de calibración
Medidor multiparámetro	HACH	HQ40D	150500000935	Potencial de hidrógeno: 172762568064	LA-647-2017
				Oxígeno disuelto: 152892599016	LA-0442018
				Temperatura: 172762568064	LA-646-2017
				Conductividad: 151332587028	LA-103-2018
				ORP: 171983028002	LA-1662018
	HACH	HQ40D	150500000789	Potencial de hidrógeno: 172722567026	LA-649-2017
				Oxígeno disuelto: 151282597014	LA-0522018
				Temperatura: 172722567026	LA-648-2017

Equipos/ Materiales	Marca	Modelo	Serie	Número de serie de sonda	N.° de certificado de calibración
				Conductividad: 151142587016	LA-128-2018
				ORP: 171793028010	LA-1652018
Cámara fotográfica	Canon	Powershot D30BL	062051001713	-	-
			082051001004		
GPS	Garmin	Montana 680	4HU005028	-	-
			4HU004992		
Correntómetro	Global Water	FP11	1550006911	-	038-17

Una mayor descripción de los equipos listados y aquellos que no se describen, en la tabla anterior, se detalla en el reporte de campo N.° 058-2018-STEC (Anexo 3).

6.1.5. Aseguramiento de la calidad

De acuerdo con lo señalado en el inciso 6.17 de la Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA, se consideraron dentro del aseguramiento de calidad: blanco de campo (una muestra), blanco viajero (una muestra) y duplicados (uno por cada 10 muestras colectadas) para el parámetro metales totales. Dado que, solo se colectaron muestras en 14 puntos; se han considerado una muestra para el blanco de campo, una para el blanco viajero y un duplicado.

6.1.6. Criterios de comparación

Los resultados de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad para Agua (en adelante, ECA para Agua) aprobados por el Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM, empleados en el último instrumento de gestión ambiental del administrado[5].

Según la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA[6], «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales» el río Mamacocha y Colca poseen una clasificación con categoría 1(A2) y 3, respectivamente (Tabla 6-5). Cabe precisar que, al río Mamacocha se le asignará adicionalmente la categoría 3 debido a que CH Mamacocha comparará sus resultados con dicha categoría[4].

Tabla 6-5. Categoría de comparación para los cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto Laguna Azul

Código cuerpo de agua	Cuerpo de agua	Categoría	Código de cuenca
13472	Río Mamacocha	Categoría 1 (A2)	134
13473	Río Colca	Categoría 3	134

De forma similar, las lagunas fueron comparadas con la categoría 4, Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: lagunas y lagos (en adelante, Cat4E1), la cual comprende a los cuerpos de agua lénticos de origen natural que no presentan corriente continua, tipificado en el literal a) del inciso 3.4 del artículo 3 del Decreto

5 Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.° 163-2017-GRA/ARMA-SGCA.

6 Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. Aprobada el 13 de febrero de 2018.

Supremo N. ° 004-2017-MINAM. Los estándares de comparación para agua se detallan en la Tabla 6-6.

Tabla 6-6. Estándares de comparación para agua superficial

Norma vigente y aprobada en el IGA del administrado
Agua superficial: Lóticos (ríos, quebradas y manantiales)
Categoría 1: «Poblacional y Recreacional», subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM Categoría 3: «Riego de vegetales y bebida de animales», subcategorías D1: Riego de animales y D2: Bebida de animales, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM
Agua superficial: Lénticos (lagunas)
Categoría 4: «Conservación del ambiente acuático» subcategorías E1: Lagunas y lagos, de los ECA para Agua, Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM

6.2. Sedimentos

A continuación, se proporciona la información relacionada con la metodología de toma de muestras de sedimentos y aspectos relacionados con el análisis de los resultados obtenidos.

6.2.1. Guías utilizadas para la evaluación

Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para el monitoreo y evaluación de sedimento de agua continental, se utilizó las referencias indicadas en la Tabla 6-7.

Tabla 6-7. Referencias para el muestreo de la calidad de sedimento de agua continental

Componente Ambiental	Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Sedimento	Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME	Sección 3.4	México	Instituto nacional de ecología y cambio climático (INECC-CCA)	----	2010
	Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimento para la determinación de metales	Sección 7.3, 8, y 9.2	Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	----	2011

6.2.2. Ubicación de puntos

La ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos se estableció en los mismos puntos de muestreo de calidad de agua superficial (ríos, lagunas y quebradas).

En el mes de octubre se tomaron tres muestras de sedimento, la ubicación y descripción de los puntos se observa en la Tabla 6-8. Cabe precisar que, en algunos puntos de muestreo de agua superficial no se encontró muestras representativas de sedimentos.

Tabla 6-8. Ubicación de puntos de muestreo de sedimento (ríos, quebradas, lagunas) evaluados en época seca (2018)

N.°	Código IGA	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción del punto
			Este (m)	Norte (m)		
2	-	LMam-2	795341	8264907	1685	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
11	-	LCha-1	793590	8280950	2955	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
15	MA-02	RMam-3	795320	8261226	1392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

6.2.3. Parámetros y métodos de análisis

Para la selección de los parámetros a analizar se consideraron los estándares establecidos en la Guía de calidad ambiental de Canadá (*Canadian Environmental Quality Guidelines*) [CEQG]) del año 2001 y que fue modificada en el año 2011. Sobre esta base se priorizaron los parámetros relacionados con la actividad de la empresa CH Mamacocha. En la Tabla 6-9, se presenta el parámetro analizado y método de análisis.

Tabla 6-9. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio

Parámetros	Unidad	Métodos de análisis	Laboratorio
Metales totales (+Hg)	mg/kg PS	EPA 3050 B: 1996/ EPA 6010 B: 1996	ALS LS Perú S.A.C.
Materia organica	%	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT20; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017	SGS S. A.

6.2.4. Equipos utilizados

Antes de salir a campo, se verificaron todos los materiales y herramientas, y se realizaron los ajustes y verificaciones de los equipos.

La descripción de los equipos utilizados para el trabajo en campo, los registros de verificación y los certificados de calibración de los equipos de la evaluación ambiental, se muestran en los reportes de campo (Anexo 3).

6.2.5. Aseguramiento de la calidad

Debido a que solo se tomaron muestras en tres puntos, no se consideró la toma de duplicados.

6.2.6. Criterios de comparación

Los resultados obtenidos fueron comparados referencialmente con los valores de los estándares de la guía de calidad ambiental de Canadá (CEQG) que define dos valores límites[7]:

- *Interim Sediment Quality Guidelines* - ISQG (valores guía provisional de calidad de sedimento): representa el nivel por debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos.

- *Probable Effect Level* - PEL (nivel de efecto probable): representa el nivel de concentración química más bajo que usualmente o siempre está asociado a efectos biológicos adversos.

Los resultados de los metales (arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc) fueron comparados con los valores guía de la norma canadiense. En la Tabla 6-10 se presentan los valores de comparación.

Tabla 6-10. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio

Normativa	Parámetro	Unidad	Valor ISQG	Valor PEL
Canadian Environmental Quality Guidelines	Arsénico	mg/kg MS	5,9	17
	Cadmio	mg/kg MS	0,6	3,5
	Cobre	mg/kg MS	35,7	197
	Cromo	mg/kg MS	37,3	90
	Mercurio	mg/kg MS	0,17	0,486
	Plomo	mg/kg MS	35	91,3
	Zinc	mg/kg MS	123	315

6.3. Evaluación hidroquímica

Para la evaluación de los aspectos químicos del agua y los tipos de reacciones que ocurren en este medio, la presente EAT tomó como base la totalidad de información de calidad de agua superficial, ubicados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul.

La evaluación de los aspectos químicos del agua y los tipos de reacciones que ocurren en este medio consideró la totalidad de los resultados de agua (ríos, quebradas, lagunas, y manantiales) ubicados en el área de estudio. Es importante mencionar que Custodio y Llamas (1996) considera que los análisis de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y parámetros de campo como la conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y pH son suficientes para el estudio de los principales procesos químicos en sistemas hidrológicos.

6.3.1. Ubicación de puntos

Los puntos de muestreo considerados en esta sección corresponden a los puntos en ríos, quebradas, lagunas y manantiales evaluados en época seca (Tabla 6-2).

6.3.2. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó de la siguiente manera:

---

7 *Canadian Council of Ministers of the Environment*, (2001). *Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment. Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life – Fresh water* (Valores guía de calidad ambiental de Canadá para sedimentos en cuerpos de agua dulce). Disponible en: http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/317

6.3.2.1. Balance iónico

Se inicia con el control de calidad de los resultados reportados por el laboratorio, que consiste en realizar el balance iónico (BI), este análisis se basa en el equilibrio porcentual de cargas en las muestras. Cuando las sales se disuelven en agua para formar iones, los aniones son atraídos al polo positivo del agua mientras que los cationes son atraídos al polo negativo (Arnórsson, 2000).

$$BI = 100 * \frac{\sum Cationes - \sum Aniones}{\sum Cationes + \sum Aniones} \qquad (6.1)$$

Para los rangos de error aceptables se ha tomado de referencia lo planteado por Custodio y Llamas (1976), basado en el valor de conductividad eléctrica (Tabla 6-11).

Tabla 6-11. Valores aceptables de error en función de la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000
Error aceptable (%)	±30	±10	±8	±4	±4

Fuente: tomado de Custodio y Llamas (1976)

De otro lado, algunas muestras presentan valores de Error de Balance Iónico (en adelante, EBI) fuera del rango óptimo de ± 10 %, con valores demasiado negativos (<< - 10 %). Esto se da en la mayoría de los casos en muestras ácidas con altas concentraciones de metales, resultando un EBI negativo si no se toma en cuenta sobre todos los iones hidronio (H_3O^+) del pH (de preferencia en base a su actividad y no concentración) y otras especies disueltas en mayor concentración como el aluminio (Al^{3+}) y hierro (Fe^{2+}).

Al respecto de las muestras ácidas, el error de omitir los iones hidronio (H_3O^+) lleva a que el balance de carga será más negativo progresivamente a medida que el pH desciende, tal como muestra en la Figura 6-1 (Nordstrom *et al.*, 2009). En la Figura 6-1A se observa que en aguas a pH menores a 3, el ion H_3O^+ puede tener mayor concentración (en meq/L) que otros cationes y por ende su EBI es llega a valores mayores entre -50 y -100.

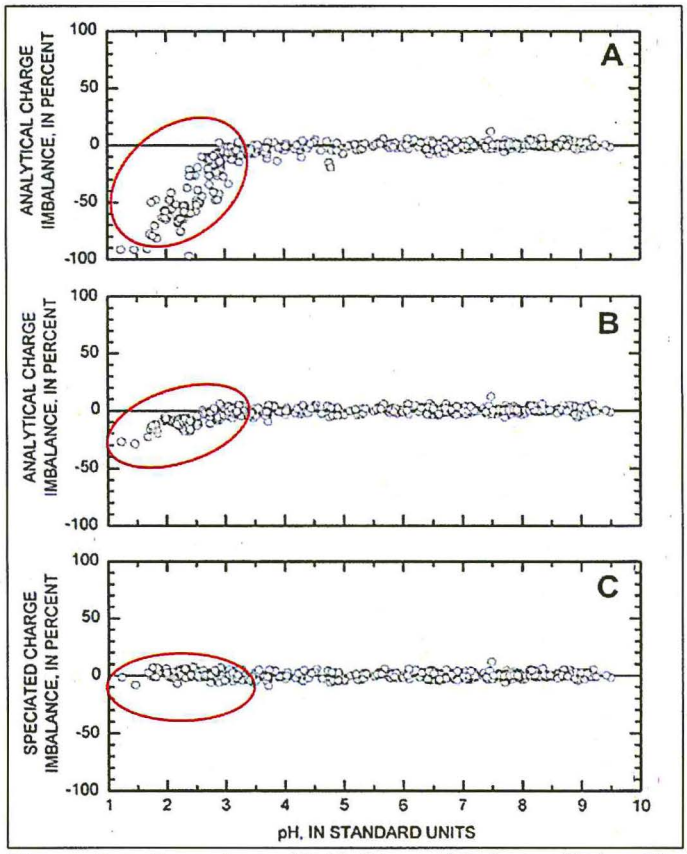


Figura 6-1. Error de omitir H_3O^+ en el balance iónico A) EBI sin H_3O^+, B) EBI con H_3O^+ y sin especiación y C) EBI con H_3O^+ y con especiación
Fuente: Nordstrom *et al.* (2009)

Mientras, en la Figura 6-1B y Figura 6-1C indican que la importancia de considerar todas las especies formadas de Fe, Al, As, fluoruros y sulfatos principalmente a pH ácidos antes del cálculo del EBI, teniendo como ejemplo a los sulfatos, los cuales a pH de 1,3 a 2,7 sus iones se distribuyen en SO_4^{2-} (II) y HSO_4^{2-} (I).

Una de las causas de la acidez y la disolución de metales es la rápida e intensa oxidación de piritas (FeS_2) y otros sulfuros en los acuíferos, tras intrusión de oxidantes como el O_2, y aumento del potencial redox en un ambiente reductor de SO_4^{2-} (potencial redox Eh << 160 mV).

De esta manera, en el presente estudio se ha considerado las concentraciones de aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), estroncio (Sr^{2+}) y litio (Li^+) en la evaluación del EBI en cada uno de los puntos de muestreo.

6.3.2.2. Selección de la serie analítica

Se seleccionó la serie analítica con la finalidad de describir las propiedades de los componentes hidroquímicos del agua. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Parámetros de campo: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto
- Parámetros fisicoquímicos: bicarbonato, cloruro, sulfato, carbonato.
- Metales disueltos.

6.3.2.3. Diagramas hidroquímicos

El análisis de resultado comprendió la elaboración de diagramas hidroquímicos que permitan caracterizar las aguas en función a su concentración de sales, predominancia catiónica y aniones (tipo de agua) e interacción con la parte orgánica y roca.

Para la obtención de los diagramas hidroquímicos (facies e índices) se utilizó el software libre Aqion versión 6.2.6 y Diagrammes.

- **Diagrama de Stiff**

Esta gráfica está compuesta por tres ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na^+ se confronta con el Cl^-, el Ca^{+2} con el HCO_3^- y el Mg^{+2} con el SO_4^{-2} (a veces también se pueden mostrar otros dos iones, como el Fe^{+2} contra el NO_3). Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meq/L.

Dos características sobresalen en este tipo de diagrama: por un lado, permite visualizar claramente diferentes tipos de agua (cada una con una configuración particular) y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica). En la Figura 6-2 se muestran algunas apreciaciones de este diagrama que caracterizan varios tipos de aguas.

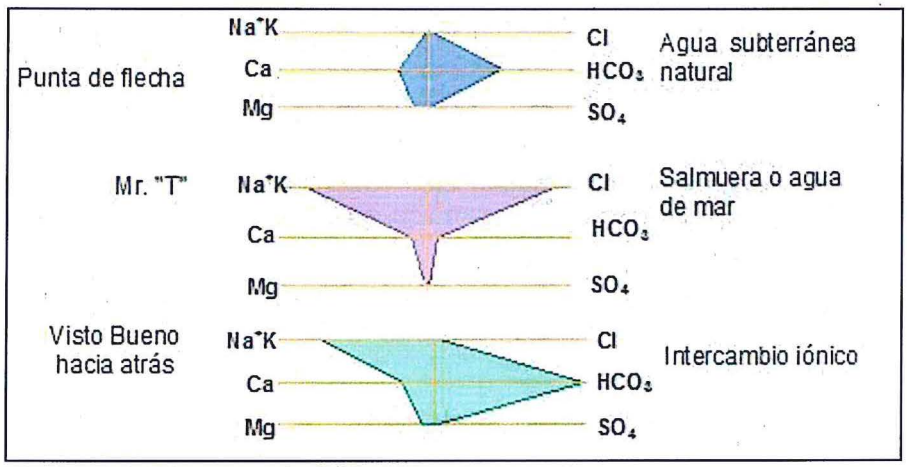


Figura 6-2. Diagrama de Stiff
Fuente: Moreno y Duque (2015).

- **Diagrama de Piper**

Es una de las gráficas más utilizadas, en él se incluyen aniones y cationes en forma simultánea. Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio, 1976).

Está formado por dos triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de cationes son Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^+ y K^+. Los vértices del triángulo de aniones son SO_4^{-2}, Cl^- y HCO_3^-. Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Las concentraciones de los iones dadas en meq/L se expresan como porcentaje con respecto a la suma de aniones y cationes respectivamente. En cada triángulo se reúnen solo tres aniones y tres cationes. A cada vértice le corresponde el 100% de un anión o catión (Figura 6-3).

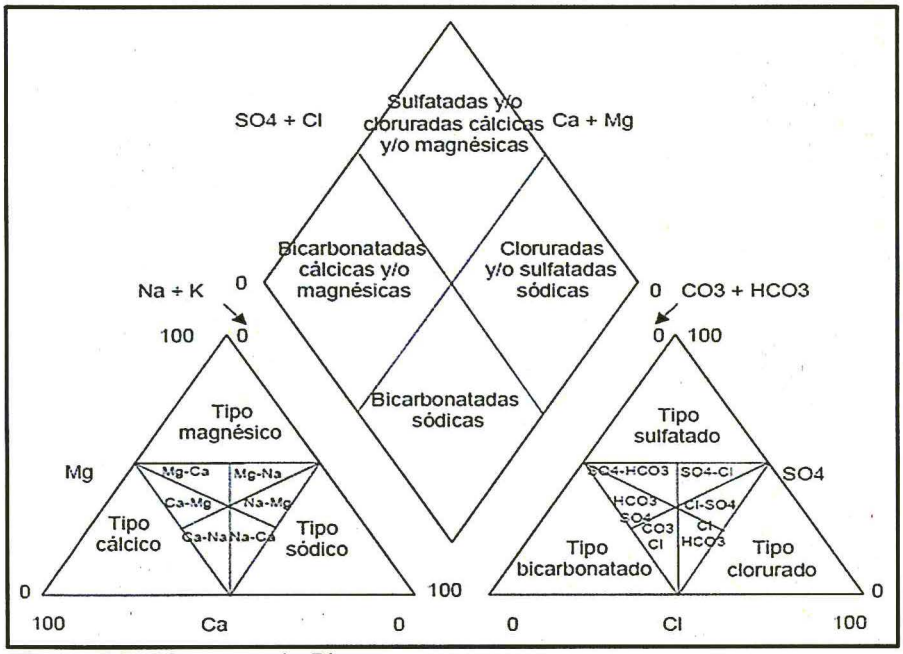


Figura 6-3. Diagrama de Piper
Fuente: Custodio (1976).

6.3.2.4. Clasificación geoquímica

En el presente estudio se realizó la clasificación geoquímica del agua superficial (lagunas, quebradas, ríos y manantiales) en base al pH y la suma de ciertos metales pesados en ppb (µg/L) en un diagrama conocido como Ficklin (Ficklin *et al.*, 1992), ver Figura 6-4.

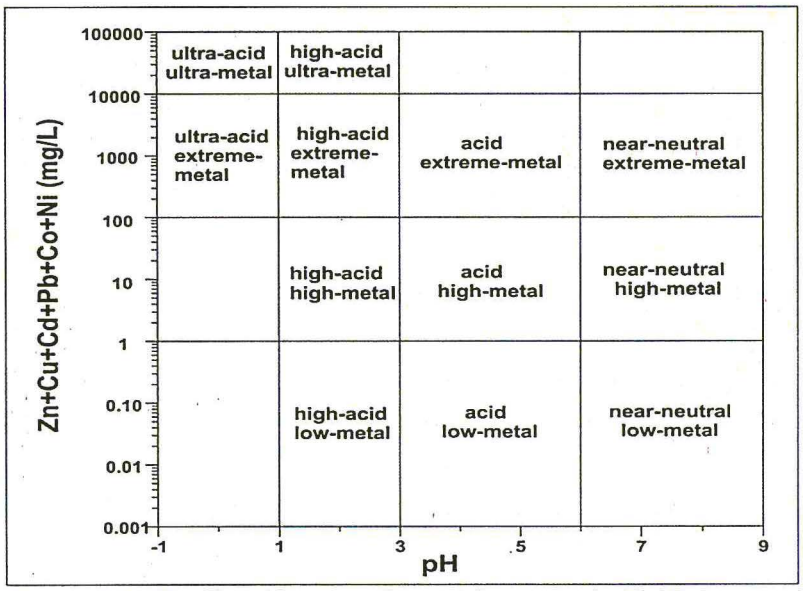


Figura 6-4. Clasificación geoquímica (diagrama de Ficklin) para el agua, basado en la suma de metales disueltos y el pH
Fuente: Adaptado de Ficklin *et al.* (1992) y Plumlee *et al.* (1999)

7. RESULTADOS

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos durante la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul, de la matriz agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales); además de estudios especializados como evaluación hidroquímica.

Los resultados son presentados en tres partes, la primera parte corresponde a la comparación con las normas ambientales aprobados en el IGA[8], la segunda parte corresponde a la comparación con referencias internacionales, y la tercera a estudios especializados considerados en la presente EAT, los cuales son presentados a continuación.

Para la evaluación del presente estudio solo se ha considerado una zona, que comprende: 1 punto en la descarga de la laguna Chachas, 13 puntos en la microcuenca del río Mamacocha, y 2 puntos en el río Colca. En la Figura 7-1 se muestra la distribución de los puntos de muestreo evaluados.

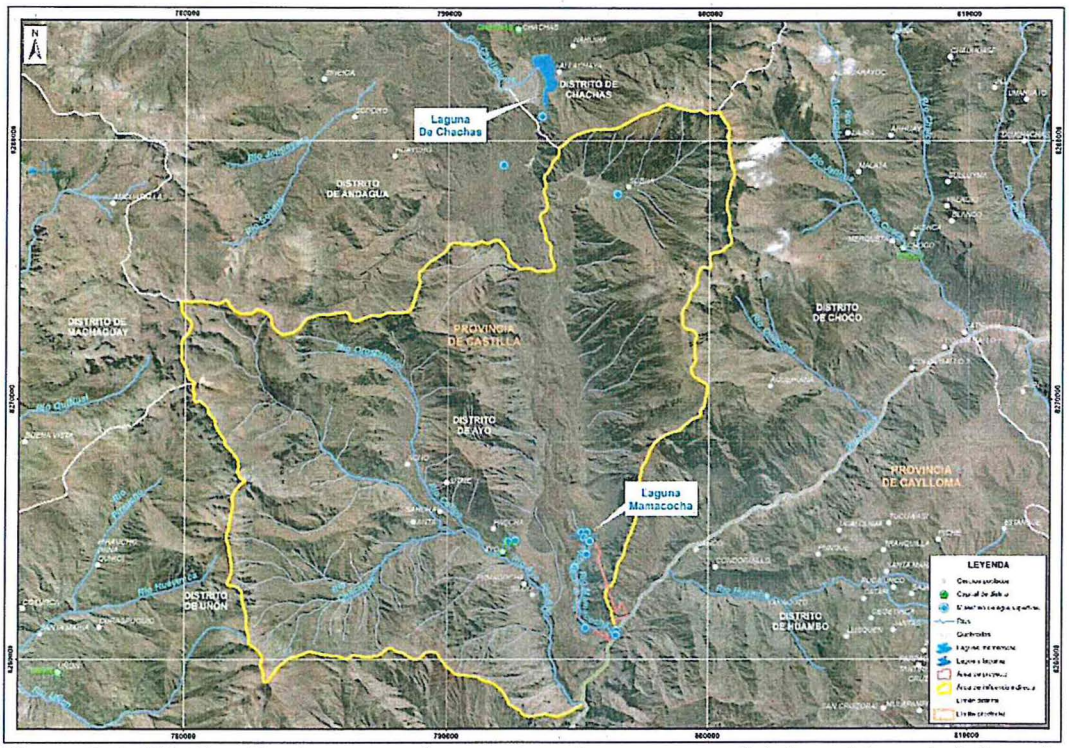


Figura 7-1. Distribución de puntos de muestreo de agua superficial en el área de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul

7.1. Comparación con los estándares aprobados en el IGA

7.1.1. Calidad de agua superficial

Los resultados de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017) de las categorías 1, 3 y 4 según corresponda.

8 Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la Modificación de componentes del Proyecto «Central Hidroeléctrica Laguna Azul» aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N.º 163-2017-GRA/ARMA-SGCA.

Los resultados se exponen mediante representaciones gráficas, de aquellos parámetros evaluados que excedieron los ECA para Agua (2017). En el Anexo 2 se encuentra el detalle de los resultados de calidad de agua superficial de todos los parámetros evaluados, comparados con el estándar referido.

La evaluación en la zona de estudio comprendió el muestreo de 14 puntos de agua, de los cuales 6 se ubicaron en ríos, 5 en lagunas, 2 en canales y 1 en manantial. En la Tabla 7-1 se muestra el resumen de los parámetros que excedieron los valores de los ECA para Agua (2017), de las categorías Cat1A2, Cat3D1 y Cat3D2.

Tabla 7-1. Resultados de calidad de agua superficial que excedieron los ECA

Punto de muestreo	Octubre 2018 (época seca)		
	Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM		
	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 4
QSub-1	-	Manganeso	-
RCol-1	-	Boro	-
LCha-1	-	-	Fósforo
LMam-1	-	-	Fósforo
LMam-2	-	-	Fósforo
LMam-3	-	-	Fósforo
LMam-4	-	-	Fósforo

-: no excede los ECA para Agua (2017), categroías 1,3 y/o 4.

La concentración de boro incumplió los ECA para Agua (2017), categoría 3 (subcategoría D1) en el punto RCol-1, respecto a los demás puntos todos cumplieron con dicho estándar (Figura 7-2).

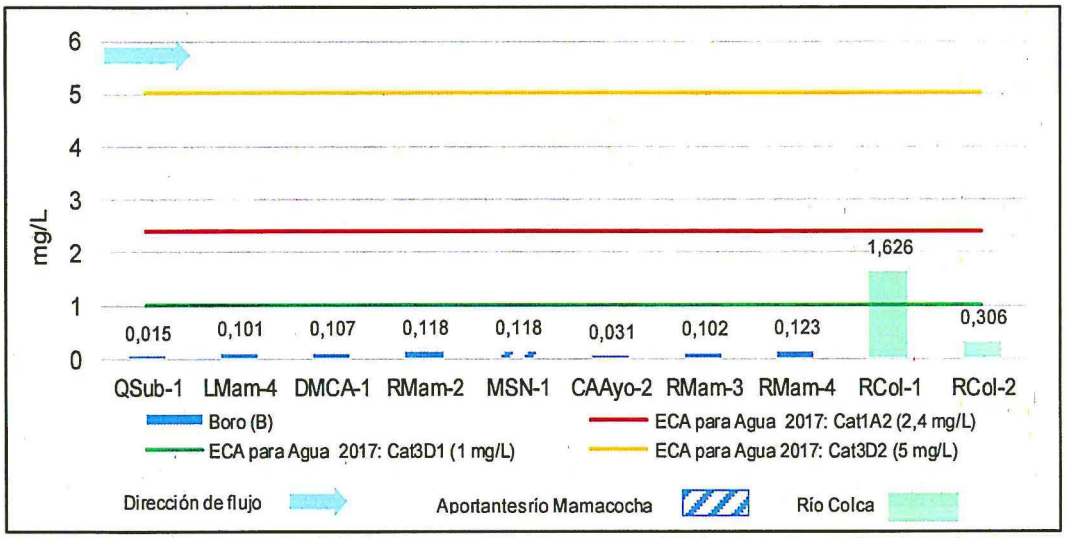


Figura 7-2. Concentración de boro comparada con los ECA para Agua (2017), Categoría 3: D1 y D2, además de la Categoría 1: A2

La concentración de manganeso incumplió los ECA para Agua (2017), categoría 3 (subcategorías D1 y D2), respecto a los demás puntos todos cumplieron con dicho estándar (Figura 7-3).

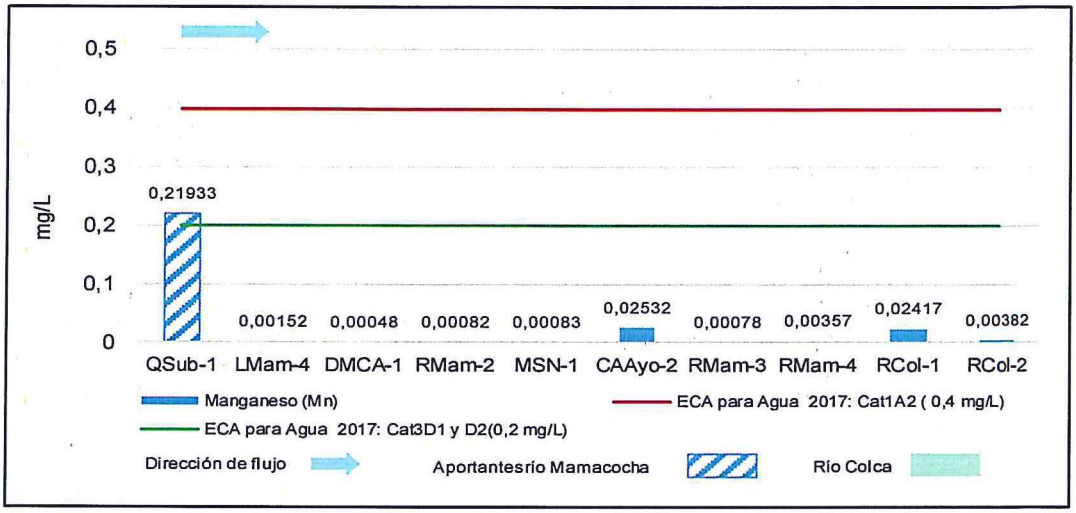


Figura 7-3. Concentración de manganeso comparada con los ECA para Agua (2017) Categoría 3: D1 y D2, además de la Categoría 1: A2

En la evaluación de la laguna Chachas (LCha-1) y laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), el parámetro fósforo incumplió los ECA para Agua (2017), Cat4E1 (Figura 7-4).

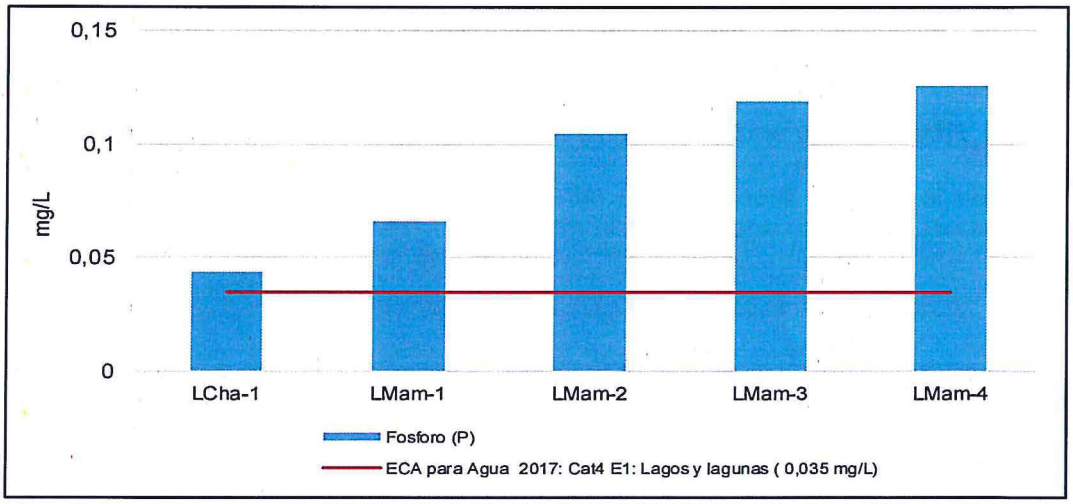


Figura 7-4. Concentración de fósforo comparada con los ECA para Agua (2017) Categoría 4: E1

7.2. Comparación referencial con estándares de nivel internacional

7.2.1. Sedimentos

En esta sección se presenta los resultados comparados con los valores de la guía canadiense para sedimentos de aguas continentales *Canadian Environment Quality Guidelines* [CEQG]) que será denominada en adelante guía canadiense, los demás resultados de todos los parámetros evaluados se encuentran en el Anexos 2.

En la Tabla 7-2 se presenta los resultados de sedimento obtenidos en los puntos evaluados en la laguna Chachas (LCha-1), laguna Mamacocha (LMam-2) y río Mamacocha (RMam-3) muestreados en el mes de octubre, los que han sido comparados referencialmente con los estándares de las guías canadiense (ISQG y PEL), donde se resalta que el arsénico, cobre, plomo, zinc y mercurio total superaron

el valor ISQG y/o PEL en al menos un punto evaluado, a diferencia del cadmio y cromo cuya concentración de sedimento no superó el ISQG y/o PEL en ningún punto evaluado.

Tabla 7-2. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento

Código	Parámetros						
	arsénico (mg/Kg)	cadmio (mg/Kg)	cromo (mg/Kg)	cobre (mg/Kg)	plomo (mg/Kg)	zinc (mg/Kg)	mercurio Total (mg/Kg)
LCha-1	19,1	<1,0	9,5	28,3	48	103,4	0,25
LMam-2	<17,5	<1,0	28,9	1508	11	33,2	<0,10
RMam-3	<17,5	<1,0	5,9	26,8	14	161,8	<0,10
ISQG [a]	5,9	0,6	37,3	35,7	35	123	0,17
PEL [b]	17	3,5	90	197	91,3	315	0,486
Superó el valor ISQG							
Superó el valor PEL							
(a) ISQG (*Interim Sediment Quality Guideline*): Concentración por debajo de la cual no se debe presentar efecto biológico adverso.							
(b) PEL (*Probable Effect Level*): Concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.							

7.3. Estudios especializados

7.3.1. Evaluación hidroquímica

La caracterización hidroquímica se enfocó en los puntos de muestreo en los ríos quebradas, lagunas y manantiales de la zona evaluada.

7.3.1.1. Relación de conductividad y suma de aniones y cationes

En la relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes[9], se obtuvo la ecuación 7.1, de acuerdo con la relación línea de la Figura 7-5 (R^2 de 0,9968).

$$Conductividad\ (\mu S/cm) = 0{,}2232 * Suma\ de\ cationes\ \left(\frac{meq}{L}\right) - 12.519 \qquad (7.1)$$

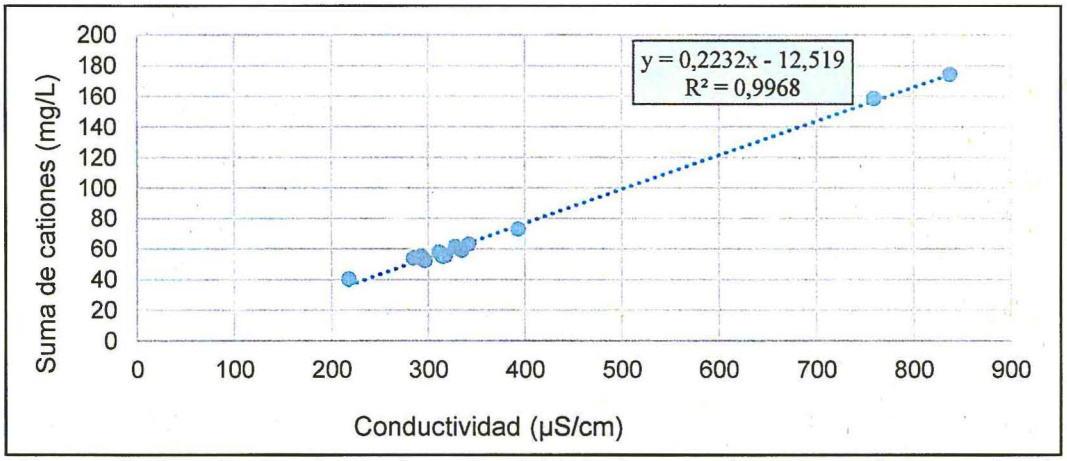


Figura 7-5. Relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes de los puntos de muestreo

[9] Para la suma de cationes, en adición a los principales: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^{+}) y potasio (K^{+}), se consideraron los iones hidronio del pH (H_3O^{+}) y los iones de los metales disueltos: aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), estroncio (Sr^{2+}) y litio (Li^{+}).

Para el caso de la relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones[10], se obtuvo la ecuación 7.2, de acuerdo con la relación líneal de la Figura 7-6 (R^2 de 0,9648).

$$Conductividad\ (\mu S/cm) = 0{,}539 * Suma\ de\ aniones\ \left(\frac{meq}{L}\right) - 10.568 \qquad (7.2)$$

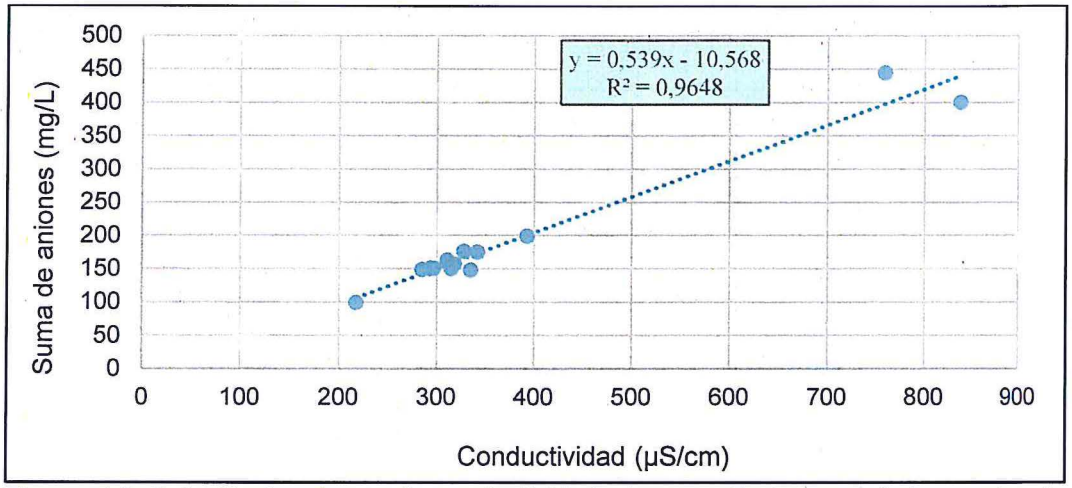


Figura 7-6. Relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones de los puntos de muestreo

En las relaciones lineales obtenidas, las ecuaciones registraron un R^2 mayor a 0,9. Además tienen pendientes de 0,2232 para los cationes y de 0,539 para los aniones.

7.3.1.2. Porcentaje de metales disueltos

En esta subsección se consigna la relación porcentual entre el valor de los metales disueltos y el valor de los metales totales de agua, obtenidos en octubre de 2018. Esta relación se aprecia en la Tablas 7-3, en las que se resaltan en color amarillo los porcentajes mayores al 50 % (predomina el metal disuelto); en fuccia los porcentajes menores al 50 % (no predomina el metal disuelto); y en verde, cuando los porcentajes son de 50 %. De esa manera, se tienen los resultados siguientes:

Los metales arsénico, boro, bario, calcio, cobre, potasio, litio, magnesio, molibdeno, sodio, silicio, estroncio y vanadio tiene predomio en forma disuelta.

El aluminio tiene predominio en su forma suspendida a excepción de los puntos QSub-1, RMam-3 y LMam-1.

El hierro tiene predominio en su forma suspendida a excepción de los puntos MSN-1, DMCA-1, RMam-3 y LMam-1.

[10] Los aniones considerados son cloruros (Cl^-), sulfatos, (SO_4^-), carbonatos (CO_3^-) y bicarbonatos (HCO_3^-).

Tabla 7-3. Porcentaje de metales disueltos en los puntos de muestreo de agua superficial en octubre de 2018

Parámetro	Unidad	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1	RCol-2	RMam-3	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4
Aluminio (Al)	%	76%	7%	33%	17%	17%	10%	31%	23%	< 0,002	4%	< 0,002	13%	12%	6%
Arsénico (As)	%	100%	98%	98%	100%	83%	100%	87%	99%	100%	100%	100%	98%	99%	100%
Boro (B)	%	93%	81%	60%	79%	65%	74%	70%	95%	94%	85%	88%	79%	69%	87%
Bario (Ba)	%	93%	92%	95%	84%	82%	78%	75%	85%	96%	61%	98%	87%	90%	86%
Calcio (Ca)	%	99%	93%	93%	95%	95%	90%	100%	90%	97%	100%	97%	90%	94%	96%
Cadmio (Cd)	%	85%	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	%	88%	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	3%	< 0,00001	3%	< 0,00001	< 0,00001	58%	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Cobre (Cu)	%	55%	74%	87%	93%	57%	61%	93%	61%	100%	100%	96%	83%	85%	98%
Hierro (Fe)	%	22%	2%	92%	48%	7%	9%	18%	13%	< 0,0004	17%	< 0,0004	1%	36%	30%
Potasio (K)	%	96%	91%	93%	93%	94%	90%	90%	92%	96%	99%	100%	91%	94%	94%
Litio (Li)	%	94%	92%	80%	97%	96%	95%	91%	95%	100%	100%	99%	95%	90%	93%
Magnesio (Mg)	%	96%	94%	95%	95%	98%	91%	92%	90%	96%	100%	98%	89%	94%	95%
Manganeso (Mn)	%	95%	79%	100%	100%	16%	43%	32%	55%	100%	81%	100%	100%	100%	100%
Molibdeno (Mo)	%	91%	93%	91%	93%	99%	88%	93%	88%	93%	100%	100%	94%	90%	93%
Sodio (Na)	%	95%	91%	96%	95%	100%	93%	90%	93%	96%	100%	96%	90%	94%	95%
Níquel (Ni)	%	77%	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	67%	50%	100%	< 0,0002	< 0,0002	100%	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Fosforo (P)	%	22%	54%	45%	50%	28%	53%	38%	50%	100%	34%	95%	60%	51%	52%
Plomo (Pb)	%	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	33%	50%	40%	100%	< 0,0002	54%	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	67%
Antimonio (Sb)	%	100%	100%	< 0,00004	72%	< 0,00004	100%	91%	100%	100%	100%	< 0,00004	< 0,00004	100%	< 0,00004
Silicio (Si)	%	88%	88%	76%	86%	78%	87%	85%	87%	98%	86%	97%	93%	85%	91%
Estroncio (Sr)	%	98%	100%	94%	90%	93%	95%	100%	89%	98%	97%	100%	94%	91%	92%
Titanio (Ti)	%	< 0,0002	< 0,0002	13%	< 0,0002	4%	6%	6%	13%	< 0,0002	2%	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	13%
Uranio (U)	%	< 0,000003	93%	100%	86%	97%	82%	98%	84%	100%	< 0,000003	94%	91%	95%	89%
Vanadio (V)	%	92%	88%	92%	90%	100%	87%	91%	87%	91%	66%	96%	87%	90%	86%
Zinc (Zn)	%	78%	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	96%	< 0,0100	100%	100%	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	91%

(<) : Menor al límite de cuantificación respectivo

: Porcentaje de la forma disuelta del metal mayor al 50% del total

: Porcentaje de la forma disuelta del metal menor al 50% del total

: Concentración de la forma disuelta del metal igual a la concentración total

7.3.1.3. Hidroquímica

A continuación, se presenta la caracterización hidroquímica de puntos de muestreo ubicados en la zona de estudio en fuentes de agua superficial (quebradas, ríos, lagunas y manantiales).

- **Parámetros fisicoquímicos**

En la Tabla 7-4 se muestra todos los puntos monitoreados en el mes de octubre de 2018.

Tabla 7-4. Resultados de parámetros fisicoquímicos medidos en campo durante el muestreo

Parámetros			Octubre			
			Temperatura	pH	Conductividad	ORP
Unidades			°C	unidad de pH	µS/cm	mV
Zona de estudio	Quebrada Subna	QSub-1	21,4	7,12	335	206,8
	Río Mamacocha	RMam-2	18	7,78	311	147,4
	Manantial sin nombre	MSN-1	17,5	7,48	318	145,1
	Canal de la microcentral Ayo	DMCA-1	17,6	7,32	315	166,1
	Canal Ayo	CAAyo-2	16,6	8,32	759	140,5
	Río Mamacocha	RMam-4	21,6	8,11	328	99
	Río Colca	RCol-1	21,2	8,14	837	149,5
	Río Colca	RCol-2	21,4	8,14	393	161,1
	Río Mamacocha	RMam-3	18,9	8,08	342	125,7
	Laguna Chachas	LCha-1	19,5	8,06	218	122,1
	Laguna Mamacocha	LMam-1	18,7	7,31	293	147,1
	Laguna Mamacocha	LMam-2	17,4	7,28	294	152,7
	Laguna Mamacocha	LMam-3	18,3	7,16	297	203,3
	Laguna Mamacocha	LMam-4	18,7	7,34	285	158,6

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

El pH medido en todos los puntos muestreados tuvo una variación neutra entre 7,12 a 8,32.

- **Temperatura**

La temperatura mínina registrada fue de 16,6 °C en el canal Ayo (CAAyo-2). Mientras que, la temperatura máxima fue 21,6°C en el punto en el río Mamacocha (RMam-4).

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica en cuerpos de agua superficial tuvo una variación entre 218 a 393 µS/cm, a excepción de los puntos muestreados en el canal Ayo (CAAyo-2) y río Colca (RCol-1), que registraron 759 y 837 µS/cm, respectivamente.

- **Potencial de oxidación-reducción (ORP)**

El ORP en cuerpos de agua superficial tuvo una variación entre 122,1 y 206,8 mV, a excepción del punto RMam-4 (río Mamacocha) que registró 99 mV.

- **Facies hidroquímicas**

Para el estudio de facies hidroquímicas se han evaluado 14 muestras de agua superficial (río, quebradas, lagunas y manantiales) en la zona de estudio que comprende la microcuenca Mamacocha donde se evaluó 11 puntos; asi como, el río Colca donde se evaluaron dos puntos (RCol-1 y RCol-2) y un punto en la laguna Chachas (LCha-1).

La representatividad de los resultados de los análisis químicos se ha determinado mediante el error balance iónico (en adelante, EBI).

El EBI se calculó tomando en cuenta los cationes: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^{+}), sodio (Na^{+}), aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), estroncio (Sr^{2+}), litio (Li^{+}), cuyo valor máximo permitido es del 10% acorde a Megersa *et al.* (2015)[11]. Los errores analíticos variaron de -4,83% a 1,60 % (Anexo 4).

- **Diagrama de Piper y Stiif**

En la Figura 7-7 se puede observar el diagrama de Piper de los puntos muestreados en la zona de estudio correspondientes a fuentes de agua superficial (río, quebradas, lagunas y manantiales).

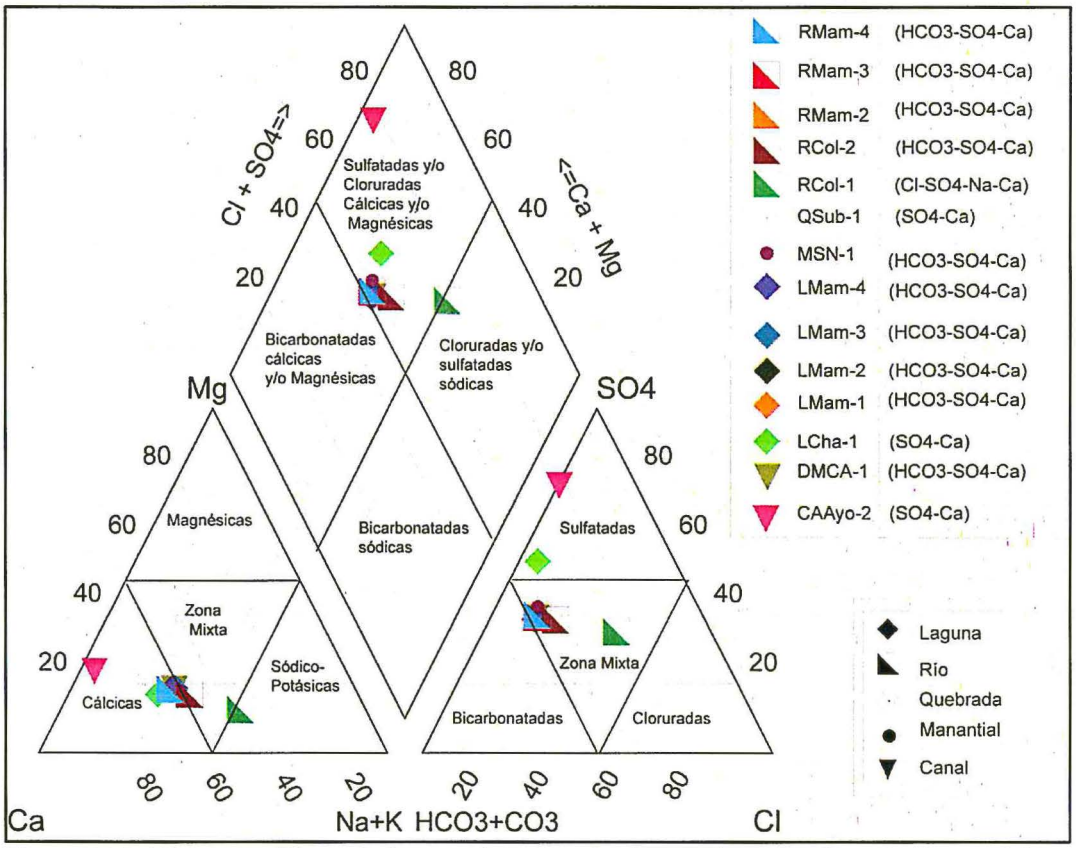
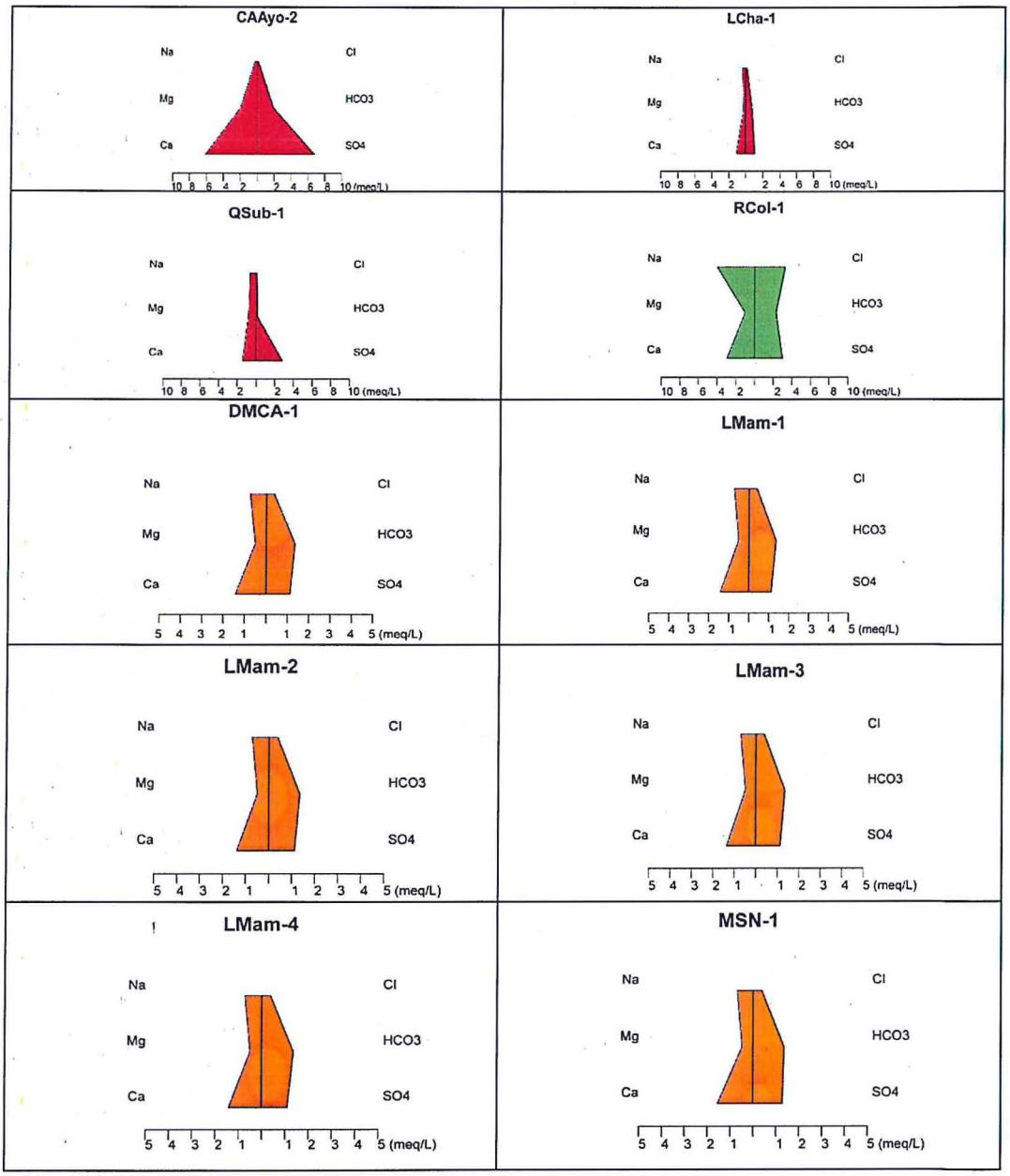


Figura 7-7. Diagrama Piper de los puntos muestrados en la zona de estudio - octubre (2018)

[11] Megersa Olumama Dinka, W. L. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. *Journal of Hydrology: Regional Studies, 3*, 444-456. doi:10.1016/j.ejrh.2015.02.007.

De acuerdo con el diagrama de Piper, 10 puntos son agrupados en aguas bicarbonatada sulfatada cálcica, 3 puntos LCha-1, CAAyo-2 y QSub-1 en aguas de facies sulfatadas cálcicas; y el punto RCol-1 de facies clorurada sulfatada sódica cálcica.

En el diagrama de Stiff (Figura 7-8) se observa que, los 3 puntos de facies sulfatas cálcicas tuvieron una concentración menor a 2 meq/L (LCha-1 y QSub-1); y menor a 7 meq/L en el punto CAAyo-2. Además, el punto de facies clorurada sulfatada sódica cálcica (RCol-1) tuvo una concentración menor a 4 meq/L. Asimismo, en los 10 puntos de facies bicarbonatada sulfatada cálcica con predominancia de bicarbonato, la concentración fue menor a 2 meq/L en todos los puntos (DMCA-1, LMam-1, LMam-2, LMam-3, LMam-4, MSN-1, RCol-2, RMam-2, RMam-3 y RMam-4).



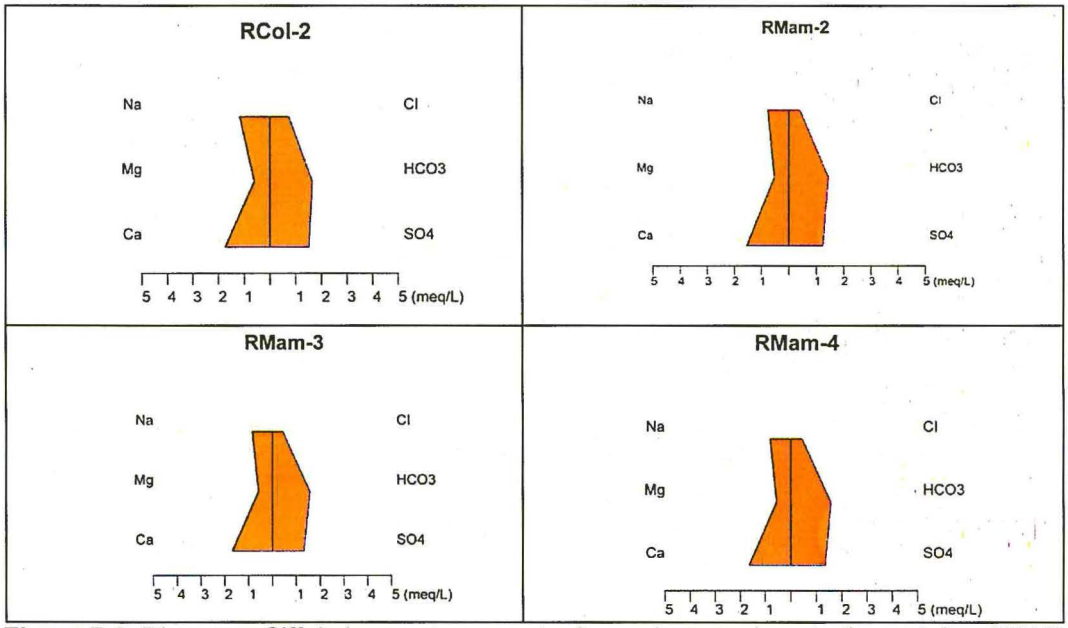


Figura 7-8. Diagrama Siff de los puntos muestrados en la zona de estudio - octubre (2018)

- **Diagrama de Ficklin**

En la Figura 7-9 se aprecia que de acuerdo con el diagrama de Ficklin todos los puntos de muestreo de agua superficial son clasificados cercanos a la neutralidad con baja concentración de metales.

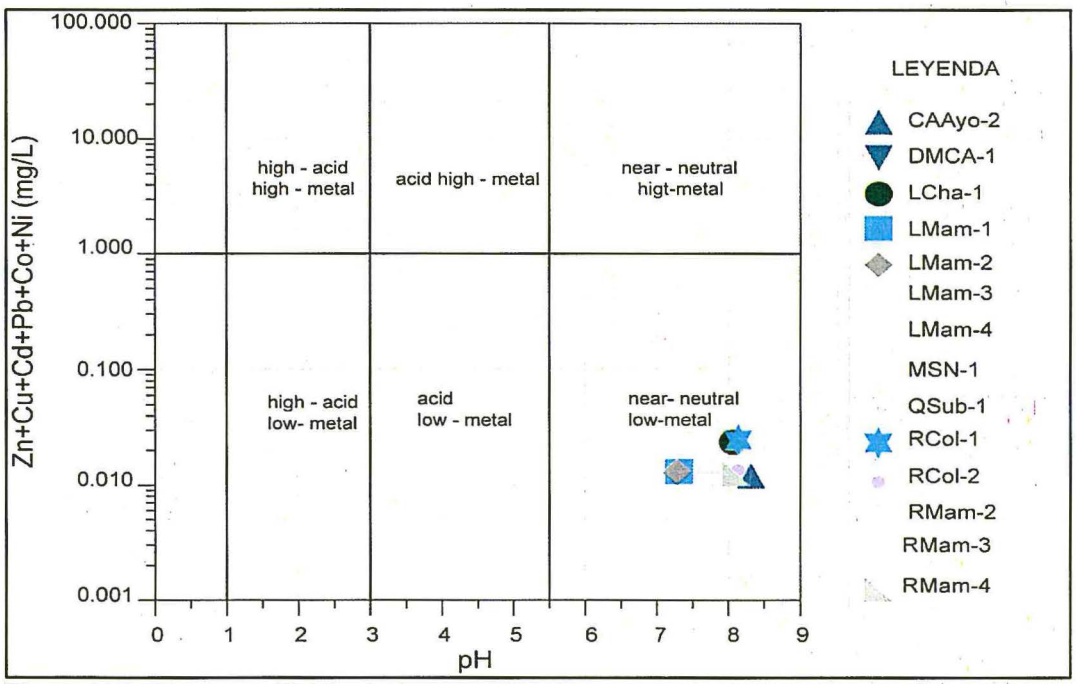


Figura 7-9. Diagrama Ficklin de los puntos muestrados en la zona de estudio - octubre (2018)
Fuente: Adaptado de Ficklin *et al.* (1992) y Plumlee *et al.* (1999)

9. CONCLUSIÓN

- Los valores de pH en los 14 puntos de agua superficial (río Mamacocha, quebrada Subna, manantiales, lagunas Chachas y Mamacocha) variaron entre 7,12 y 8,32 unidades de pH y los de oxígeno disuelto fluctuaron entre 5,96 y 8,26 mg/L, cuyos resultaron cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categorías 1(A2), 3 y 4 (E1).

- Los parámetros evaluados en los puntos de agua superficial (río Mamacocha, quebrada Subna, manantiales, lagunas Chachas y Mamacocha) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categorías 1(A2) y 3, a excepción de boro y manganeso que incumplieron este estándar en los puntos RCol-1 (Cat3D1) y QSub-1 (Cat3D1 y Cat3D2), respectivamente.

- Los parámetros evaluados en las lagunas Chachas (LCha-1) y laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017), categoría 4; a excepción del fósforo que incumplió los ECA para Agua (2017) en la subcategoría E1 en todos los puntos evaluados.

- La laguna Mamacocha (LMam-1, LMam-2, LMam-3 y LMam-4), río Mamacocha (RMam-2, RMam-3 y RMam-4), manantial (MNS-1), canal microcentral (DMCA-1) y el río Colca (RCol-2) presentaron facies bicarbonatadas sulfatadas cálcicas con predominancia de bicarbonatos; además, la laguna Chachas (LCha-1), el canal de riego (CAAyo-2) y la quebrada Subna (QSub-1) presentaron facies sulfatadas cálcicas; y el río Colca (RCol-1) presentó facies clorurada sulfatada sódica cálcica. Asimismo, de acuerdo con el diagrama de Ficklin todos los puntos evaluados se clasifican como aguas casi neutras con baja concentración de metales.

- El aluminio predominó en su forma suspendida en todos los puntos evaluados, de igual forma el hierro a excepción de los puntos MSN-1, DMCA-1, RMam-3 y LMam-1. Mientras que, en su forma disuelta predominó el arsénico, boro, bario, calcio, cobre, potasio, litio, magnesio, molibdeno, sodio, silicio, estroncio y vanadio.

10. ANEXOS

Anexo 1: Mapas
Anexo 2: Reportes de resultados
Anexo 3: Reportes de campo
Anexo 4: Error de Balance Iónico
Anexo 5: Acta de ejecución - 2018

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnórsson S. (2000). *Isotopic and Chemical Techniques in Geothermal Exploration, Development and Use*. Volume 139. Vienna: International Atomic Energy Agency.

Custodio, E. y M. R. Llamas. (1976). *Hidrología Subterránea. – Tomo I y II*. Barcelona, España: Ed. Omega

Custodio, E. y M. R. Llamas. (1996). *Hidrología Subterránea* (Segunda Edición). Barcelona, España: Ed. Omega

Ficklin W.H., G.S. Plumlee, K.S. Smith y B. McHugh J. (1992). *Geochemical classification of mine drainages and natural drainages in mineralized areas.* En: Y. Kharaka, A. Maest (Eds.), Proceedings of water-rock interaction (pp 381–384). Rotterdam: Balkema.

Nordstrom, D., R. Blaine McCleskey y J. Ball (2009). Sulfur geochemistry of hydrothermal waters in Yellowstone National Park: IV Acid–sulfate waters. *Applied Geochemistry*, 24, 191-207.

Plumlee, G., Smith, K., Montour, M., Ficklin, W., & Mosier, E. (1999). Geologic Controls on the composition of natural waters and mine waters draining diverse mineral-deposit types. (L. Filipek, & G. Plumlee, Edits.) *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits. Part B: case studies and research topics, vol 6B. Society of Economics Geologists*, 373-432.

Moreno, D. y Duque, Juan. (2015). Estudio de aprovechamiento de aguas subterráneas bombeadas por los predios del poligono compuesto por las calles. Tesis para obtar el grado de: Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

ANEXOS

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN
CIENTÍFICA
OEFA

ANEXO 1

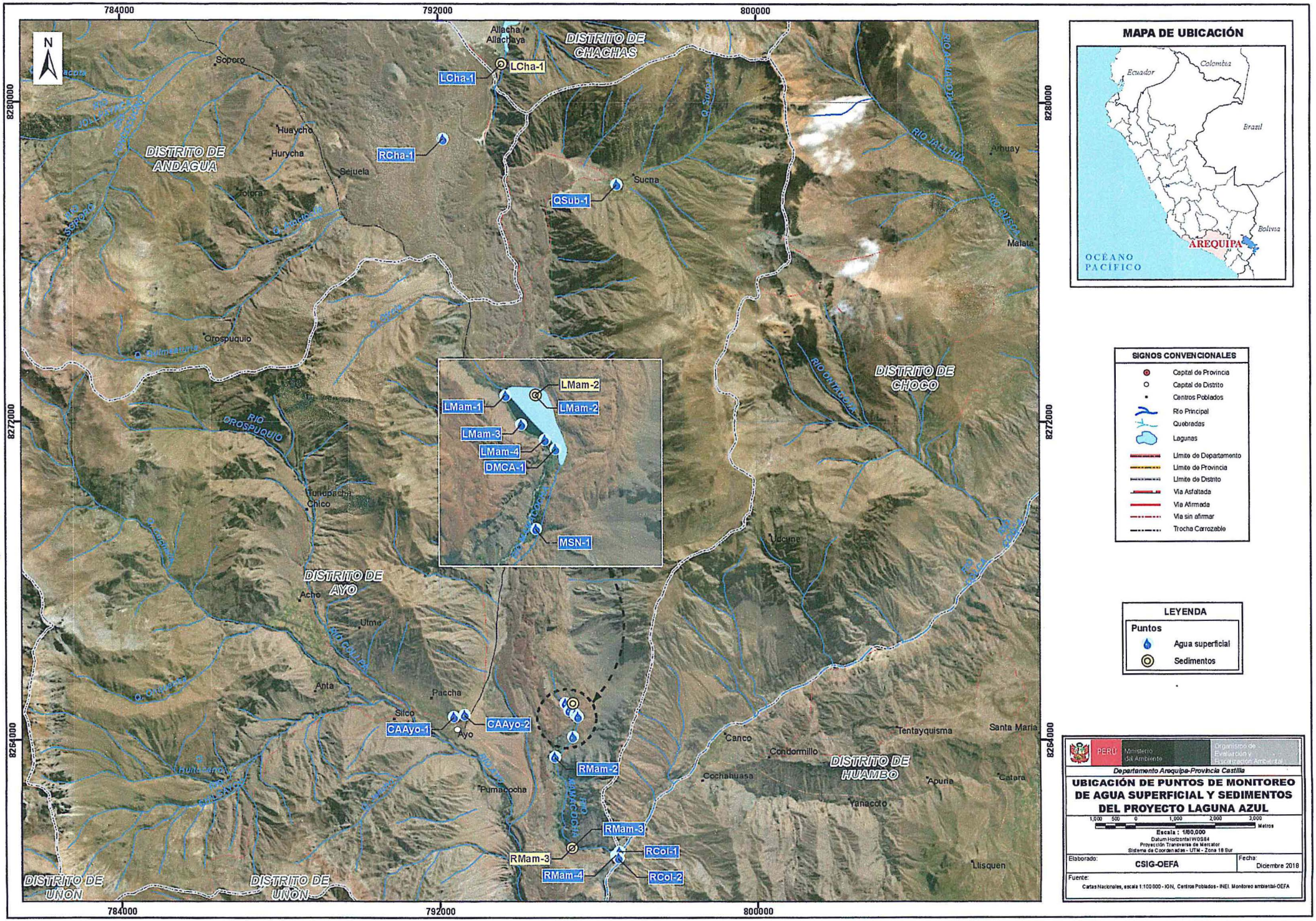
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

MAPAS

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900



MAPA DE UBICACIÓN

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Rio Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

LEYENDA

Puntos

- Agua superficial
- Sedimentos

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DEL PROYECTO LAGUNA AZUL

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: CSIG-OEFA

Fecha: Diciembre 2018

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

ANEXO 2

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REPORTE DE RESULTADOS

Título del estudio : Ejecución del monitoreo de la calidad de agua, sedimento e hidrobiología en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, ubicado en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa

Fecha de ejecución : Del 16 al 24 de octubre de 2018

CUE : 2018-03-0013 CUC : 014-10-2018-401

Tipo de evaluación : No Programada

Fecha : 03 DIC. 2018 Reporte N°. : RL 038 - 2018 - STEC

1. DATOS DE LOS ADMINISTRADOS

Razón social del administrado	Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R. L
Área de operación o proyecto	Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul
Distritos	Ayo
Provincia	Castilla
Departamento	Arequipa

2. DATOS DEL MONITOREO

Tipo de evaluación	Programada	
	No programada	X
Componentes evaluados	Agua superficial	
	Sedimentos	

3. RESULTADOS

Se presenta en anexos los resultados de laboratorio comparados con las normativas nacionales y referenciales, de las matrices agua superficial y sedimento correspondientes a la Evaluación Ambiental en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, realizada del 16 al 24 de octubre de 2018.

4. ANEXOS

Anexo A	Resultados
Anexo A.1	Resultados de agua
Anexo A.2	Resultados de sedimentos
Anexo B	Informes de ensayo
Anexo B.1	Agua superficial
Anexo B.2	Agua sedimento

Lima,

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JANET BRÍGIDA QUINCHO OLAZABAL
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

HERVER ARTURO ACUÑA BARDALES
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ANEXOS

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ANEXO A

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS

ANEXO A.1

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS DE AGUA

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1****	RCol-2****	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Parámetros de campo													
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7,12	7,78	7,48	7,32	8,32	8,11	8,14	8,14	8,08	5,5-9,0	6,5-8,5	6,5-8,4
Temperatura	°C	21,4	18,0	17,5	17,6	16,6	21,6	21,2	21,4	18,9	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	335	311	318	315	759	328	837	393	342	1600	2500	5000
Potencial de óxido reducción (ORP)	mV	206,8	147,4	145,1	166,1	140,5	99,0	149,5	161,1	125,7	***	***	***
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	5,96	7,88	7,14	7,59	7,67	7,31	8,26	6,18	7,62	≥ 5	≥ 4	≥ 5
Caudal	m^3/s	s/c	s/c	s/c	0,3136	0,0536	s/c	s/c	s/c	s/c	***	***	***
Fisicoquímicos													
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,100	---	---	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	1,7	5	10
Bicarbonato	mg HCO3-/L	9,0	88,5	82,7	82,7	116,4	96,0	140,2	100,5	96,0	**	518	**
Carbonato	mg CO3-2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	***	***	***
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	---	---	---	< 2	6	< 2*	9	9	---	20	40	40
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,028	0,023	0,018	0,014	0,022	0,025	0,035	0,023	0,017	***	***	***
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	50,845	35,079	36,548	37,074	12,566	36,575	44,999	35,190	37,406	***	***	***
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	260	236	218	197	536	215	542	506	244	1000	**	**
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	3	< 2	< 2	11	5	10	3	< 2	***	***	***
Sulfuros	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	***	***	***
Cloruros, Cl-	mg/L	2,175	14,67	12,94	13,35	2,058	15,63	115,9	26,28	15,80	250	500	**
Fluoruros, F-	mg/L	0,615	0,412	0,429	0,420	0,568	0,468	0,799	0,461	0,449	***	1	**
Sulfatos, SO4-2	mg/L	136,6	59,85	61,27	54,02	326,0	64,80	144,5	72,54	63,29	500	1000	1000
Fosfatos, PO4-3*	mg PO4-3/L	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	***	***	***
Fosfatos (como P)*	mg PO4-3-P/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	***	***	***
PCB Total	mg/L	---	---	---	< 0,000002	---	< 0,000002	---	---	---	0,0005	**	**
PCB Total (ug/L)	ug/L	---	---	---	< 0,002	---	< 0,002	---	---	---	**	0,04	0,045

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
«****» : Los puntos evaluados en el río Colca solo fueron comparados con la Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas (continuación)

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1	RCol-2	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Metales totales													
Plata (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***	***	***
Aluminio (Al)	mg/L	0,074	0,029	0,021	0,012	0,316	0,091	0,176	0,047	< 0,002	5	5	5
Arsénico (As)	mg/L	0,00147	0,00587	0,00648	0,00600	0,00221	0,00641	0,08021	0,01370	0,00603	0,01	0,1	0,2
Boro (B)	mg/L	0,015	0,118	0,118	0,107	0,031	0,123	1,626	0,306	0,102	2,4	1	5
Bario (Ba)	mg/L	0,0169	0,0130	0,0129	0,0134	0,0227	0,0159	0,0321	0,0158	0,0139	1	0,7	**
Berilio (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,04	0,1	0,1
Bismuto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Calcio (Ca)	mg/L	29,02	33,13	33,29	30,18	128,8	36,45	59,19	38,56	34,77	***	***	***
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00102	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,005	0,01	0,05
Cobalto (Co)	mg/L	0,00238	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00039	< 0,00001	0,00031	< 0,00001	< 0,00001	***	0,05	1
Cromo (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0006	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0010	< 0,0001	0,05	0,1	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,05899	0,00160	0,00194	0,00136	0,00103	0,00174	0,00252	0,00193	0,00086	2	0,2	0,5
Hierro (Fe)	mg/L	0,1257	0,0238	0,0228	0,0165	0,3630	0,1211	0,2179	0,1227	< 0,0004	1	5	**
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,002	0,001	0,01
Potasio (K)	mg/L	4,22	3,29	2,81	3,03	2,79	3,29	10,29	3,93	3,06	***	***	***
Litio (Li)	mg/L	0,0164	0,0385	0,0347	0,0346	0,0056	0,0357	0,3242	0,0664	0,0357	**	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	10,74	6,785	6,128	6,479	24,85	7,451	13,46	8,153	7,250	**	**	250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,21933	0,00082	0,00083	0,00048	0,02532	0,00357	0,02417	0,00382	0,00078	0,4	0,2	0,2
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,02633	0,00801	0,00935	0,00717	0,00417	0,00889	0,00340	0,00879	0,00870	***	**	**
Sodio (Na)	mg/L	16,20	19,25	16,63	18,10	7,249	20,19	102,5	28,87	19,96	***	***	***
Níquel (Ni)	mg/L	0,0066	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0009	0,0004	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	***	0,2	1
Fosforo (P)	mg/L	0,069	0,114	0,107	0,117	0,053	0,116	0,087	0,114	0,062	***	***	***
Plomo (Pb)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0006	0,0004	0,0005	0,0007	< 0,0002	0,05	0,05	0,05
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00026	0,00034	< 0,00004	0,00060	< 0,00004	0,00029	0,00604	0,00092	0,00035	0,02	**	**
Selenio (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,04	0,02	0,05
Silicio (Si)	mg/L	25,0	18,8	18,8	19,7	7,6	19,2	22,8	19,8	17,5	***	***	***
Estaño (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00031	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Estroncio (Sr)	mg/L	0,1144	0,1866	0,1715	0,1848	1,773	0,2017	0,6435	0,2575	0,1956	***	***	***
Titanio (Ti)	mg/L	0,0017	< 0,0002	0,0015	< 0,0002	0,0052	0,0032	0,0032	0,0016	< 0,0002	***	***	***
Talio (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Uranio (U)	mg/L	< 0,000003	0,000473	0,000441	0,000485	0,001241	0,000542	0,000910	0,000565	0,000471	0,02	**	**
Vanadio (V)	mg/L	0,0012	0,0548	0,0551	0,0543	0,0009	0,0538	0,0081	0,0500	0,0517	***	***	***
Zinc (Zn)	mg/L	0,1417	0,0190	0,0196	0,0172	0,0253	0,0210	0,0190	0,0202	0,0175	5	2	24

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
«****» : Los puntos evaluados en el río Colca solo fueron comparados con la Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1) del 2017
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1 y D2) del 2017.

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas (continuación)

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1	RCol-2	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Metales disueltos													
Plata Disuelta (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***	***	***
Aluminio Disuelto (Al)	mg/L	0,056	< 0,002	0,007	< 0,002	0,055	0,009	0,054	0,011	< 0,002	***	***	***
Arsénico Disuelto (As)	mg/L	0,00147	0,00578	0,00632	0,00597	0,00184	0,00641	0,06954	0,01363	0,00603	***	***	***
Boro Disuelto (B)	mg/L	0,014	0,095	0,071	0,084	0,020	0,091	1,138	0,292	0,096	***	***	***
Bario Disuelto (Ba)	mg/L	0,0157	0,0119	0,0122	0,0112	0,0187	0,0124	0,0242	0,0134	0,0134	***	***	***
Berilio Disuelto (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Bismuto Disuelto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Calcio Disuelto (Ca)	mg/L	28,82	30,69	30,96	28,64	122,8	32,77	59,19	34,80	33,63	***	***	***
Cadmio Disuelto (Cd)	mg/L	0,00087	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***	***	***
Cobalto Disuelto (Co)	mg/L	0,00209	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***	***	***
Cromo Disuelto (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***	***	***
Cobre Disuelto (Cu)	mg/L	0,03268	0,00119	0,00169	0,00126	0,00059	0,00106	0,00234	0,00117	0,00086	***	***	***
Hierro Disuelto (Fe)	mg/L	0,0277	< 0,0004	0,0209	0,0079	0,0254	0,0112	0,0389	0,0160	< 0,0004	***	***	***
Mercurio Disuelto (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Potasio Disuelto (K)	mg/L	4,06	3,01	2,61	2,83	2,61	2,95	9,24	3,61	2,94	***	***	***
Litio Disuelto (Li)	mg/L	0,0154	0,0356	0,0279	0,0337	0,0054	0,0340	0,2957	0,0630	0,0356	***	***	***
Magnesio Disuelto (Mg)	mg/L	10,32	6,408	5,827	6,152	24,24	6,786	12,39	7,370	6,964	***	***	***
Manganeso Disuelto (Mn)	mg/L	0,20748	0,00065	0,00083	0,00048	0,00417	0,00152	0,00777	0,00212	0,00078	***	***	***
Molibdeno Disuelto (Mo)	mg/L	0,02402	0,00748	0,00851	0,00665	0,00414	0,00781	0,00315	0,00777	0,00808	***	***	***
Sodio Disuelto (Na)	mg/L	15,36	17,57	16,00	17,22	7,249	18,70	92,33	26,87	19,26	***	***	***
Níquel Disuelto (Ni)	mg/L	0,0051	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0006	< 0,0002	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	***	***	***
Fosforo Disuelto (P)	mg/L	< 0,015	0,061	0,048	0,058	< 0,015	0,061	0,033	0,057	0,062	***	***	***
Plomo Disuelto (Pb)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0007	< 0,0002	***	***	***
Antimonio Disuelto (Sb)	mg/L	0,00026	0,00034	< 0,00004	0,00043	< 0,00004	0,00029	0,00552	0,00092	0,00035	***	***	***
Selenio Disuelto (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	***	***	***
Silicio Disuelto (Si)	mg/L	22,1	16,5	14,3	16,9	5,9	16,7	19,3	17,2	17,2	***	***	***
Estaño Disuelto (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Estroncio Disuelto (Sr)	mg/L	0,1125	0,1866	0,1618	0,1658	1,657	0,1908	0,6435	0,2301	0,1920	***	***	***
Titanio Disuelto (Ti)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***	***	***
Talio Disuelto (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Uranio Disuelto (U)	mg/L	< 0,000003	0,000439	0,000441	0,000416	0,001207	0,000447	0,000892	0,000477	0,000471	***	***	***
Vanadio Disuelto (V)	mg/L	0,0011	0,0482	0,0507	0,0486	0,0009	0,0466	0,0074	0,0433	0,0468	***	***	***
Zinc Disuelto (Zn)	mg/L	0,1107	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	0,0183	< 0,0100	0,0175	***	***	***

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8,06	7,31	7,28	7,16	7,34	6,5 a 9,0
Temperatura	°C	19,5	18,7	17,4	18,3	18,7	Δ 3
Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	218	293	294	297	285	1 000
Potencial de óxido reducción (ORP)	mV	122,1	147,1	152,7	203,3	158,6	***
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	6,39	6,84	6,98	7,29	7,54	≥ 5
Caudal	m^3/s	s/c	s/c	s/c	s/c	6,8179	***
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	5,0
Bicarbonato	mg HCO3-/L	44,7	82,9	82,9	82,4	82,9	***
Carbonato	mg CO3-2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	***
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	< 2	---	---	---	< 2	***
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,027	0,014	0,016	0,021	0,017	***
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	15,420	34,913	37,157	37,129	30,105	***
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	166	219	178	234	214	***
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	19	< 2	< 2	< 2	2	≤ 100
Sulfuros	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Cloruros, Cl-	mg/L	3,798	13,91	13,60	13,64	13,24	***
Fluoruros, F-	mg/L	0,191	0,431	0,432	0,428	0,370	***
Sulfatos, SO4-2	mg/L	51,02	53,42	54,49	54,53	52,75	***
Fosfatos, PO4-3*	mg PO4-3/L	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	***
Fosfatos (como P)*	mg PO4-3-P/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	***
PCB Total	mg/L	---	---	---	---	< 0,000002	0,000014
PCB Total (ug/L)	ug/L	---	---	---	---	< 0,002	***

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas (continuación)

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Plata (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***
Aluminio (Al)	mg/L	0,432	< 0,002	0,016	0,017	0,031	***
Arsénico (As)	mg/L	0,00270	0,00550	0,00581	0,00568	0,00565	0,15
Boro (B)	mg/L	0,062	0,095	0,118	0,125	0,101	***
Bario (Ba)	mg/L	0,0326	0,0126	0,0135	0,0121	0,0132	0,7
Berilio (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Bismuto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Calcio (Ca)	mg/L	22,70	29,37	30,79	28,91	29,49	***
Cadmio (Cd)	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cobalto (Co)	mg/L	0,00045	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cromo (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***
Cobre (Cu)	mg/L	0,00177	0,00126	0,00150	0,00171	0,00178	0,1
Hierro (Fe)	mg/L	0,3265	< 0,0004	0,0538	0,0228	0,0442	***
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,0001
Potasio (K)	mg/L	3,12	2,97	3,14	2,95	3,06	***
Litio (Li)	mg/L	0,0101	0,0351	0,0347	0,0361	0,0369	***
Magnesio (Mg)	mg/L	4,022	6,367	6,687	6,272	6,415	***
Manganeso (Mn)	mg/L	0,21616	0,00033	0,00111	0,00076	0,00152	***
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00158	0,00636	0,00727	0,00699	0,00705	***
Sodio (Na)	mg/L	10,04	17,66	18,50	17,48	17,59	***
Níquel (Ni)	mg/L	0,0010	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,052
Fosforo (P)	mg/L	0,044	0,066	0,105	0,119	0,126	0,035
Plomo (Pb)	mg/L	0,0013	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	0,0025
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00082	< 0,00004	< 0,00004	0,00028	< 0,00004	0,64
Selenio (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,005
Silicio (Si)	mg/L	8,5	17,6	18,1	19,5	18,7	***
Estaño (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Estroncio (Sr)	mg/L	0,1341	0,1687	0,1748	0,1749	0,1756	***
Titanio (Ti)	mg/L	0,0087	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0015	***
Talio (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,0008
Uranio (U)	mg/L	< 0,000003	0,000453	0,000445	0,000454	0,000452	***
Vanadio (V)	mg/L	0,0029	0,0530	0,0563	0,0531	0,0536	***
Zinc (Zn)	mg/L	0,0184	< 0,0100	0,0195	0,0197	0,0209	0,12

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4.
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 4, E1: lagos y lagunas.

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas (continuación)

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Metales disueltos							
Plata Disuelta (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***
Aluminio Disuelto (Al)	mg/L	0,018	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	***
Arsénico Disuelto (As)	mg/L	0,00270	0,00550	0,00567	0,00560	0,00565	***
Boro Disuelto (B)	mg/L	0,053	0,084	0,093	0,086	0,088	***
Bario Disuelto (Ba)	mg/L	0,0199	0,0123	0,0118	0,0109	0,0114	***
Berilio Disuelto (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Bismuto Disuelto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Calcio Disuelto (Ca)	mg/L	22,70	28,55	27,64	27,12	28,22	***
Cadmio Disuelto (Cd)	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00025
Cobalto Disuelto (Co)	mg/L	0,00026	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cromo Disuelto (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***
Cobre Disuelto (Cu)	mg/L	0,00177	0,00121	0,00125	0,00145	0,00175	***
Hierro Disuelto (Fe)	mg/L	0,0540	< 0,0004	< 0,0004	0,0083	0,0133	***
Mercurio Disuelto (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Potasio Disuelto (K)	mg/L	3,10	2,96	2,85	2,76	2,87	***
Litio Disuelto (Li)	mg/L	0,0101	0,0346	0,0328	0,0324	0,0344	***
Magnesio Disuelto (Mg)	mg/L	4,022	6,260	5,954	5,926	6,092	***
Manganeso Disuelto (Mn)	mg/L	0,17478	0,00033	0,00111	0,00076	0,00152	***
Molibdeno Disuelto (Mo)	mg/L	0,00158	0,00634	0,00683	0,00629	0,00659	***
Sodio Disuelto (Na)	mg/L	10,04	17,03	16,64	16,39	16,67	***
Níquel Disuelto (Ni)	mg/L	0,0010	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Fosforo Disuelto (P)	mg/L	< 0,015	0,063	0,063	0,061	0,066	***
Plomo Disuelto (Pb)	mg/L	0,0007	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Antimonio Disuelto (Sb)	mg/L	0,00082	< 0,00004	< 0,00004	0,00028	< 0,00004	***
Selenio Disuelto (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	***
Silicio Disuelto (Si)	mg/L	7,3	17,1	16,8	16,5	17,0	***
Estaño Disuelto (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Estroncio Disuelto (Sr)	mg/L	0,1295	0,1684	0,1642	0,1591	0,1624	***
Titanio Disuelto (Ti)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Talio Disuelto (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Uranio Disuelto (U)	mg/L	< 0,000003	0,000426	0,000403	0,000433	0,000402	***
Vanadio Disuelto (V)	mg/L	0,0019	0,0508	0,0489	0,0478	0,0461	***
Zinc Disuelto (Zn)	mg/L	0,0184	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	0,0190	***

Fuente : ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4.
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas

ANEXO A.2

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS DE SEDIMENTO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla A.2.1. Resultados de sedimento

Parámetro	Unidad	LCha-1	LMam-2	RMam-3	Guía Canadiense	
		18/10/2018	19/10/2018	22/10/2018		
		11:28:00	11:00:00	10:30:00	ISQG (2)	PEL (3)
Metales totales						
Plata (Ag)	mg/kg	< 3,0	< 3,0	< 3,0	---	---
Aluminio (Al)	mg/kg	14655	4333	3588	---	---
Arsénico (As)	mg/kg	19,1	< 17,5	< 17,5	**5,9**	**17**
Bario (Ba)	mg/kg	222,3	40,9	103,7	---	---
Berilio (Be)	mg/kg	< 1,5	< 1,5	< 1,5	---	---
Calcio (Ca)	mg/kg	3701	9331	9516	---	---
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	**0,6**	**3,5**
Cobalto (Co)	mg/kg	< 4,0	< 4,0	< 4,0	---	---
Cromo (Cr)	mg/kg	9,5	28,9	5,0	**37,3**	**90**
Cobre (Cu)	mg/kg	28,3	1508	26,8	**35,7**	**197**
Hierro (Fe)	mg/kg	22303	3538	14181	---	---
Potasio (K)	mg/kg	3695	1333	2470	---	---
Magnesio (Mg)	mg/kg	3009	1099	898	---	---
Manganeso (Mn)	mg/kg	966	17	149	---	---
Molibdeno (Mo)	mg/kg	< 3,0	< 3,0	6,5	---	---
Sodio (Na)	mg/kg	324	356	219	---	---
Níquel (Ni)	mg/kg	< 5	< 5	< 5	---	---
Plomo (Pb)	mg/kg	48	11	14	**35**	**91,3**
Antimonio (Sb)	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Selenio (Se)	mg/kg	< 8,0	< 8,0	< 8,0	---	---
Talio (Tl)	mg/kg	< 15	< 15	< 15	---	---
Vanadio (V)	mg/kg	36,9	68,4	33,0	---	---
Zinc (Zn)	mg/kg	103,4	33,2	161,8	**123**	**315**
Boro (B)*	mg/kg	< 20,3	< 20,3	< 20,3	---	---
Bismuto (Bi)*	mg/kg	< 7,5	< 7,5	< 7,5	---	---
Litio (Li)*	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Fosforo (P)*	mg/kg	670,9	959,3	665,0	---	---
Silicio (Si)*	mg/kg	1051	631,0	334,3	---	---
Estaño (Sn)*	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Estroncio (Sr)*	mg/kg	46,7	53,3	36,2	---	---
Titanio (Ti)*	mg/kg	237,1	119,6	141,8	---	---
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0,25	< 0,10	< 0,10	**0,17**	**0,486**
Materia orgánica						
Materia orgánica	%	-	< 0.3	13.1	---	---

Fuente: Informes de ensayo ALS: 61894-2018-1822667
«*» : Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA
«---» : No registra valor de comparación
«-» : No se evaluó el parámetro
: Concentraciones que superan ISQG
: Concentraciones que superan el PEL

(1) Guías de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, por sus siglas en inglés, *Canadian Environmental Quality Guidelines*) para sedimentos de cuerpos de agua continental.

(2) Guía Provisional de Calidad del Sedimento (ISQG, por sus siglas en inglés, *Interim Sediment Quality Guidelines*).

(3) Nivel de Efecto Probable (PEL, por sus siglas en inglés, *Probable Effect Level*).

ANEXO B

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

INFORMES DE ENSAYO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 7

Nº ALS LS					530937/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,018	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00270	0,00026
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,053	0,016
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0199	0,0009
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	22,70	0,95
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00026	0,00004
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00177	0,00021
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0540	0,0035
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,10	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0101	0,0006
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	4,022	0,094
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,17478	0,00656
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00158	0,00024
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	10,04	0,66
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00082	0,00025
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	7,3	0,4
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1295	0,0035
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0019	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0184	NE

Nº ALS LS					530938/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					13:10:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					QSub-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,056	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00147	0,00018
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,014	0,007
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0157	0,0008
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,82	1,39
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00087	0,00008
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00209	0,00018
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530938/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					13:10:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					QSub-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,03268	0,00034
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0277	0,0027
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	4,06	0,17
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0154	0,0008
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	10,32	0,16
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,20748	0,00919
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,02402	0,00094
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	15,36	0,95
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0051	0,0006
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00026	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	22,1	1,0
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1125	0,0028
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0011	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,1107	0,0030

Nº ALS LS					530939/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00550	0,00043
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,084	0,023
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0123	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,55	1,36
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00121	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,96	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0346	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,260	0,113
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00033	0,00022
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00634	0,00069
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,03	1,04
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,063	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,1	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530939/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1684	0,0058
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000426	0,000079
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0508	0,0013
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530940/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00567	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,093	0,025
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0118	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	27,64	1,29
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00125	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,85	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0328	0,0015
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,954	0,110
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00111	0,00026
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00683	0,00074
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,64	1,02
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,063	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,8	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1642	0,0055
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000403	0,000078
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0489	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530941/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					12:20:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00560	0,00043
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,086	0,024
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0109	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	27,12	1,26
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00145	0,00019
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0083	0,0021
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,76	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0324	0,0015
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,926	0,110
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00076	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00629	0,00069
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,39	1,01
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00028	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,5	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1591	0,0052
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000433	0,000080
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0478	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530942/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					14:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-4	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00565	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,088	0,024
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0114	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,22	1,34
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00175	0,00021
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0133	0,0023
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,87	0,16

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530942/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					14:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-4	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0344	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,092	0,111
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00659	0,00072
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,67	1,02
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,066	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,0	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1624	0,0054
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000402	0,000078
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0461	0,0011
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Nº ALS LS					530943/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00578	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,095	0,026
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0119	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	30,69	1,54
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00119	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,01	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0356	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,408	0,114
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00065	0,00023
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00748	0,00077
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,57	1,07
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00034	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,5	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1866	0,0071
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000439	0,000080

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530943/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0482	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530944/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					MSN-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,007	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00632	0,00048
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,071	0,020
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0122	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	30,96	1,56
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00169	0,00020
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0209	0,0025
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,61	0,15
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0279	0,0013
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,827	0,109
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00083	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00851	0,00079
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,00	0,98
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,048	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	14,3	0,7
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1618	0,0054
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000441	0,000081
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0507	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530945/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00597	0,00046
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,084	0,023
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0112	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530945/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,64	1,37
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00126	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0079	0,0021
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,83	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0337	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,152	0,112
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00048	0,00022
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00665	0,00072
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,22	1,05
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,058	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00043	0,00023
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,9	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1658	0,0056
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000416	0,000079
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0486	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530946/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,055	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00184	0,00020
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,020	0,008
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0187	0,0009
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	122,8	10,6
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00059	0,00013
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0254	0,0026
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,61	0,15
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0054	0,0006
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	24,24	0,41
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00417	0,00041
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00414	0,00048
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	7,249	0,507
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530946/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	5,9	0,4
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	1,657	0,103
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,001207	0,000134
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	106,9	80-120	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	113,8	80-120	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	109,8	80-120	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	112,2	80-120	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	100,9	80-120	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	111,5	80-120	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	90,0	80-120	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	113,3	80-120	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	107,3	80-120	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	113,2	80-120	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	117,0	80-120	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	117,8	80-120	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	108,1	80-120	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	106,4	80-120	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	102,4	80-120	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	108,6	80-120	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	98,6	80-120	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	108,0	80-120	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	101,6	80-120	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	100,4	80-120	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	113,7	80-120	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	100,6	80-120	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	115,9	80-120	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	113,2	80-120	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	111,1	80-120	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	112,8	80-120	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	109,8	80-120	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	109,0	80-120	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	95,2	80-120	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	114,0	80-120	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	111,0	80-120	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	115,2	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LCha-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QSub-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
MSN-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DMCA-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CAAyo-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60898/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LCha-1	530937/2018-1.0	rssqsup&5739035
QSub-1	530938/2018-1.0	sssqsup&5839035
LMam-1	530939/2018-1.0	tssqsup&5939035
LMam-2	530940/2018-1.0	ussqsup&5049035
LMam-3	530941/2018-1.0	ltsqsup&5149035

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LMam-4	530942/2018-1.0	mtsqsup&5249035
RMam-2	530943/2018-1.0	ntsqsup&5349035
MSN-1	530944/2018-1.0	otsqsup&5449035
DMCA-1	530945/2018-1.0	ptsqsup&5549035
CAAyo-2	530946/2018-1.0	qtsqsup&5649035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 **CUC: 0014-10-2018-401**

Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 7

Nº ALS LS					**530959/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**10:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RMam-4**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,009	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00641	0,00048
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,091	0,025
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0124	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	32,77	1,71
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00106	0,00016
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0112	0,0022
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,95	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0340	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,786	0,118
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00781	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	18,70	1,13
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00029	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,7	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1908	0,0074
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000447	0,000081
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0466	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					**530960/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RCol-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,054	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,06954	0,00143
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	1,138	0,154
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0242	0,0010
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	59,19	4,77
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Nº ALS LS					530960/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					11:05:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00234	0,00025
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0389	0,0030
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	9,24	0,22
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,2957	0,0222
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	12,39	0,18
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00777	0,00048
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00315	0,00039
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	92,33	4,67
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0011	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,033	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00552	0,00057
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	19,3	0,9
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,6435	0,0861
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000892	0,000112
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0074	0,0006
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0183	NE

Nº ALS LS					530961/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,011	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,01363	0,00053
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,292	0,064
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	34,80	1,89
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00117	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0160	0,0024
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,61	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0630	0,0029
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	7,370	0,124
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00212	0,00031
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00777	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	26,87	1,56
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,057	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00092	0,00026
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,2	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Nº ALS LS					530961/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,2301	0,0107
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000477	0,000083
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0433	0,0011
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530962/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00603	0,00046
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,096	0,026
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	33,63	1,79
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00086	0,00015
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,94	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0356	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,964	0,120
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00078	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00808	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	19,26	1,16
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,062	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00035	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,2	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1920	0,0075
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000471	0,000083
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0468	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0175	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	106,9	80-120	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	113,8	80-120	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	109,8	80-120	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	112,2	80-120	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	100,9	80-120	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	111,5	80-120	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	90,0	80-120	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	113,3	80-120	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	107,3	80-120	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	113,2	80-120	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	117,0	80-120	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	117,8	80-120	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	108,1	80-120	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	106,4	80-120	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	102,4	80-120	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	108,6	80-120	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	98,6	80-120	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	108,0	80-120	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	101,6	80-120	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	100,4	80-120	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	113,7	80-120	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Niquel Disuelto (Ni)	100,6	80-120	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	115,9	80-120	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	113,2	80-120	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	111,1	80-120	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	112,8	80-120	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	109,8	80-120	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	109,0	80-120	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	95,2	80-120	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	114,0	80-120	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	111,0	80-120	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	115,2	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60902/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMam-4	530959/2018-1.0	rtsqsup&5959035
RCol-1	530960/2018-1.0	stsqsup&5069035
RCol-2	530961/2018-1.0	ttsqsup&5169035
RMam-3	530962/2018-1.0	utsqsup&5269035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 05/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS	**530896/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**21/10/2018**
Hora de Muestreo	**10:05:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**RMam-4**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	96,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno*	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,025	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	36,575	5,080
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	215	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	5	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	15,63	0,59
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,468	0,044
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	64,80	2,83
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,091	0,006
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00641	0,00048
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,123	0,031
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0159	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	36,45	2,05
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00174	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1211	0,0054
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,29	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0357	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,451	0,125
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00357	0,00038
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00889	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	20,19	1,21
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,116	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00029	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,2	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2017	0,0082
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0032	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000542	0,000088
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0538	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0210	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Muestras del item: 8

Nº ALS LS					**530901/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RCol-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	140,2	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	9	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,035	0,013
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	44,999	7,085
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	542	35
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	10	3
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	115,9	2,9
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,799	0,067
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	144,5	3,8
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,176	0,009
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,08021	0,00174
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	1,626	0,194
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0321	0,0012
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	59,19	4,77
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00031	0,00004
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00252	0,00026
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,2179	0,0083
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	10,29	0,23
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,3242	0,0256
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	13,46	0,20
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,02417	0,00053
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00340	0,00041
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	102,5	5,2
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0011	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,087	0,022
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00604	0,00060
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	22,8	1,0
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,6435	0,0861
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0032	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000910	0,000113
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0081	0,0006
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Nº ALS LS					530902/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	100,5	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	9	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,023	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	35,190	4,780
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	506	32
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	3	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	26,28	0,85
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,461	0,043
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	72,54	2,97
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,047	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,01370	0,00053
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,306	0,066
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0158	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	38,56	2,25
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0010	0,0004
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00193	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1227	0,0055
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,93	0,17
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0664	0,0031
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	8,153	0,132
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00382	0,00039
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00879	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	28,87	1,66
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,114	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00092	0,00026
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2575	0,0134
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0016	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000565	0,000089
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0500	0,0012
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0202	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Muestras del item: 9

Nº ALS LS					530913/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	96,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,017	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,406	5,264
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	244	16
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	15,80	0,59
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,449	0,043
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	63,29	2,80
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00603	0,00046
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,102	0,027
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0139	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	34,77	1,89
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00086	0,00015
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,06	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0357	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,250	0,123
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00078	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00870	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	19,96	1,20
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,062	0,018
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00035	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,5	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1956	0,0077
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000471	0,000083
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0517	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0175	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	30/10/2018
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	31/10/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	31/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	31/10/2018
PCB Total	0,000002	0,000014	mg/L	< 0,000002	26/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	0,015	mg/L	< 0,006	31/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	27/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfuros	0,001	0,003	mg S-2/L	< 0,001	02/11/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	96,9	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	96,9	85-115	31/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	31/10/2018
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	93,2	80-120	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	108,0	80-120	27/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,0	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,3	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,1	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,3	80-120	26/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	93,0	85-115	31/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	91,3	85-115	31/10/2018
PCB Total	88,8	70-130	26/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	112,1	85-115	31/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	105,6	85-115	31/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	102,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	90,4	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	98,0	80-120	27/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	100,0	80-120	27/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	103,0	80-120	26/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	106,0	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfuros	94,0	80-120	02/11/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado), 2011	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.2017	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografia Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografia Ionica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
13230	LME	Bifenilos Policlorados, (PCBs)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by gas cromatography
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F,23rd Ed.2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
13407	LME	Sílicatos (Varios)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2 D, 23rd Ed.2017.Validado)	Silica: Heteropoly Blue Method
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12194	LME	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017	Sulfide: Methylene Blue Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60893/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMam-4	530896/2018-1.0	sutnoup&5698035
RCol-1	530901/2018-1.0	nusqsup&5109035
RCol-2	530902/2018-1.0	ousqsup&5209035
RMam-3	530913/2018-1.0	tusqsup&5319035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 05/11/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS					**530859/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**14:30:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-4**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,017	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	30,105	3,753
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	214	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,24	0,53
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,370	0,036
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	52,75	2,58
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,031	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00565	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,101	0,027
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0132	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,49	1,44
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00178	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0442	0,0032
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,06	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0369	0,0017
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,415	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00705	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,59	1,07
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,126	0,029
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,7	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1756	0,0063
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000452	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0536	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0209	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530860/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,014	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,074	5,190
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	197	13
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,35	0,53
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,420	0,040
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,02	2,60
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,012	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00600	0,00046
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,107	0,028
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,18	1,49
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0006	0,0004
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00136	0,00018
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0165	0,0024
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,03	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0346	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,479	0,115
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00048	0,00022
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00717	0,00077
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	18,10	1,10
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,117	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00060	0,00024
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,7	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00031	0,00011
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1848	0,0069
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000485	0,000084
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0543	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0172	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 8

Nº ALS LS					530861/2018-1.1	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	44,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,027	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	15,420	1,423
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	166	11
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	19	4
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	3,798	0,291
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,191	0,022
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	51,02	2,54
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,432	0,016
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00270	0,00026
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,062	0,018
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0326	0,0013
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	22,70	0,95
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00045	0,00005
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00177	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,3265	0,0114
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,12	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0101	0,0006
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	4,022	0,094
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,21616	0,00997
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00158	0,00024
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	10,04	0,66
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,044	NE
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00082	0,00025
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	8,5	0,5
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1341	0,0038
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0087	0,0007
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0029	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0184	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530862/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	116,4	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	6	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,022	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	12,566	1,080
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	536	34
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	11	3
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	2,058	0,247
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,568	0,051
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	326,0	7,74
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,316	0,013
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00221	0,00023
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,031	0,011
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0227	0,0010
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	128,8	11,2
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00039	0,00005
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00103	0,00016
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,3630	0,0125
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,79	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0056	0,0006
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	24,85	0,42
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,02532	0,00054
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00417	0,00049
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	7,249	0,507
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,053	0,017
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	7,6	0,4
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	1,773	0,103
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0052	0,0006
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,001241	0,000136
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0253	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 9

Nº ALS LS	530863/2018-1.1
Fecha de Muestreo	18/10/2018
Hora de Muestreo	13:10:00
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales
Identificación	QSub-1

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	9,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,028	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	50,845	8,659
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	260	17
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	2,175	0,250
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,615	0,055
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	136,6	3,7
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,074	0,006
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00147	0,00018
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,015	0,007
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0169	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,02	1,40
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00102	0,00009
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00238	0,00020
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,05899	0,00076
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1257	0,0056
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	4,22	0,17
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0164	0,0009
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	10,74	0,16
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,21933	0,01026
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,02633	0,00096
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	16,20	1,00
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0066	0,0006
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,069	0,020
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00026	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	25,0	1,1
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1144	0,0028
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0017	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0012	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,1417	0,0044

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530864/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,014	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	34,913	4,722
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	219	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,91	0,55
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,431	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	53,42	2,59
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00550	0,00043
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,095	0,026
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0126	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,37	1,43
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00126	0,00017
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,97	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0351	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,367	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00033	0,00022
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00636	0,00070
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,66	1,07
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,066	0,019
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,6	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1687	0,0058
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000453	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0530	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530865/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					**530865/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-2**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,016	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,157	5,209
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	178	11
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,60	0,54
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,432	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,49	2,61
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,016	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00581	0,00045
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0135	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,79	1,54
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00150	0,00019
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0538	0,0035
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,14	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0347	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,687	0,117
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00111	0,00026
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00727	0,00077
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	18,50	1,12
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,105	0,025
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,1	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1748	0,0062
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000445	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0563	0,0014
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0195	NE

Nº ALS LS					**530866/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**12:20:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-3**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530866/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					12:20:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,4	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,021	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,129	5,202
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	234	15
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,64	0,54
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,428	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,53	2,61
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,017	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00568	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,125	0,032
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0121	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	28,91	1,39
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00171	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0228	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,95	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0361	0,0017
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,272	0,113
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00076	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00699	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,48	1,06
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,119	0,028
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00028	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,5	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1749	0,0062
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000454	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0531	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0197	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 10

Nº ALS LS					**530867/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**20/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RMam-2**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	88,5	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,023	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	35,079	4,757
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	236	15
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	3	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	14,67	0,56
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,412	0,040
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	59,85	2,73
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,029	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00587	0,00045
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0130	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	33,13	1,74
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00160	0,00020
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0238	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,29	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0385	0,0018
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,785	0,118
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00082	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00801	0,00078
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	19,25	1,16
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,114	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00034	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1866	0,0071
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000473	0,000083
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0548	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Nº ALS LS					**530868/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**20/10/2018**	
Hora de Muestreo					**12:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**MSN-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530868/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					MSN-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,018	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	36,548	5,074
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	218	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	12,94	0,52
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,429	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	61,27	2,76
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,021	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00648	0,00049
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0129	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	33,29	1,76
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00194	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0228	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,81	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0347	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,128	0,112
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00083	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00935	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	16,63	1,02
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,107	0,026
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1715	0,0060
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000441	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0551	0,0014
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0196	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	30/10/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	25/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	25/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	25/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	25/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
PCB Total	0,000002	0,000014	mg/L	< 0,000002	26/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	0,015	mg/L	< 0,006	31/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	25/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfuros	0,001	0,003	mg S-2/L	< 0,001	02/11/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	96,9	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	30/10/2018
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cloruros, Cl-	101,7	80-120	25/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	93,2	80-120	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	108,0	80-120	27/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fluoruros, F-	97,5	80-120	25/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,0	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	97,3	80-120	25/10/2018
Fosfatos (como P)	98,3	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,1	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	97,3	80-120	25/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,3	80-120	26/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	106,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	104,3	85-115	30/10/2018
PCB Total	88,8	70-130	26/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	112,1	85-115	31/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	105,6	85-115	31/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	102,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	90,4	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	101,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	96,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	103,0	80-120	26/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	106,0	80-120	26/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	99,8	80-120	25/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfuros	94,0	80-120	02/11/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DMCA-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LCha-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CAAyo-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QSub-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
MSN-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado), 2011	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.2017	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografia Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografia Ionica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
13230	LME	Bifenilos Policlorados, (PCBs)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by gas cromatography
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F,23rd Ed.2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
13407	LME	Sílicatos (Varios)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2 D, 23rd Ed.2017.Validado)	Silica: Heteropoly Blue Method
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
			2540 D, 22nd Ed. 2012	
12194	LME	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017	Sulfide: Methylene Blue Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60889/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LMam-4	530859/2018-1.0	qutnoup&5958035
DMCA-1	530860/2018-1.0	rutnoup&5068035
LCha-1	530861/2018-1.1	qrrqllq&5168035
CAAyo-2	530862/2018-1.0	musqsup&5268035
QSub-1	530863/2018-1.1	mrrqllq&5368035
LMam-1	530864/2018-1.0	qusqsup&5468035
LMam-2	530865/2018-1.0	rusqsup&5568035
LMam-3	530866/2018-1.0	susqsup&5668035
RMam-2	530867/2018-1.0	uusqsup&5768035
MSN-1	530868/2018-1.0	lltqsup&5868035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 **CUC: 0014-10-2018-401**

Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 6

Nº ALS LS	**530973/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**19/10/2018**
Hora de Muestreo	**00:00:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**DUP-1**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,028	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00571	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,090	0,024
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,39	1,51
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00173	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0395	0,0031
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,10	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0316	0,0015
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,430	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00137	0,00027
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00699	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,79	1,08
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,112	0,026
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,8	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1773	0,0064
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000463	0,000082
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0547	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0220	0,0008

Nº ALS LS	**530982/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**21/10/2018**
Hora de Muestreo	**00:00:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**DUP-2**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,104	0,007
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00620	0,00047
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,112	0,029
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0164	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	35,49	1,96
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

Nº ALS LS	530982/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/10/2018
Hora de Muestreo	00:00:00
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales
Identificación	DUP-2

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00186	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1445	0,0061
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,23	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0358	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,428	0,124
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00429	0,00041
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00861	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	20,34	1,22
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,106	0,025
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00030	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,0	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2026	0,0083
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0030	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000523	0,000086
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0538	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0189	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
DUP-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DUP-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60903/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
DUP-1	530973/2018-1.0	onunoup&5379035
DUP-2	530982/2018-1.0	pnunoup&5289035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

"Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA."
División - Medio Ambiente

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 4

Nº ALS LS					530992/2018-1.1	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Agua Purificada	
Identificación					BKC	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ANÁLISIS DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11034	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Boro (B)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Bario (Ba)	11034	mg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001	NE
Berílio (Be)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11034	mg/L	0,10	0,15	< 0,10	NE
Cadmio (Cd)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Hierro (Fe)	11034	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11034	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11034	mg/L	0,04	0,10	< 0,04	NE
Litio (Li)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Magnesio (Mg)	11034	mg/L	0,003	0,010	< 0,003	NE
Manganeso (Mn)	11034	mg/L	0,00003	0,00020	< 0,00003	NE
Molibdeno (Mo)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Sodio (Na)	11034	mg/L	0,006	0,040	< 0,006	NE
Niquel (Ni)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11034	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo (Pb)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11034	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11034	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11034	mg/L	0,2	0,3	< 0,2	NE
Estaño (Sn)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Titanio (Ti)	11034	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11034	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11034	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11034	mg/L	0,0001	0,0005	< 0,0001	NE
Zinc (Zn)	11034	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Muestras del item: 5

Nº ALS LS					530993/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					12/10/2018	
Hora de Muestreo					11:50:00	
Tipo de Muestra					Agua Purificada	
Identificación					BKV	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ANÁLISIS DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11034	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Boro (B)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Bario (Ba)	11034	mg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001	NE
Berílio (Be)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11034	mg/L	0,10	0,15	< 0,10	NE
Cadmio (Cd)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

Nº ALS LS	530993/2018-1.0
Fecha de Muestreo	12/10/2018
Hora de Muestreo	11:50:00
Tipo de Muestra	Agua Purificada
Identificación	BKV

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cromo (Cr)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Hierro (Fe)	11034	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11034	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11034	mg/L	0,04	0,10	< 0,04	NE
Litio (Li)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Magnesio (Mg)	11034	mg/L	0,003	0,010	< 0,003	NE
Manganeso (Mn)	11034	mg/L	0,00003	0,00020	< 0,00003	NE
Molibdeno (Mo)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Sodio (Na)	11034	mg/L	0,006	0,040	< 0,006	NE
Niquel (Ni)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11034	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo (Pb)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11034	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11034	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11034	mg/L	0,2	0,3	< 0,2	NE
Estaño (Sn)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Titanio (Ti)	11034	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11034	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11034	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11034	mg/L	0,0001	0,0005	< 0,0001	NE
Zinc (Zn)	11034	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	29/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	29/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	29/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	29/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	29/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	29/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	29/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	29/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	29/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	29/10/2018

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	29/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	29/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	29/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	29/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	29/10/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	29/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	29/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	107,6	80-120	29/10/2018
Antimonio (Sb)	116,6	80-120	29/10/2018
Arsénico (As)	110,2	80-120	29/10/2018
Bario (Ba)	109,6	80-120	29/10/2018
Berílio (Be)	105,5	80-120	29/10/2018
Bismuto (Bi)	112,2	80-120	29/10/2018
Boro (B)	102,0	80-120	29/10/2018
Cadmio (Cd)	107,4	80-120	29/10/2018
Calcio (Ca)	106,5	80-120	29/10/2018
Cobalto (Co)	109,4	80-120	29/10/2018
Cobre (Cu)	112,1	80-120	29/10/2018
Cromo (Cr)	114,4	80-120	29/10/2018
Estaño (Sn)	106,1	80-120	29/10/2018
Estroncio (Sr)	112,6	80-120	29/10/2018
Fosforo (P)	106,4	80-120	29/10/2018
Hierro (Fe)	106,2	80-120	29/10/2018
Litio (Li)	106,2	80-120	29/10/2018
Magnesio (Mg)	110,4	80-120	29/10/2018
Manganeso (Mn)	119,7	80-120	29/10/2018
Mercurio (Hg)	96,0	80-120	29/10/2018
Molibdeno (Mo)	106,4	80-120	29/10/2018
Niquel (Ni)	117,0	80-120	29/10/2018
Plata (Ag)	108,1	80-120	29/10/2018
Plomo (Pb)	112,4	80-120	29/10/2018
Potasio (K)	112,3	80-120	29/10/2018
Selenio (Se)	111,6	80-120	29/10/2018
Silicio (Si)	96,0	80-120	29/10/2018
Sodio (Na)	103,3	80-120	29/10/2018
Talio (Tl)	106,4	80-120	29/10/2018
Titanio (Ti)	92,8	80-120	29/10/2018
Uranio (U)	113,0	80-120	29/10/2018
Vanadio (V)	109,0	80-120	29/10/2018
Zinc (Zn)	111,6	80-120	29/10/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
BKC	Cliente	Agua Purificada	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
BKV	Cliente	Agua Purificada	25/10/2018	12/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11034	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60904/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
BKC	530992/2018-1.1	qusrmlq&5299035
BKV	530993/2018-1.0	nnunoup&5399035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2176-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 08/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 3

Nº ALS LS					537773/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	14655	385
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	19,1	17,5
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	222,3	8,0
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	3701	52
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9,5	4,4
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	28,3	4,5
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	22303	761
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	3695	159
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	3009	197
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	966	43
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	324	55
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	48	12
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	36,9	2,6
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	103,4	4,6
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	670,9	41,0
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	1051	62
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	46,7	4,5
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	237,1	8,6
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	0,25	0,11

Nº ALS LS					537774/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	4333	353
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	< 17,5	NE
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	40,9	2,4
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9331	472
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	28,9	4,1
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	1508	47
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	3538	189

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Nº ALS LS					537774/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	1333	65
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	1099	78
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	17	5
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	356	56
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	11	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	68,4	2,7
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	33,2	3,2
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	959,3	57,1
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	631,0	41,9
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	53,3	4,7
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	119,6	3,6
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	< 0,10	NE

Nº ALS LS					537775/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	3588	350
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	< 17,5	NE
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	103,7	4,0
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9516	489
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	5,0	4,5
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	26,8	4,4
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	14181	708
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	2470	110
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	898	65
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	149	10
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	6,5	3,1
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	219	51
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	14	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	33,0	2,6
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	161,8	6,1
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	665,0	40,7

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Nº ALS LS	537775/2018-1.0
Fecha de Muestreo	22/10/2018
Hora de Muestreo	10:30:00
Tipo de Muestra	Sedimentos
Identificación	RMam-3

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	334,3	27,6
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	36,2	4,3
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	141,8	4,5
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	< 0,10	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Antimonio (Sb)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Arsenico (As)	3,5	17,5	mg/kg	< 3,5	03/11/2018
Bario (Ba)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Berilio (Be)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Bismuto (Bi)	1,5	7,5	mg/kg	< 1,5	03/11/2018
Cadmio (Cd)	0,5	1,0	mg/kg	< 0,5	03/11/2018
Calcio (Ca)	0,9	4,5	mg/kg	< 0,9	03/11/2018
Cobalto (Co)	0,8	4,0	mg/kg	< 0,8	03/11/2018
Cobre (Cu)	0,8	4,0	mg/kg	< 0,8	03/11/2018
Cromo (Cr)	0,9	4,5	mg/kg	< 0,9	03/11/2018
Estaño (Sn)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Estroncio (Sr)	0,7	3,5	mg/kg	< 0,7	03/11/2018
Fosforo (P)	4,5	22,5	mg/kg	< 4,5	03/11/2018
Hierro (Fe)	1,2	6,0	mg/kg	< 1,2	03/11/2018
Litio (Li)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Magnesio (Mg)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Manganeso (Mn)	1	5	mg/kg	< 1	03/11/2018
Mercurio Total (Hg)	0,01	0,10	mg/kg	< 0,01	03/11/2018
Molibdeno (Mo)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	03/11/2018
Niquel (Ni)	1	5	mg/kg	< 1	03/11/2018
Plata (Ag)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	03/11/2018
Plomo (Pb)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Potasio (K)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Selenio (Se)	1,6	8,0	mg/kg	< 1,6	03/11/2018
Silicio (Si)	2,4	12,0	mg/kg	< 2,4	03/11/2018
Sodio (Na)	9	45	mg/kg	< 9	03/11/2018
Talio (Tl)	3	15	mg/kg	< 3	03/11/2018
Titanio (Ti)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Vanadio (V)	0,5	2,5	mg/kg	< 0,5	03/11/2018
Zinc (Zn)	0,5	2,5	mg/kg	< 0,5	03/11/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	93,0	80-120	03/11/2018
Antimonio (Sb)	88,5	80-120	03/11/2018
Arsenico (As)	90,8	80-120	03/11/2018
Bario (Ba)	97,2	80-120	03/11/2018
Berilio (Be)	91,4	80-120	03/11/2018
Bismuto (Bi)	95,5	80-120	03/11/2018
Cadmio (Cd)	94,2	80-120	03/11/2018
Calcio (Ca)	100,7	80-120	03/11/2018
Cobalto (Co)	98,0	80-120	03/11/2018
Cobre (Cu)	86,7	80-120	03/11/2018
Cromo (Cr)	97,5	80-120	03/11/2018
Estaño (Sn)	92,7	80-120	03/11/2018
Estroncio (Sr)	89,2	80-120	03/11/2018
Fosforo (P)	89,2	80-120	03/11/2018
Hierro (Fe)	99,9	80-120	03/11/2018
Litio (Li)	85,9	80-120	03/11/2018
Magnesio (Mg)	82,0	80-120	03/11/2018
Manganeso (Mn)	99,0	80-120	03/11/2018
Mercurio Total (Hg)	98,3	80-120	03/11/2018
Molibdeno (Mo)	98,9	80-120	03/11/2018
Niquel (Ni)	97,0	80-120	03/11/2018
Plata (Ag)	94,0	80-120	03/11/2018
Plomo (Pb)	104,0	80-120	03/11/2018
Potasio (K)	93,2	80-120	03/11/2018
Selenio (Se)	99,8	80-120	03/11/2018
Silicio (Si)	115,6	80-120	03/11/2018
Sodio (Na)	95,2	80-120	03/11/2018
Talio (Tl)	90,0	80-120	03/11/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	03/11/2018
Vanadio (V)	97,5	80-120	03/11/2018
Zinc (Zn)	92,2	80-120	03/11/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LCha-1	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
13312	LME	Mercurio Total	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Mercury in solid or semisolid waste (Manual Cold-Vapor technique)
10601	LME	Metales por ICP OES	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Acid Digestion of Sediments. sludges and soils / Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Espectrometry
9757	LME	Metales por ICP OES*	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Acid Digestion of Sediments. sludges and soils / Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Espectrometry

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 61894/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LCha-1	537773/2018-1.0	mpunoup&5377735
LMam-2	537774/2018-1.0	npunoup&5477735
RMam-3	537775/2018-1.0	opunoup&5577735

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL OEFA

AV. FAUSTINO SANCHEZ CARRION NRO. 603 LIMA - LIMA - JESUS MARIA

ENV / LB-344606-032

PROCEDENCIA : **AREQUIPA - CASTILLA - AYO**

Fecha de Recepción SGS : 29-10-2018

Fecha de Ejecución : Del 29-10-2018 al 02-11-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
L- Mam -2
RMam-3

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 02/11/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

SEGUNDO ORIGINAL

SGS del Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					L- Mam -2	RMam-3
FECHA DE MUESTREO					19/10/2018	22/10/2018
HORA DE MUESTREO					11:00:00	10:30:00
MATRIZ					SEDIMENTOS	SEDIMENTOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SEDIMENTOS	SEDIMENTOS
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Materia orgánica	ES_NOM21_AS07_MO_TOC	%	0.1	0.3	<0.3	13.1 ± 1.6

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Materia orgánica	%	0.3	<0.3	0 - 1%	102 - 104%

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_NOM21_AS07_MO_TOC	Callao	Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k – 2 para un nivel de confianza aproximada al 95%

Condición y Estado de la muestra ensayada:	La muestra llegó preservada a Laboratorio. La fecha de muestreo ha sido proporcionado por el cliente.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé publica y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestas han sido tomadas.

Ultima Revisión Julio 2015

REPORTE DE EQUIPOS
MA1822667

REPORTE DE EQUIPOS

Matriz: SEDIMENTOS

Parámetros	Equipo	Marca	Código	Utilidad	Nro. Certificado	Caducidad
Materia orgánica	Bureta Digital	Titrette	MA-B-25-07	Análisis	LVD-094-2018	Jul-19

ANEXO 3

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

REPORTE DE CAMPO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**REPORTE DE CAMPO**

Título del estudio	:	Ejecución del monitoreo de la calidad de agua, sedimento e hidrobiología en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, ubicado en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.			
Fecha de ejecución	:	Del 16 al 24 de octubre de 2018			
CUE	:	2018-03-0013	CUC	:	014-10-2018-401
Tipo de evaluación	:	No Programada			
Fecha	:	07 NOV. 2018	Reporte N.°	:	058-2018-STEC

1. DATOS DEL ADMINISTRADO

Razón social del administrado	Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L.
Área de operación o proyecto	Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul
Distrito	Ayo
Provincia	Castilla
Departamento	Arequipa

2. DATOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Matriz evaluada	Cantidad de puntos de muestreo y medición	Equipo evaluador
Agua superficial	14	Janet Brígida Quincho Olazábal Juan Carlos Fernández Cerna Paola Joannet Enríquez Lara Francisco Javier Mosquera Lenti
Sedimentos	3	
Comunidades hidrobiológicas	9	

3. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS *IN SITU*

3.1. CALIDAD DEL AGUA

3.1.1. Descripción del área de estudio

Las acciones de monitoreo se realizaron en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul (en adelante, proyecto Laguna Azul) ubicada en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Hidrográficamente, el proyecto Laguna Azul se ubica en la parte alta de la microcuenca del río Mamacocha, y las aguas para la generación de energía lo usará del rebose de la laguna Mamacocha, para luego descargar sus aguas turbinadas al río Mamacocha, el cual tributa al río Colca.

3.1.2. Documentos técnicos empleados

N.°	Nombre del protocolo / guía
1	«Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales», Autoridad Nacional del Agua (ANA)-2016
2	«Manual de hidrometría», Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)-2016
3	«Guía de prácticas hidrológicas», Organización Meteorológica Mundial (OMM)-2011

4	«Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados, muestreo de aguas subterráneas», Ministerio del Ambiente (Minam)-2016
5	«National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data (NFM)», U.S. Geological Survey-2015

3.1.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipos/Materiales[1]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Multiparámetro	HACH	HQ40d	150500000935 150500000789	602264710025 602264710033	--
Sonda de pH	HACH	PHC101	172762568064 172722567026	---	LA-647-2017 LA-649-2017
Sonda de conductividad	HACH	CDC401	151332587028 151142587016	---	LA-103-2018 LA-128-2018
Sonda de temperatura	HACH	PCH-101	172762568064 172722567026	---	LA-646-2017 LA-648-2017
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	LDO101	152892599016 151282597014	---	LA-0442018 LA-0522018
Sonda de ORP	HACH	MTC10101	171983028002 171793028010	---	LA-1662018 LA-1652018
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	1550006911 1550006908	602224760049 602224260069	038-17
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005028 4HU004992	952231860276 952231860249	---
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	062051001713 082051001004	742208970132 742208970141	---
Bomba de filtrado	S/M	S/M	---	60221068-0035	---

(*) S/M: Sin modelo

3.1.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo de agua superficial se presentan a continuación; mientras que en el Anexo G se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo descritos.

Código OEFA	Submatriz	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
LCha-1	AS	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	Ubicado en la laguna Chacas, punto de descarga.
QSub-1	AS	18/10/2018	13:10	796 484	8 277 940	3 031	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.
RCha-1	AS	18/10/2018	14:30	793 123	8 279 069	2 919	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de laguna Chachas.
LMam-1	AS	19/10/2018	09:15	795 153	8 264 905	1 745	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.
LMam-2	AS	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	Ubicado en la Laguna Mamacocha, lado este.

[1] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Código OEFA	Submatriz	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
LMam-3	AS	19/10/2018	12:20	795 251	8 264 723	1 639	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.
LMam-4	AS	19/10/2018	14:30	795 399	8 264 629	1 695	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga.
RMam-2	AS	20/10/2018	11:00	794 893	8 263 559	1 519	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha.
MSN-1	AS	20/10/2018	12:00	795 341	8 264 068	1 586	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este.
DMCA-1	AS	20/10/2018	13:00	795 467	8 264 570	1 684	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo.
CAAyo-2	AS	20/10/2018	15:00	792 624	8 264 599	1 970	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta.
CAAyo-1	AS	20/10/2018	16:40	792 351	8 264 553	1 977	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja.
RMam-4	AS	21/10/2018	10:05	796 424	8 261 037	1 348	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca.
RCol-1	AS	21/10/2018	11:00	796 502	8 261 130	1 347	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.
RCol-2	AS	21/10/2018	12:00	796 482	8 260 962	1 355	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha.
RMam-3	AS	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA - OEFA

3.1.5. Datos de campo

Código OEFA	Muestreo		Parámetros						Observaciones
	Fecha	Hora	pH	CE (µS/cm)	T (°C)	OD (mg/L)	ORP (mV)	Q (m^3/s)	
LCha-1	18/10/2018	11:28	8,06	218	19,5	6,39	122,1	---	---
QSub-1	18/10/2018	13:10	7,12	335	21,4	5,96	206,8	---	---
RCha-1	18/10/2018	14:30	---	---	---	---	---	---	
LMam-1	19/10/2018	09:15	7,31	293	18,7	6,84	147,1	---	---
LMam-2	19/10/2018	11:00	7,28	294	17,4	6,98	152,7	---	---
LMam-3	19/10/2018	12:20	7,16	297	18,3	7,29	203,3	---	---
LMam-4	19/10/2018	14:30	7,34	285	18,7	7,54	158,6	6,817	---
RMam-2	20/10/2018	11:00	7,78	311	18,0	7,88	147,4	---	---
MSN-1	20/10/2018	12:00	7,48	318	17,5	7,14	145,1	---	---
DMCA-1	20/10/2018	13:00	7,32	315	17,6	7,59	166,1	0,3136	---
CAAyo-2	20/10/2018	15:00	8,32	759	16,6	7,67	140,5	0,0536	---
CAAyo-1	20/10/2018	16:40	---	---	---	---	---	---	---
RMam-4	21/10/2018	10:05	8,11	328	21,6	7,31	99,0	---	---

Código OEFA	Muestreo		Parámetros						Observaciones
	Fecha	Hora	pH	CE (µS/cm)	T (°C)	OD (mg/L)	ORP (mV)	Q (m^3/s)	
RCol-1	21/10/2018	11:05	8,14	837	21,2	8,26	149,5	---	---
RCol-2	21/10/2018	12:00	8,14	393	21,4	6,18	161,1	---	---
RMam-3	22/10/2018	10:30	8,08	342	18,9	7,62	125,7	---	---

---: No hay registros

3.1.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de análisis	Laboratorio	N.° de muestras programadas	N.° de muestras ejecutadas
RS N.° 2173-2018	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B	ALS LS Perú S.A.C.	16	14
	Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B		16	14
	Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-Cl B		16	14
	Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-F- B, C		16	14
	Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500- SO4 2-E		16	14
	Fosfato	EPA METHOD 365.3, 1983		16	14
	Silicatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2, D, 22nd Ed. 2012 (validado)		16	14
	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012		16	14
	Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22nd Ed. 2012		16	14
	Aceites y grasas	ASTM D7066-04 (Validado), 2011		16	12
	Demanda Química Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012		7	7
	Bifenilos Policlorados (PCB)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007		3	3
	Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 C		16	14
	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 D		16	14
	Metales totales (incluido mercurio)	EPA METHOD 200.8		20	16
	Metales disueltos (incluido mercurio)	EPA METHOD 200.8		16	14

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA OEFA

3.2. CALIDAD DE SEDIMENTO

3.2.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra descrita en el ítem 3.1.1.

3.2.2. Documentos técnicos empleados

Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para el monitoreo y evaluación de sedimentos de aguas continentales, se utilizó los siguientes protocolos de referencia:

N.°	Nombre del protocolo/guía
1	«Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME», Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-México 2012.
2	«Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos para la determinación de metales», Ministerio de vivienda y desarrollo territorial – Colombia 2011.

3.2.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipo / Materiales[2]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005170 4HU005008	952231860296 952231860263	--
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	092051001983 092051001010	742208970196 742208970147	--
Bandeja colectora	--	--	--	--	--
Espátulas	--	--	--	--	--

3.2.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Código OEFA	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Precisión (m)	Descripción
	Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)			
LCha-1	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	±3	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.
LMam-2	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	±3	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.
RMam-3	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	±3	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

3.2.5. Datos de campo

Código OEFA	Tipo de ambiente acuático	Profundidad de la columna de agua (m)	Pendiente	Características físicas y organolépticos				Observaciones
				Color	Olor	Tipo de sedimento	Presencia de materia orgánica	
LCha-1	Léntico	0,25	Moderada	10Y8/8	--	Arena/limo	Sí	--
LMam-2	Léntico	0,05	Moderada	7.5Y7/2	--	Arena	No	--

[2] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Código OEFA	Tipo de ambiente acuático	Profundidad de la columna de agua (m)	Pendiente	Características físicas y organolépticos				Observaciones
				Color	Olor	Tipo de sedimento	Presencia de materia orgánica	
RMam-3	Lótico	0,05	Moderada	7.5Y6/4	--	Arena	No	--

3.2.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de Análisis	Laboratorio	N.° de muestras programadas	N.° de muestras ejecutadas
RS N.° 2175-2018	Metales totales	EPA 3050 B: 1996/ EPA 6010 B: 1996	ALS LS Perú S.A.C.	14	3
	Bifenilos policlorados (PCB)	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014		3	0
RS N°. 2176-2018	Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT20; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017	SGS	12	2

3.3. COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

3.3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra descrita en el ítem 3.1.1.

3.3.2. Documentos técnicos empleados

N.°	Nombre del protocolo/guía
1	«Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú», Minam-2015.

Matriz	Parámetros	Método de colecta	Tipo de muestra	Réplica
Biológica	Fitoplancton	Filtrado de 20 L de agua superficial en una red planctónica de 20 micras	Directa	Una
	Zooplancton	Filtrado de 20 L de agua superficial en una red planctónica de 20 micras	Directa	Una
	Perifiton	Raspado de una superficie de 25 cm^2	Compuesta	--
	Macroinvertebrados bentónicos	Muestreo de una superficie total de 0,27 m^2 con red Surber	Compuesta	--

3.3.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipo / Materiales[3]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005170	952231860296	--
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	092051001983	742208970196	--
Red surber	--	--	--	--	--

[3] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Tamiz de acero inoxidable	--	--	--	--	--
Espátula	--	--	--	--	--
Cepillo	--	--	--	--	--

3.3.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Ambiente acuático		Código del punto muestreo	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
Tipo	Nombre				Este (m)	Norte (m)		
Laguna	Chachas	LCha-1	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
Quebrada	Subna	QSub-1	18/10/2018	13:10	796 484	8 277 940	3 031	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.
Laguna	Mamacocha	LMam-1	19/10/2018	09:15	795 153	8 264 905	1 745	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.
Laguna	Mamacocha	LMam-2	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.
Laguna	Mamacocha	LMam-3	19/10/2018	12:20	795 251	8 264 723	1 639	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.
Río	Mamacocha	RMam-4	21/10/2018	10:05	796 424	8 261 037	1 348	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca.
Río	Colca	RCol-1	21/10/2018	11:00	796 502	8 261 130	1 347	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.
Río	Colca	RCol-2	21/10/2018	12:00	796 482	8 260 962	1 355	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha.
Río	Mamacocha	RMam-3	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

ACIÓN Y FISC... SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA ...O - OEFA

3.3.5. Datos de campo

3.3.5.1. Caracterización de los puntos de muestreo hidrobiológicos

Ambiente acuático		Laguna Chachas	Quebrada Subna	Laguna Mamacocha	Laguna Mamacocha	Laguna Mamacocha
Fecha		18/10/2018	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018
Código		**LCha-1**	**QSub-1**	**LMam-1**	**LMam-2**	**LMam-3**
Georreferencia	Coordenadas UTM	8 280 950	8 277 940	8 264 905	8 264 907	8264 723
		793 590	796 484	795 153	795 341	795 251
	Altitud	2 955	3 031	1 745	1 685	1 639
	Hora inicial	11:28	13:10	09:15	11:00	12:20
	Hora final	11:58	13:40	09: 45	11:30	12:50
	Clima	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado
Morfometría	Tipo de ambiente	Léntico	Lótico	Léntico	Léntico	Léntico
	Ancho promedio (m) aprox.	-	0,3	1,5	-	-
	Prof. promedio (m)	-	0,2	1	-	-
	Prof. máxima de muestreo (m)	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5
Agua	Velocidad de corriente	Lento	Moderada	Lento	Lento	Lento
	Tipo de agua	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara
	Tipo de flujo	Constante	Constante y no uniforme	Constante	Constante	Constante
	Color aparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
	Transparencia (cm)	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5
Orilla	Tipo de orilla	Estable	Estable	Inestable	Estable	Estable
	Pendiente (grados de inclinación)	5°	-	5°	5°	5°
	Cobertura de orilla	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida
	Ensombramiento (%)	5	5	70	80	50
Fondo (%)	Limo-Fango-Arcilla	-	-	-	-	-
	Arena	5	-	20	20	5
	Grava	20	-	10	10	10
	Canto rodado	25	-	10	10	10
	Bloques/roca	40	-	20	20	20
	Roca madre	10	-	5	10	5
	Fango	-	-	10	10	10
	Hojarasca	-	-	10	20	20
	Otros	-	-	-	-	-
Microhábitat %	Riffle	-	-	-	-	-
	Rápidos	70	-	30	70	50
	Remansos	-	-	20	-	-
	Pozos	10	-	30	10	20
	Playas	-	-		-	-
	Caídas	5	-	20	20	30
	Corridas	-	-	-	-	-

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
OEFA - TRANSMISIÓN

Vegetación	Vegetación de orilla	Ausente	Hierbas	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos
	Vegetación circundante	Ausente	Ausente	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos	Árboles y arbustiva
	Vegetación sumergida	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente
Estado de conservación		Excelente	-	Moderado	Excelente	Bueno
Observaciones		-	-	-	-	-
Parámetros	Oxígeno disuelto	6,39	5,96	6,84	6,98	7,29
	Conductividad	218	335	293	294	297
	Temperatura	19,5	21,4	18,7	17,4	18,3
	pH	8,06	7,12	7,31	7,28	7,16

Ambiente acuático		Río Mamacocha	Río Colca	Río Colca	Río Mamacocha
Fecha		21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018
Código		**RMam-4**	**RCol-1**	**RCol-2**	**RMam-3**
Georreferencia	Coordenadas UTM	8 261 037	8 261 130	8 260 962	8 261 226
		796 424	796 502	796 482	795 320
	Altitud	1 348	1 347	1 355	1 392
	Hora inicial	10:05	11:00	12:00	10:30
	Hora final	10:35	11:30	12:30	11:00
	Clima	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado
Morfometría	Tipo de ambiente	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico
	Ancho promedio (m) aprox.	7	6	5	4
	Prof. promedio (m)	1,2	0,8	0,5	1
	Prof. máxima de muestreo (m)	0,5	0,5	0,4	0,5
Agua	Velocidad de corriente	Moderada	Moderada	Rápida	Rápida
	Tipo de agua	Clara	Clara	Clara	Clara
	Tipo de flujo	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme
	Color aparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
	Transparencia (cm)	0,2	0,1	0,4	0,5
Orilla	Tipo de orilla	Estable	Estable	Estable	Estable
	Pendiente (grados de inclinación)	20°	30°	30°	20°
	Cobertura de orilla	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida
	Ensombramiento (%)	40	10	10	30
Fondo (%)	Limo-fango-arcilla	-	-	-	-
	Arena	10	10	-	10
	Grava	20	20	30	20
	Canto rodado	15	15	20	25
	Bloques/roca	50	20	20	40
	Roca madre	-	-	-	-
	Fango	-	-	-	-

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

	Hojarasca	5	5	-	5
	Otros	-	-	-	-
Microhábitats %	Riffle	-	-	-	-
	Rápidos	60	10	10	40
	Remansos	10	-	-	-
	Pozos	10	20	10	20
	Playas	-	-	-	-
	Caídas	20	10	10	20
	Corridas	-	-	-	-
Vegetación	Vegetación de orilla	Hierbas y arbustos	Ausente	Ausente	Hierbas y arbustos
	Vegetación circundante	Hierbas y arbustos	Ausente	Ausente	Hierbas y arbustos
	Vegetación sumergida	Presente	Ausente	Ausente	Presente
Estado de conservación		Bueno	Mala	Mala	Bueno
Observaciones		-	-	-	-
Parámetros	Oxígeno disuelto	7,31	8,26	6,18	7,62
	Conductividad	328	837	393	342
	Temperatura	21,6	21,2	21,4	18,9
	pH	8,11	8,14	8,14	8,08

3.3.5.2. Comunidades hidrobiológicas evaluadas

N.°	Parámetros	Número de muestras
1	Macroinvertebrados bentónicos	9
2	Perifiton	8
3	Fitoplancton	3
4	Zooplancton	3

3.3.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de Análisis	Laboratorio	N.° de muestras ejecutadas	N.° de muestras programadas
RS N.° 2174-2018	Macroinvertebrados bentónicos	Determinación taxonómica	OEFA	9	13
	Perifiton	Determinación taxonómica	OEFA	8	13
	Fitoplancton	Determinación taxonómica	OEFA	3	4
	Zooplancton	Determinación taxonómica	OEFA	3	4

4. OBSERVACIONES

Este reporte no incluye los resultados taxonómicos ni analíticos de las muestras tomadas.

5. ANEXOS

Anexo A	:	Fichas de campo
Anexo B	:	Cadenas de custodia
Anexo C	:	Registro fotográfico
Anexo D	:	Ficha de verificación y ajuste de equipos
Anexo E	:	Certificado de calibración de los equipos ambientales
Anexo F	:	Cálculo de caudal
Anexo G	:	Mapas de los puntos de muestreo

Atentamente:

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JANET BRÍGIDA QUINCHO OLAZÁBAL
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

PAOLA JOANNETT ENRÍQUEZ LARA
Especialista de Monitoreos Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ANEXO A

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

FICHAS DE CAMPO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407

PUNTO DE MUESTREO: LCha-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 11 : 28 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L Este (m): 793590 Norte (m): 8280950 Altitud (m s.n.m.): 2955 Precisión (± m): 3	8,06	218	6,39	19,5	—	122,1

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: QSub-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 13 : 10 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L Este (m): 796484 Norte (m): 8277940 Altitud (m s.n.m.): 3031 Precisión (± m): 3	7,12	335	5,96	21,4	—	206,8

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCha-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 14 : 30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona: 18L Este (m): 793723 Norte (m): 8279069 Altitud (m s.n.m.): 2979 Precisión (± m): 3	—	—	—	—	—		

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Punto seco

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 18/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUISPE CAZÁBAL FECHA: 18/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0073 CUC: 074-10-2018-YOT

PUNTO DE MUESTREO: LMam-1 FECHA: 19/10/2018 HORA: 09:15 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795153 Norte (m): 8264905 Altitud (m s.n.m.): 1745 Precisión (± m): 3	7,31	293	6,84	18,7	—	147,1

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: LMam-2 FECHA: 19/10/2018 HORA: 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795341 Norte (m): 8264907 Altitud (m s.n.m.): 1685 Precisión (± m): 3	7,28	294	6,98	17,4	—	152,7

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: LMam-3 FECHA: 19/10/2018 HORA: 12:20 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795251 Norte (m): 8264723 Altitud (m s.n.m.): 1639 Precisión (± m): 3	7,16	297	7,29	18,3	—	203,3

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 19/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUAZÁBAL FECHA: 19/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: LMam-4 FECHA: 19/10/2018 HORA: 14:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,34	285	7,54	18,7	—	158,6
Este (m): 795399						
Norte (m): 8264629						
Altitud (m s.n.m.): 1695						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	1	0,44			1,0
	1	0,54			2,5
	1	0,54			2,8
	1	0,48			2,5
	1	0,61			2,0
	1	0,54			0,8
	1	0,51			1,9
	0,5	0,48			0,5

OBSERVACIONES: Caudal = 6,817 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: RMam-2 FECHA: 20/10/2018 HORA: 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,78	311	7,88	18,0	—	147,4
Este (m): 794893						
Norte (m): 8263559						
Altitud (m s.n.m.): 1579						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES:

PUNTO DE MUESTREO: MSN-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 12:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,48	318	7,14	17,5	—	145,1
Este (m): 795347						
Norte (m): 8264068						
Altitud (m s.n.m.): 1586						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros	X	Otros	
MANANTIAL			

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES:

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 20/10/2018 FIRMA: Paola Enríquez

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO OLAZÁBAL FECHA: 20/10/2018 FIRMA: Janet

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: DMCA-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 13:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	7,32	315	7,59	17,6	—	166,1
Este (m): 795467						
Norte (m): 8264570						
Altitud (m s.n.m.): 1684						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	0,0	0,64			0,5
	0,2	0,64			0,5
	0,3	0,64			0,5
	0,2	0,64			0,5
	0,28	0,64			0,5

OBSERVACIONES: Caudal = 0,313 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: CAAyo-2 FECHA: 20/10/2018 HORA: 15:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,32	759	7,67	16,6	—	140,5
Este (m): 792624						
Norte (m): 8264599						
Altitud (m s.n.m.): 1970						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	0,1	0,145			0,1
	0,35	0,2			0,5
	0,4	0,16			0,4
	0,07	0,15			0,1

OBSERVACIONES: Caudal = 0,0536 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: CAAyo-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 16:40 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona: 18L	—	—	—	—	—		
Este (m): 792351							
Norte (m): 8264553							
Altitud (m s.n.m.): 1977							
Precisión (± m): 3							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES: Punto seco

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA FECHA: 20/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUEZADA FECHA: 20/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: RMam-4 FECHA: 21/10/2018 HORA: 10:05 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha, a 200 antes de la confluencia con el río Colca.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,11	328	7,31	21,6	–	99,00
Este (m): 796424						
Norte (m): 8261037						
Altitud (m s.n.m.): 7348						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCol-1 FECHA: 21/10/2018 HORA: 11:05 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,14	837	8,26	21,2	–	149,5
Este (m): 796502						
Norte (m): 8261130						
Altitud (m s.n.m.): 7347						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCol-2 FECHA: 21/10/2018 HORA: 12:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Colca, a 150 m aguas abajo después de la confluencia con el río Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,14	393	6,18	21,4	–	161,1
Este (m): 796482						
Norte (m): 8260962						
Altitud (m s.n.m.): 7355						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA FECHA: 21/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUARÁBAL FECHA: 21/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-Y01

PUNTO DE MUESTREO: RMam-3 FECHA: 22/10/2018 HORA: 10:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha, a 1Km aguas arriba de la confluencia con el río Colca.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP(mV)	
Zona: 18L	8,08	342	7,62	18,9	—	125,7	
Este (m): 795320							
Norte (m): 8261226							
Altitud (m s.n.m.): 1392							
Precisión (± m): 3							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona:							
Este (m):							
Norte (m):							
Altitud (m s.n.m.):							
Precisión (± m):							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona:							
Este (m):							
Norte (m):							
Altitud (m s.n.m.):							
Precisión (± m):							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 22/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO OLAZÁRAL FECHA: 22/10/2018 FIRMA:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE SEDIMENTO

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: LCha-1 **FECHA:** 18/10/2018 **HORA:** 11:28 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Laguna Chachas
ESTE (m)	793590	NO [ ]		
NORTE (m)	8280950	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	2955	—		
PRECISIÓN (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: LMam-2 **FECHA:** 19/10/2018 **HORA:** 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Laguna Mamacocha
ESTE (m)	795341	NO [ ]		
NORTE (m)	8264907	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	1685	—		
PRECISION (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: RMam-3 **FECHA:** 22/10/2018 **HORA:** 10:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha a 1 km de la confluencia con el río Colca.

CCOORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Río Mamacocha
ESTE (m)	795320	NO [ ]		
NORTE (m)	8261226	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	1392	—		
PRECISIÓN (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: **FECHA:** __/__/____ **HORA:** __:__ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA		SI [ ]	Duplicado [ ]	
ESTE (m)		NO [ ]		
NORTE (m)		OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)				
PRECISIÓN (± m)				

PUNTO DE MUESTREO: **FECHA:** __/__/____ **HORA:** __:__ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA		SI [ ]	Duplicado [ ]	
ESTE (m)		NO [ ]		
NORTE (m)		OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)				
PRECISIÓN (± m)				

Responsable de grupo de trabajo: Paola Joannett Enriquez Firma:

Responsable de toma de muestra: Francisco Javier Mosquera Lenti Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0013	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LCha-1	Colector: Juan Fernandez
Clima: Soleado / Estación climática:	Fecha: 18/10/2018 / H. inicio: 11:28
Coordenadas: E: 793590 N: 8280950	Altitud: 2955 / H. fin: 11:58
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Chachas	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxigeno Disuelto (mg/L): 6,39	Temperatura (°C): 19,5
Conductividad (µs/m³): 218	pH (unidades de pH): 8.06
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones:	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque	10 cm²	10 cm²	—
Canto	—	—	5 cm²
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUALITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

—

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)✓

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido	(SI)	(NO)✓
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)✓

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma: Paola Enríquez C.

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ GERMA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

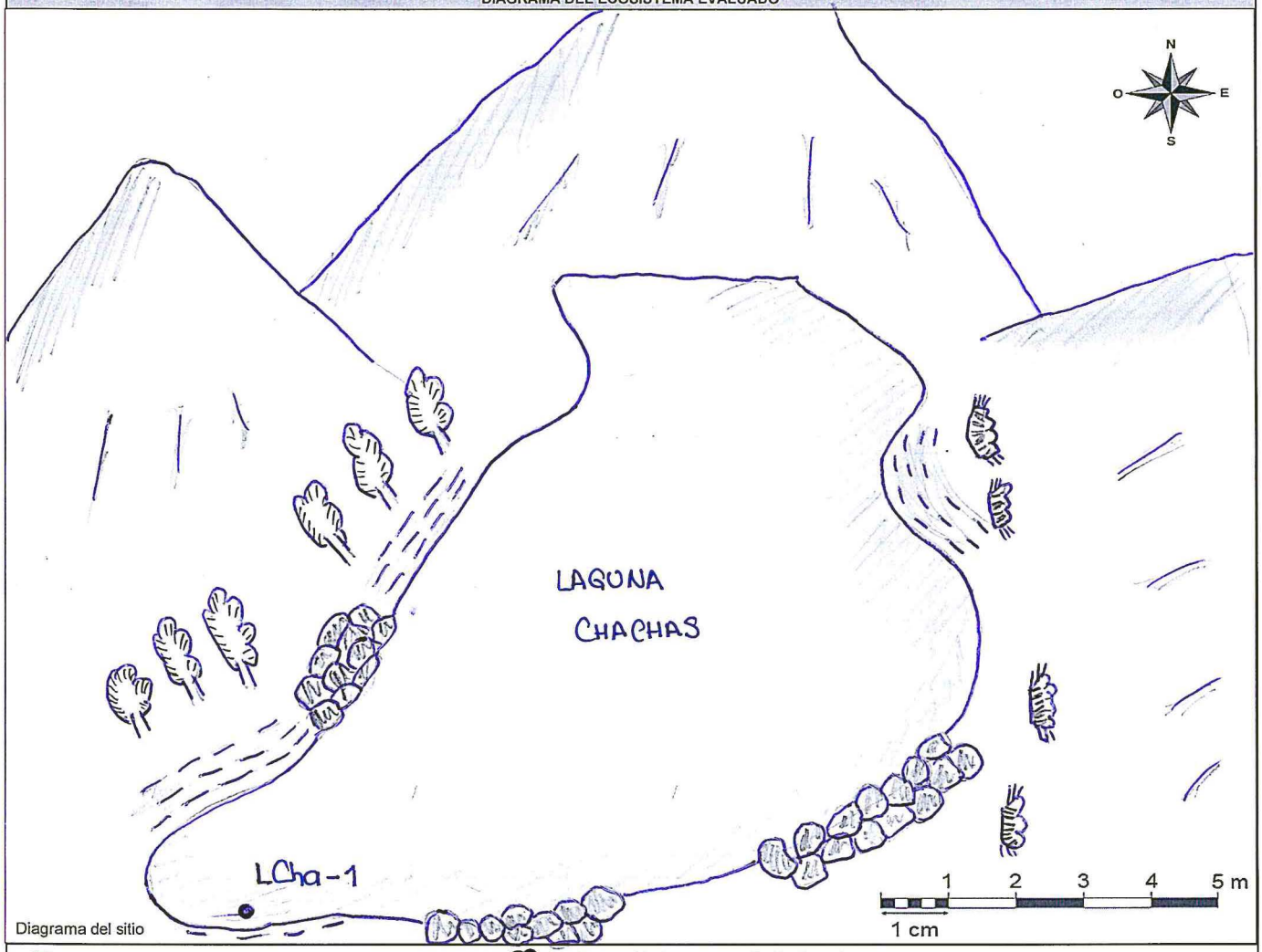


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: QSub-1
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796484 N (m): 8277940
Nombre del cuerpo de agua: Quebrada Subna

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 18/10/2018 H. inicio: 13:10
Altitud: 3037 (m s.n.m.) H. fin: 13:40
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	5.96	Temperatura (°C):	21,4
Conductividad eléctrica (µS/cm):	335	pH (unidad de pH):	7,72
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones: ———

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 0,3
Longitud de tramo evaluado (m): 10 - 20
Profundidad promedio (m): 0,2
Profundidad máxima muestreada (m): 0,1
Posibles fuentes contaminantes cercanas: ———

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 1
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 2
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm^2)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm^2

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m^2)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	ORILLA	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	ORILLA	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m^2

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Observaciones:

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERVA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

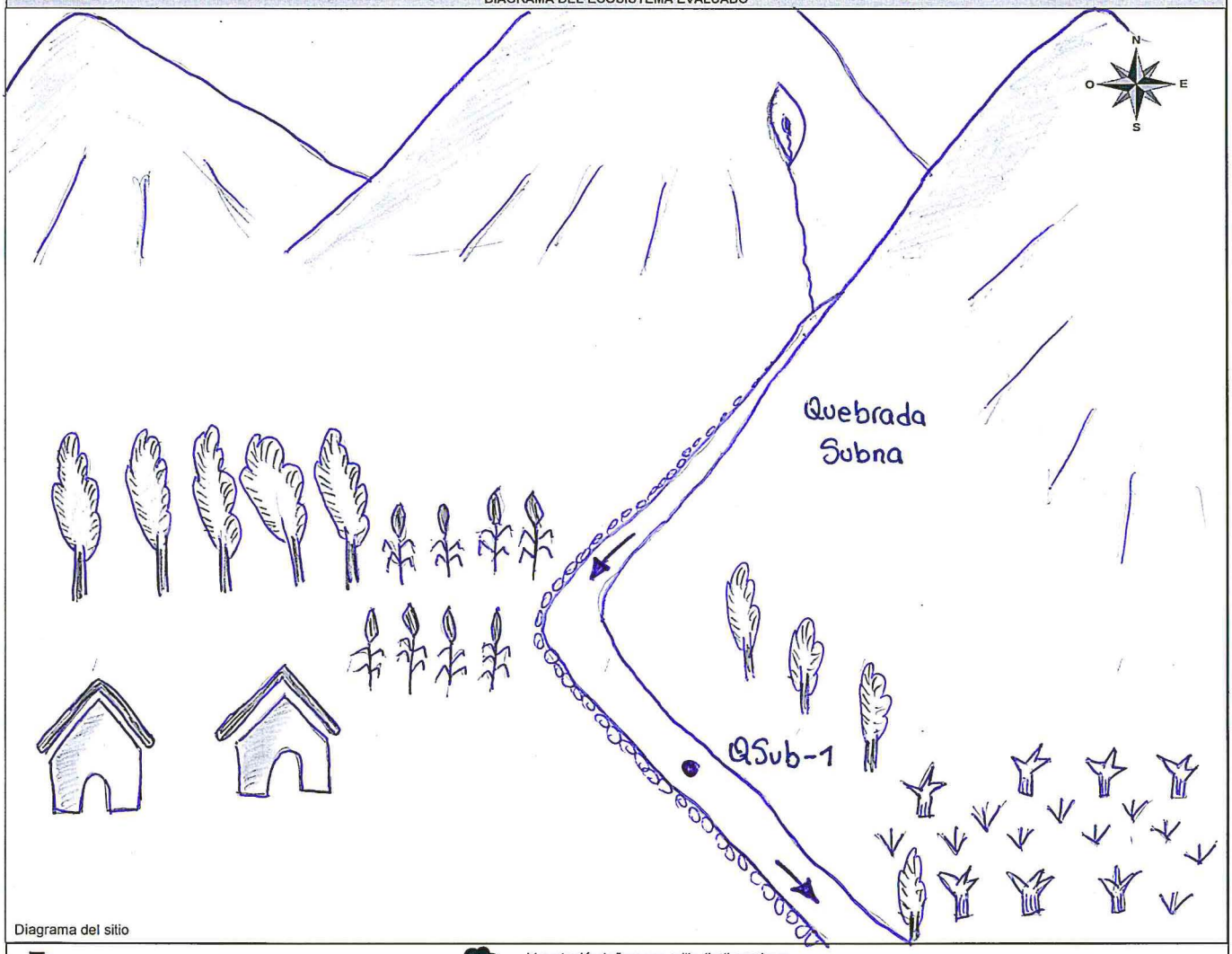


Diagrama del sitio

- Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)
- Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)
- Industria
- Población
- Pistas o trochas (indicar)
- Puente
- Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)
- Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)
- Vegetación no leñosa (hierbas)
- Orilla baldía
- Zona de cultivo
- Zona de pastoreo
- Troncos y/o ramas en el cauce
- Roca madre en el cauce
- Tabla
- Corridas
- Rápidos
- Caídas
- Pozas
- Dirección de flujo

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-401
Código del punto de muestreo: L Mam-7
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 795 153 N (m): 8 264 905
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha (Recarga)

Localidad de muestreo: Arequipa-Castilla-Ayo
Fecha: 19/10/2018 H. inicio: 09:15
Altitud: 1745 (m s.n.m.) H. fin: 09:45
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	6,84	Temperatura (°C):	18,7
Conductividad eléctrica (µS/cm):	293	pH (unidad de pH):	7,37
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	1,5
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	1
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas:	

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 4
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 4
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 3
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	MUESTRA COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	MUESTRA COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces: (SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes):

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

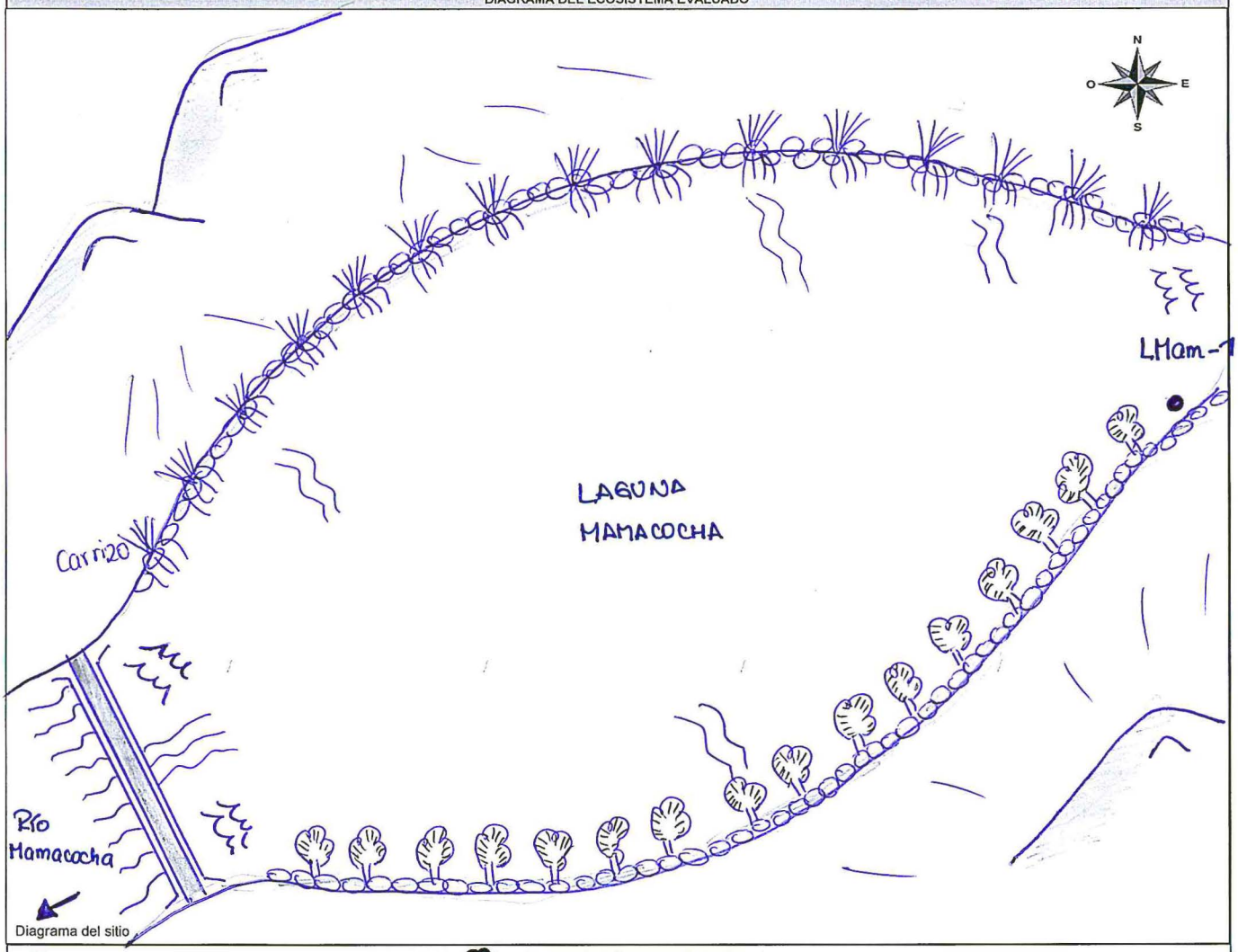
Colecta de tejido: (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos: (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRIQUEZ CARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0073	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LMam-2	Colector: Juan Fernández
Clima: Soleado — Estación climática:	Fecha: 19/10/2018 — H. inicio: 11:00
Coordenadas: E: 795341 N: 8264907	Altitud: 1685 — H. fin: 11:30
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno Disuelto (mg/L): 6,98	Temperatura (°C): 17,4
Conductividad (µs/m³): 294	pH (unidades de pH): 7,28
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones:	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20 L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque	70 cm²	10 cm²	—
Canto	—	—	5 cm²
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUANTITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido	(SI)	(NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)

Responsable de grupo: PAOLA OVIEDO CARA — Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA — Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

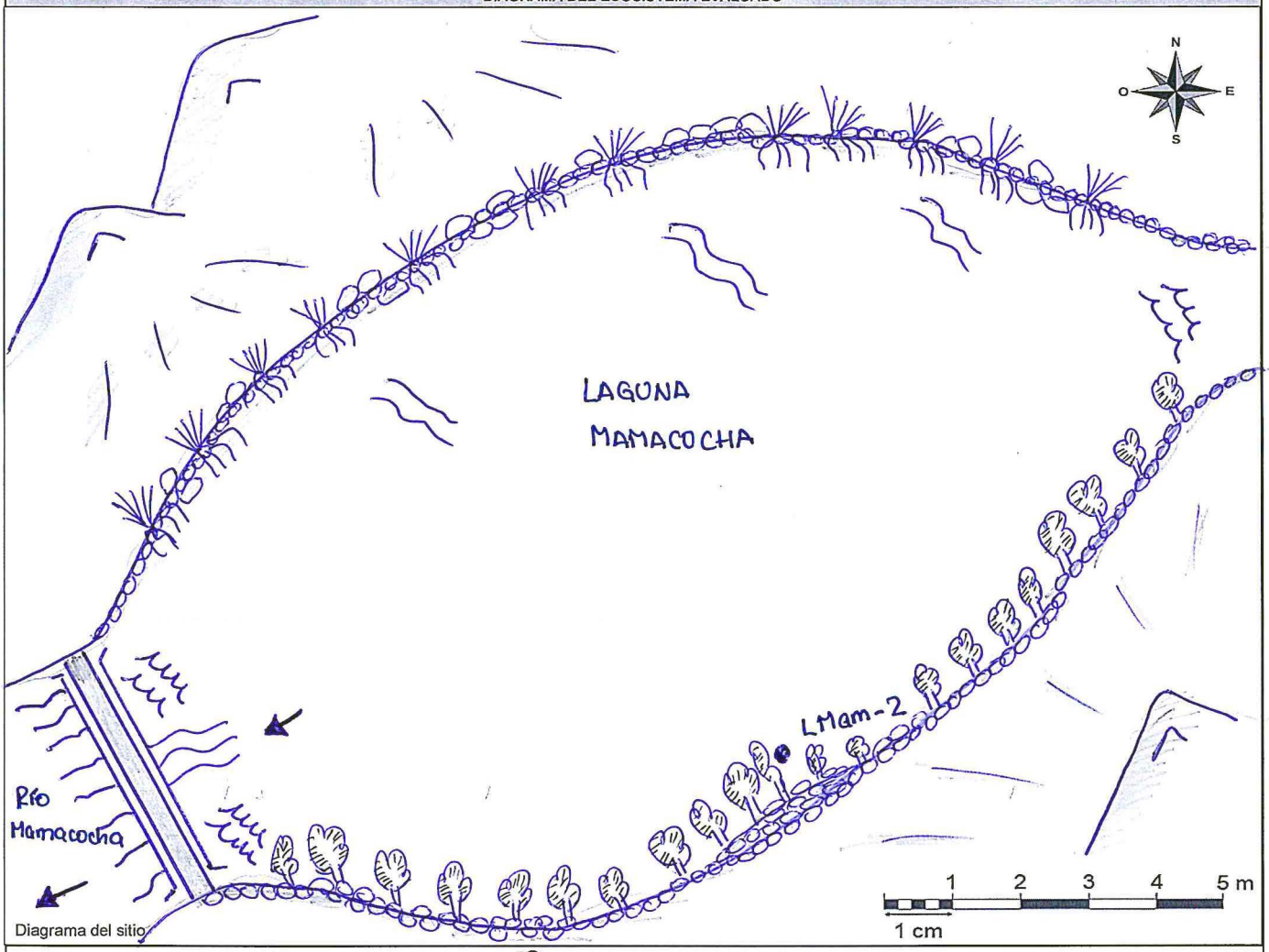


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0013	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LMam-3	Colector: Juan Fernández
Clima: Soleado / Estación climática:	Fecha: 19/10/2018 / H. inicio: 12:20
Coordenadas: E: 795 251 N: 8 264 723	Altitud: 1639 / H. fin: 12:50
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno Disuelto (mg/L): 7,29	Temperatura (°C): 18,3
Conductividad (µs/m³): 297	pH (unidades de pH): 7,16
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones: —	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20 L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUALITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

—

Colecta de especimenes de peces

(SI) (NO)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones: —

Colecta de tejido	(SI)	(NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)

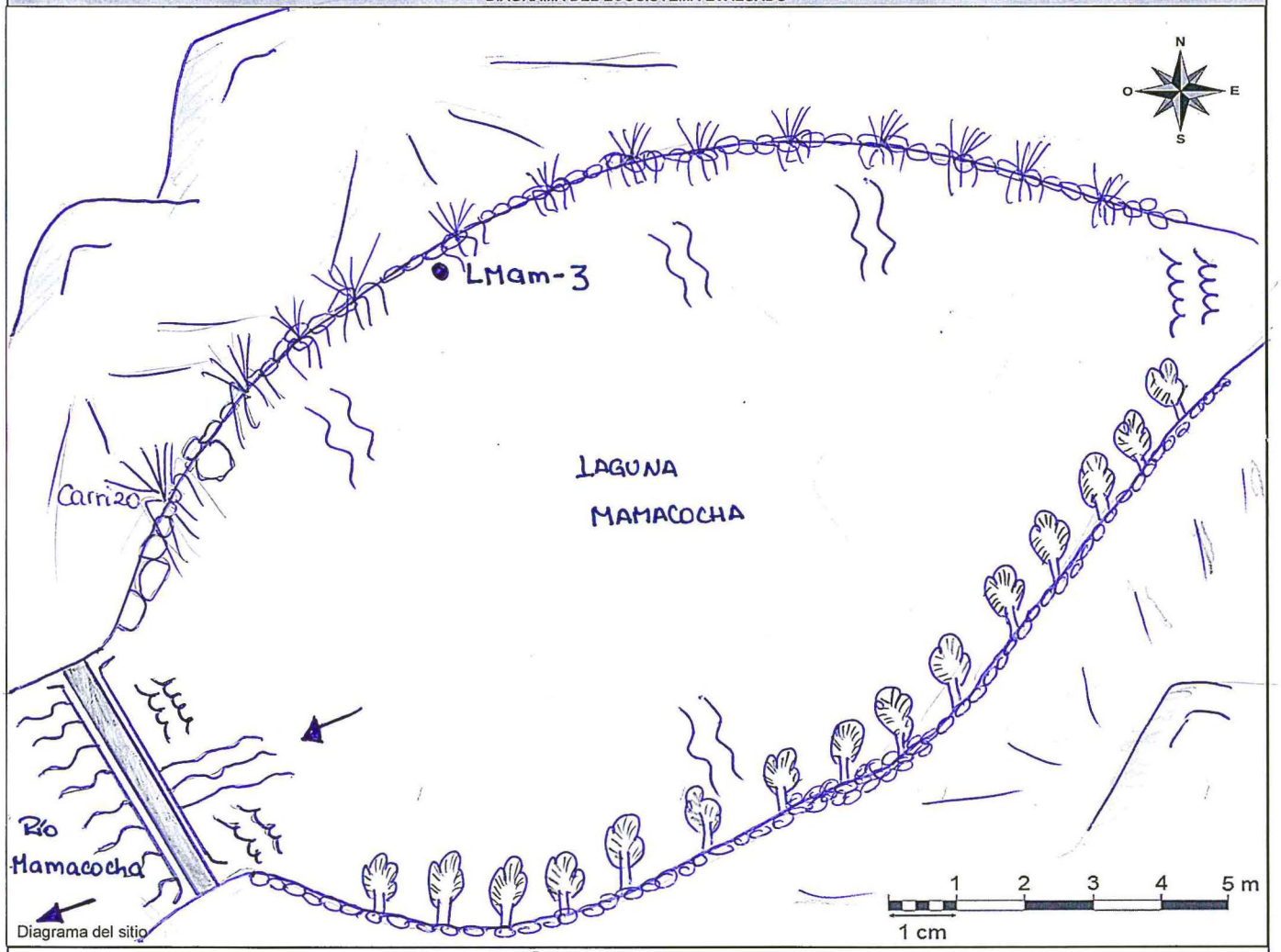
Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA — Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA — Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-401
Código del punto de muestreo: RMam - 4
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796424 N (m): 8261037
Nombre del cuerpo de agua: Río Mamacocha

Localidad de muestreo: AREQUIPA - CASTILLA - AYO
Fecha: 21/10/2018 H. inicio: 10:05
Altitud: 1348 (m s.n.m.) H. fin: 10:35
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	7,31	Temperatura (°C):	21,6
Conductividad eléctrica (µS/cm):	328	pH (unidad de pH):	8,11
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 7
Longitud de tramo evaluado (m): 10-20
Profundidad promedio (m): 1,2
Profundidad máxima muestreada (m): 0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas: RESIDUOS INDUSTRIALES DEJADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA COLCA - AYO.

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 2
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 3
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 3
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros): RESIDUOS INDUSTRIALES POR CONSTRUCCIÓN DE VIAS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 1
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 5
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: RCol-1
Estado del tiempo (Clima): soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796502 N (m): 8261130
Nombre del cuerpo de agua: Río Colca

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 24/10/2018 H. inicio: 11:05
Altitud: 1347 (m s.n.m.) H. fin: 11:35
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	8,26	Temperatura (°C):	21,2
Conductividad eléctrica (µS/cm):	8,37	pH (unidad de pH):	8,14
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones: ———

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	6
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	0,8
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5

Posibles fuentes contaminantes cercanas:
EN LA PARTE ALTA SE CONSTRUYE UNA CARRETERA TODOS LOS DESMONTES CAEN A LA RIBERA DEL RÍO

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 1
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2)
Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 1
Continua (5) | Manchas aisladas (1)
Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 2
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1)
Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2)
Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):
ESCOMBROS EN RIBERA POR CONSTRUCCIÓN DE VÍAS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 3
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1)
Canal modificado por terrazas sin cemento (3)
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1)
Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1)
Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 1
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1)
Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1)
Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 70	COMPUESTA
PIEDRA	2° 70	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones:
ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones:
ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

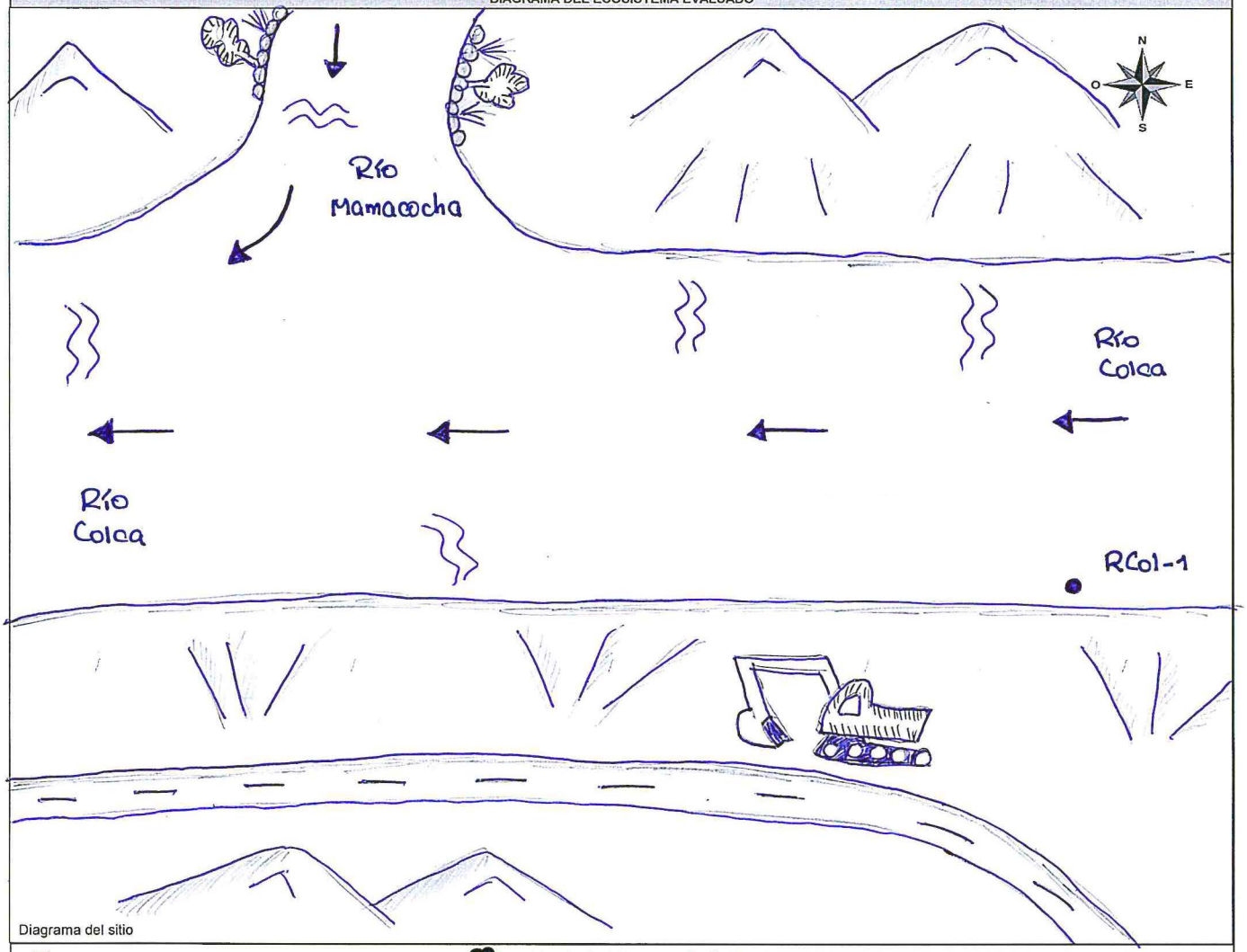


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407

Código del punto de muestreo: RCol-2

Estado del tiempo (Clima): Soleado | Estación climática:

Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796 482 N (m): 8 260 962

Nombre del cuerpo de agua: Río Colca

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo

Fecha: 27/10/2018 | H. inicio: 12:00

Altitud: 1355 (m s.n.m.) | H. fin: 12:30

Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	6,18	Temperatura (°C):	27,4
Conductividad eléctrica (µS/cm):	393	pH (unidad de pH):	8,74
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	5
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	0,5
Profundidad máxima muestreada (m):	0,4

Posibles fuentes contaminantes cercanas: EN LA PARTE ALTA SE CONSTRUYE UNA CARRETERA TODOS LOS DESMONTES CAEN A LA RIBERA DEL RÍO.

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 1

Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 1

Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 2

Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0

Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros): Sólo ESCOMBROS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 3

Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3

Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2

Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 1

Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTO
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTO
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
PEDREGOSO	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 cm²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido (SI) (NO)

Indicar el o los tejidos a analizar:

Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

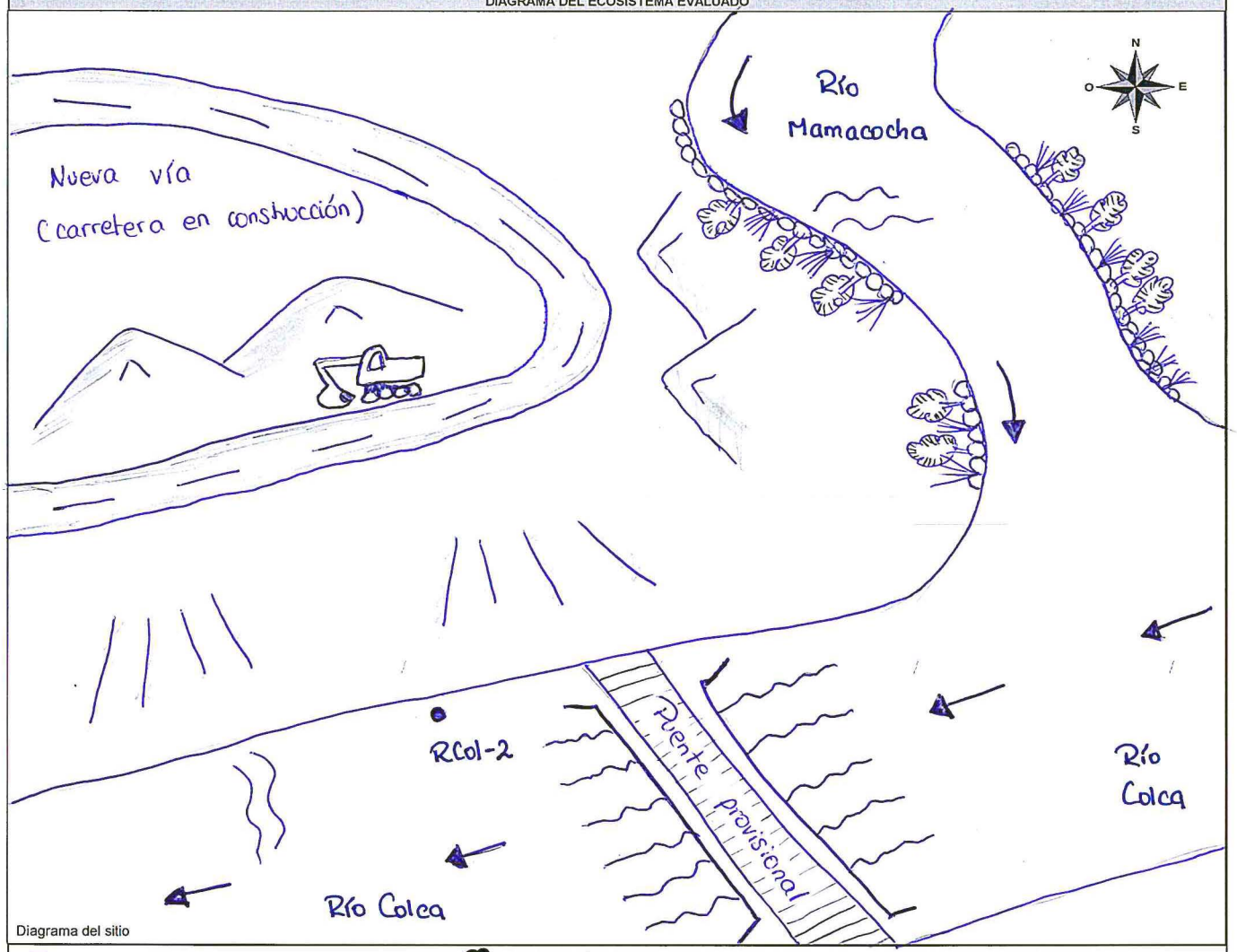


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0023 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: RMam-3
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 795320 N (m): 8261226
Nombre del cuerpo de agua: Río Mamacocha

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 22/10/2018 H. inicio: 10:30
Altitud: 1392 (m s.n.m.) H. fin: 11:00
Cuenca: Conga

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	7,62	Temperatura (°C):	18,9
Conductividad eléctrica (µS/cm):	342	pH (unidad de pH):	8,08
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 4
Longitud de tramo evaluado (m): 10 - 20
Profundidad promedio (m): 1
Profundidad máxima muestreada (m): 0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas:

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 4
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 4
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 3
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 70	COMPUESTA
PIEDRA	2° 70	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RAPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RAPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27m2

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

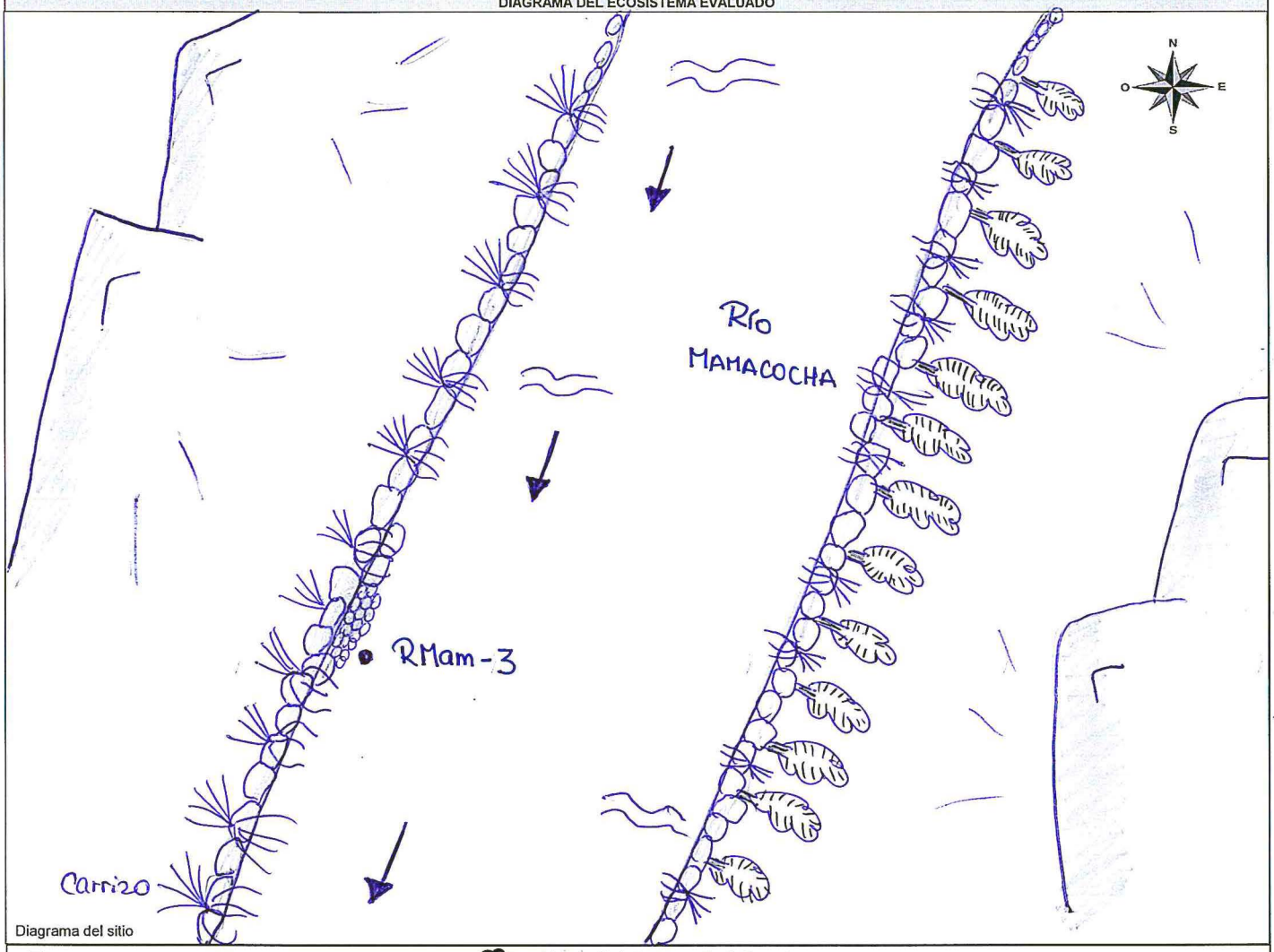


Diagrama del sitio

- Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)
- Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)
- Industria
- Población
- Pistas o trochas (indicar)
- Puente
- Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)
- Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)
- Vegetación no leñosa (hierbas)
- Orilla baldía
- Zona de cultivo
- Zona de pastoreo
- Troncos y/o ramas en el cauce
- Roca madre en el cauce
- Tabla
- Corridas
- Rápidos
- Caídas
- Pozas
- Dirección de flujo

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

ANEXO B

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CADENAS DE CUSTODIA

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: 014-10-2018-409
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2173 - 2019
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Pablo Enríquez Lira / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Pablo Enríquez
Teléfono/Anexo	949584212 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: 14:00 (24 H)
Referencia	EAT - LAGUNA AZUL	Distrito: AYO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
Ácido Nítrico	HNO_3	
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
Hidróxido de Sodio	NaOH	
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Res.	DBO	Aceites y Grasas	Nitrógeno Amoniacal	Sulfuros	SST	Fenoles Totales	Cloruros	Sulfatos	STD	Fluoruro	Fosfato	Silicato	Carbonatos	Bicarbonatos	OBSERVACIONES
	ICha-1	2018-10-18	11:28	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	QSub-1	2018.10.18	13:10	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-1	2018-10-19	09:15	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-2	2018.10-19	11:00	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-3	2018-10-19	12:20	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-4	2018-10-19	14:30	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	RMam-2	2018-10-20	11:00	AS	05	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	MSN-1	2018-10-20	12:00	AS	05	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	DMCA-1	2018-10-20	13:00	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	CAAyo-2	2018-10-20	15:00	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

OBSERVACIONES GENERALES

Frasco de plastico de 500ml (cloruro, sulfatos, STD, fluoruro, fosfato, silicatos, carbonatos y bicarbonatos)

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS) / CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	Envases adecuados y en buen estado: SI [ ] NO [ ]; Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ]; Con Ice Pack: SI [X] NO [ ]; Dentro del tiempo de vida útil: SI [X] NO [ ]
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		(**) P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado
PABLO ENRÍQUEZ LIRA				Fecha de Recepción: 25-10-18; Hora de Recepción: 11:20; Recibido por: ENZO VEGA

ALS

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S.A.
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Jandi Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	949284712 / 940401270
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / jandi.quincho.olazabal@gmail
Referencia	EAT - LAGUNAS AZUL

DATOS DEL MUESTREO

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido [X] Sólido [ ]

UBICACIÓN

Departamento: AREQUIPA

Provincia: CASTILLA

Distrito: AYO

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enríquez

Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)

Hora: 14:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros: [ ]

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X):

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Arsénico + HM	OBSERVACIONES
	1 Cha - 1	2018-10-18	11:28	AS	01	-	-	X	
	2 Sub - 1	2018-10-18	13:10	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 1	2018-10-19	09:15	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 3	2018-10-19	12:20	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 4	2018-10-19	14:30	AS	01	-	-	X	
	P Mam - 2	2018-10-20	11:00	AS	01	-	-	X	
	MSN - 1	2018-10-20	12:00	AS	01	-	-	X	
	DMCA - 1	2018-10-20	13:00	AS	01	-	-	X	
	CAA40 - 2	2018-10-20	15:00	AS	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
JANET QUINCHO	
RESPONSABLE 2	
	FIRMA:
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:
PAOLA ENRIQUEZ LARA	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo

BKV: Blanco Viajero

DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	[ ]	[ ]
Preservantes adecuados	[ ]	[ ]
Con Ice Pack	[✓]	[ ]
Dentro del tiempo de vida útil	[✓]	[ ]

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 23-10-18

Hora de Recepción: 11:20

Recibido por: ENZO VEGA

OBSERVACIONES

ALS — Recepción de Muestras — ALS S Peru S A

La conformidad de lo enviado [illegible] er la notificación Autom[illegible]

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Janet Quinocho Atencio
Teléfono/Anexo	949284212 / 949040220
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quinocho.atencio@gmail.com
Referencia	EAT - LAGUNA AZUL

DATOS DEL MUESTREO	
TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	Líquido: X — Sólido:
UBICACIÓN	
Departamento:	AREQUIPA
Provincia:	CASTILLA
Distrito:	APO

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enríquez

Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)

Hora: 11:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
	Ácido Nítrico	HNO_3
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	AyG	DBO	Nitrógeno Amoniacal	Sulfuros	SST	Nitrito	Cloruro	Sulfato	STD	Fluoruro	Tiosulfato	Silicato	Carbonato	Bicarbonato	OBSERVACIONES
	PMam-4	2018-10-21	10:05	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PCol-1	2018-10-21	11:05	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PCol-2	2018-10-21	12:00	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PMam-3	2018-10-22	10:30	AS	06	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

OBSERVACIONES GENERALES

Frasco de plástico de 500 ml (Cloruros, Sulfatos, STD, Fluoruro, Fosfato, Silicatos, Carbonatos y Bicarbonatos)

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quinocho	
RESPONSABLE 2	
	FIRMA:
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:
Paola Enríquez Lara	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo

BKV: Blanco Viajero

DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	X	
Preservantes adecuados		X
Con Ice Pack	X	
Dentro del tiempo de vida útil	X	

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 25-10-18

Hora de Recepción: 11:20

Recibido por: ENZO VEGA

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S A
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

OBSERVACIONES

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: OEFA-10-2018-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2173-2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enriquez Lora / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Paola Enriquez
Teléfono/Anexo	949534712 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: (AAAA/MM/DD) 23/10/18
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: (24 H) 14:00
Referencia		Distrito: APO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FILTRADA (Marcar con X)	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS	OBSERVACIONES
	PMam-1	X	2018-10-21	10:05	AS	01	-	-	X	
	P Col-1	X	2018-10-21	11:05	AS	01	-	-	X	
	P Col-2	X	2018-10-21	12:00	AS	01	-	-	X	
	P Mam-3	X	2018-10-22	10:30	AS	01	-	-	X	

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

	Ácido Nítrico	HNO_3
X	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS) / CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	Envases adecuados y en buen estado: SI [✓] NO [ ]; Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ]; Con Ice Pack: SI [✓] NO [ ]; Dentro del tiempo de vida útil: SI [✓] NO [ ]
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		[**] P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado
PAOLA ENRIQUEZ LORA				Fecha de Recepción: 25-10-18; Hora de Recepción: 11:20; Recibido por: ENZO VEGA; Recepción de Muestras Cercado AISIS Peru S A; La veracidad de lo enviado se emitira en la notificación Automatica

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: OM-10-208-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2512 - 2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enríquez Tello / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Paola Enríquez
Teléfono/Anexo	949284212 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: 23-10-2018 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: 19:00 (24 H)
Referencia	EAI - LAGUNA AZUL	Distrito: AYO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FILTRADA (Marcar con X)	PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Total de Envases	OBSERVACIONES
			Ácido Nítrico	HNO_3								
			Ácido Sulfúrico	H_2SO_4								
			Hidróxido de Sodio	NaOH								
			Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$								
			Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$								
	DUP - 1				2018-10-19	—	AS	01	—	—	X	
	DUP - 2				2018-10-21	—	AS	01	—	—	X	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo BKV: Blanco Viajero DUP: Duplicado		Fecha de Recepción: 23-10-18	ENVIO VEGA
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección SUELO: SU : Suelo; SED: Sedimento; LD : Lodo OTROS		Envases adecuados y en buen estado: SI [✓] NO [ ] Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ] Con Ice Pack: SI [✓] NO [ ] Dentro del tiempo de vida útil: SI [✓] NO [ ]	Hora de Recepción: 11:20	
PAOLA ENRIQUEZ (AFA)				(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado	Recibido por:	

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Perú S A
La conformidad de lo enviado se emitirá por la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Laca / Janet Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	941928412 / 7140120
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	EAT - CAGUA AZUL

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido [X] Sólido [ ]

UBICACIÓN

Departamento:	AREQUIPA
Provincia:	CASTILLA
Distrito:	AYO

C.U.C. N°: OEFA-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por:	Paola Enríquez
Fecha: (AAAA/MM/DD)	2018/10/23
Hora: (24 H)	14:00
Medio de Envío:	
Aerolínea	[ ]
T.Privado	[ ]
Agencia	[X]
Otros:	

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
Ácido Nítrico	HNO_3	X
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
Hidróxido de Sodio	NaOH	
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales + Tóxicos + HS	OBSERVACIONES
	BKC	2018-10-22	—	AS	01	—	—	X	
	BKV	2018-10-12	11:50	AS	01	—	—	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
Janet Quincho		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	SI / NO: Envases adecuados y en buen estado [X]; Preservantes adecuados [ ]; Con Ice Pack [X]; Dentro del tiempo de vida útil [X]	Fecha de Recepción: 25-10-18	
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		[**] P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado	Hora de Recepción: 14:20	ENZO LEGA. Recepción de Muestras Cercado. AISIS Peru S.A. La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automatica
PAOLA ENRIQUEZ LARA					Recibido por:	

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enriquez Lara / Janet Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	94928 4218 / 940467220
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	KAT - Laguna Azul.

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Sólido ☒

UBICACIÓN

Departamento: Arequipa

Provincia: Castilla

Distrito: Ayo

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2175 - 2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enriquez

Fecha: 23-10-2018 (AAAA/MM/DD)

Hora: 14:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea ☐ T.Privado ☐ Agencia ☒ Otros: ____

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Natural Original	OBSERVACIONES
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	SED	01	-	-	X	
	R Mam - 3	2018-10-22	10:30	SED	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quincho Olazabal	
RESPONSABLE 2	**FIRMA:**
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	**FIRMA:**
Paola Enriquez Lara	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo
BKV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	☐	☐
Preservantes adecuados	☐	☐
Con Ice Pack	☐	☐
Dentro del tiempo de vida útil	☐	☐

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES

SGS del Perú S.A.C. CALLAO

Fecha de Recepción: 29 OCT. 2018

Hora de Recepción: 11:22

RECIBIDO Data Center - EHS

Recibido por: Antay Crispin

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados



CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enriquez Lara / Janet Quincho Olazábal
Teléfono/Anexo	949284212 / 990401220
Correo(s) Electrónico(s)	Penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	EAT - Laguna Aza

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Sólido ☒

UBICACIÓN
- Departamento: Arequipa
- Provincia: Castilla
- Distrito: Ayo

C.U.C. N°:

TDR N°: 0114-10-2018-OEFA / 2176-2018

DATOS DEL ENVIO
- Enviado por: Paola Enriquez
- Fecha: (AAAA/MM/DD) 23-10-18
- Hora: (24 H) 14:00
- Medio de Envío: Aerolínea ☐ T.Privado ☐ Agencia ☒ Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
	Ácido Nítrico	HNO_3
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales totales	OBSERVACIONES
	L Cha - 1	2018-10-18	11:28	SED	01	-	-	X	
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	SED	01	-	-	X	
	R Mam - 3	2018-10-22	10:30	SED	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quincho Olazábal	
RESPONSABLE 2	**FIRMA:**
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	**FIRMA:**
Paola Enríquez Lara	Paola Enriquez

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo
BKV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	☑	☐
Preservantes adecuados	☐	☐
Con Ice Pack	☑	☐
Dentro del tiempo de vida útil	☐	☐

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS
- Fecha de Recepción: 29-10-18
- Hora de Recepción: 16:00
- Recibido por: ENRIQUE VEGA

OBSERVACIONES

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S A
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		C.U.C. N°: 014-10-2018-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)		TDR N°: 2173-2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X]	Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN		Enviado por: Paola Enríquez
Teléfono/Anexo	949284212 / 940401220	Departamento:	AREQUIPA	Fecha: 23/10/2018 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia:	CASTILLA	Hora: 14:00 (24 H)
Referencia	EAS - Laguna Azul	Distrito:	APO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales Totales	OBSERVACIONES
	BKC	2018-10-22	10:30	AP	01	-	-	X	
	BKV	2018-10-12	11:50	AP	01	-	-	X	

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)			
	Ácido Nítrico	HNO_3	X
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
	Hidróxido de Sodio	NaOH	
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre. Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	SI / NO: Envases adecuados y en buen estado; Preservantes adecuados; Con Ice Pack; Dentro del tiempo de vida útil	Fecha de Recepción: 25/10/2018; Hora de Recepción: 11:20 h	
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:			(**) P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado	Recibido por: Fernando Acuña Vargas, COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS, ALS LS Perú S.A.C, DIA ..... MES ..... AÑO ..... HORA	
PAOLA ENRÍQUEZ LARA						

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

ANEXO C

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

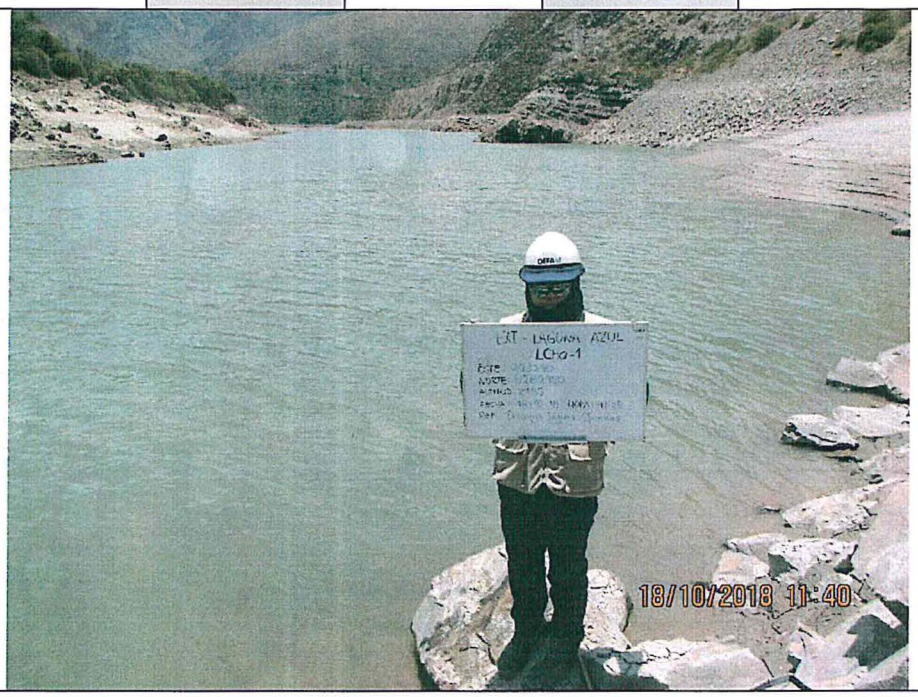
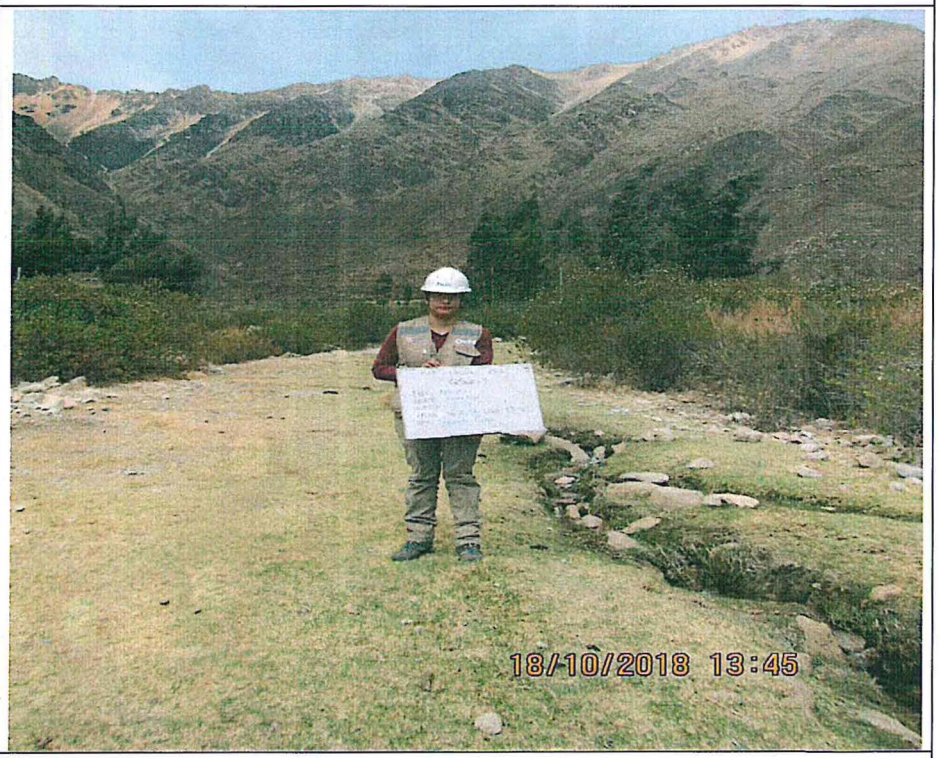
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

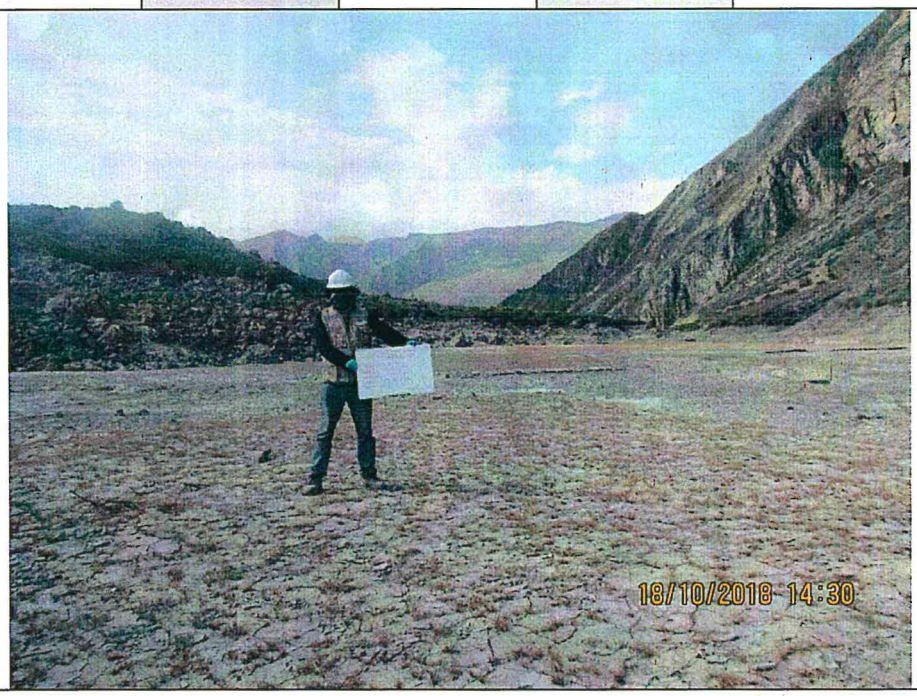
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 LCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 QSub-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 13:10	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 484	
Norte (m): 8 277 940	
Altitud (m s.n.m): 3 031	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

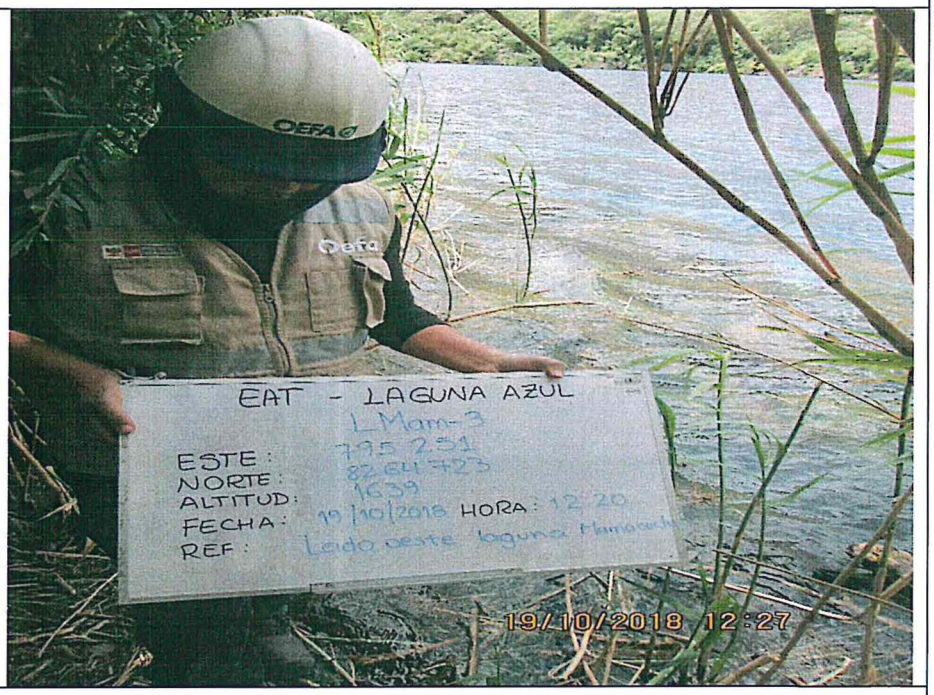
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 3 RCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 14:30	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 123	
Norte (m): 8 279 069	
Altitud (m s.n.m): 2 919	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas
FOTOGRAFÍA N.° 4 LMam-1	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 09:15	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 153	
Norte (m): 8 264 905	
Altitud (m s.n.m): 1 745	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

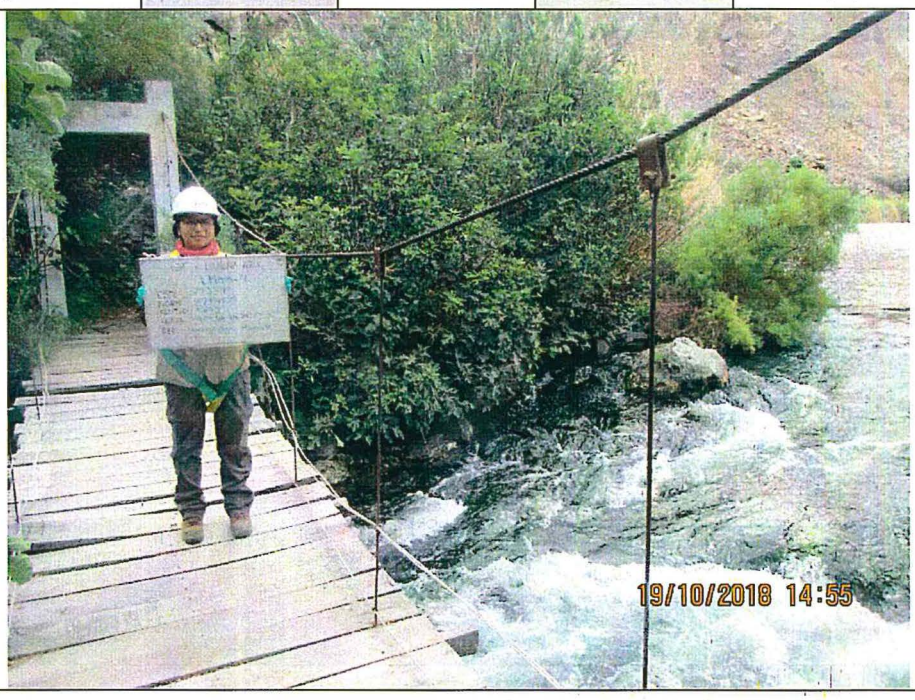
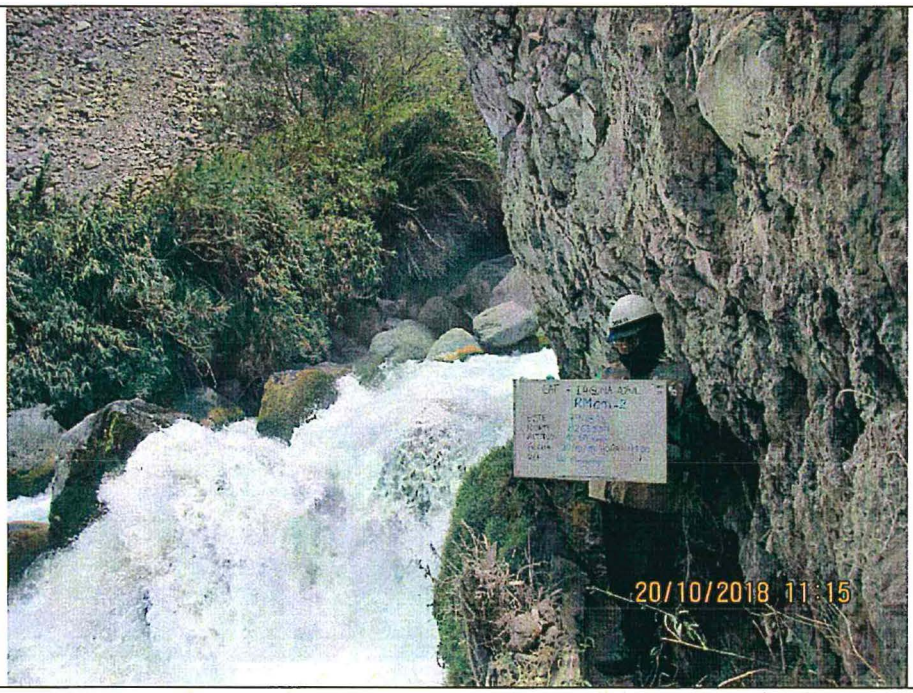
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 5 LMam-2	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
FOTOGRAFÍA N.° 6 LMam-3	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 12:20	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 251	
Norte (m): 8 264 723	
Altitud (m s.n.m): 1 639	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 7 LMam-4	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 14:30	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 399	
Norte (m): 8 264 629	
Altitud (m s.n.m): 1 695	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 8 RMam-2	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 794 893	
Norte (m): 8 263 559	
Altitud (m s.n.m): 1 519	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

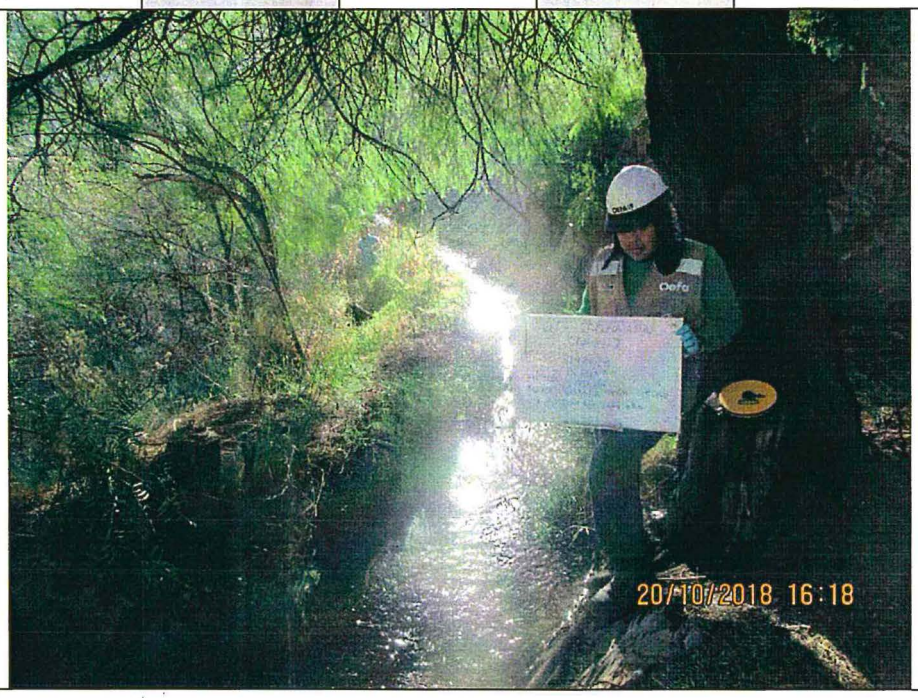
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 9 MSN-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 12:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 068	
Altitud (m s.n.m): 1 586	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este
FOTOGRAFÍA N.° 10 DMCA-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 13:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 467	
Norte (m): 8 264 570	
Altitud (m s.n.m): 1 684	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

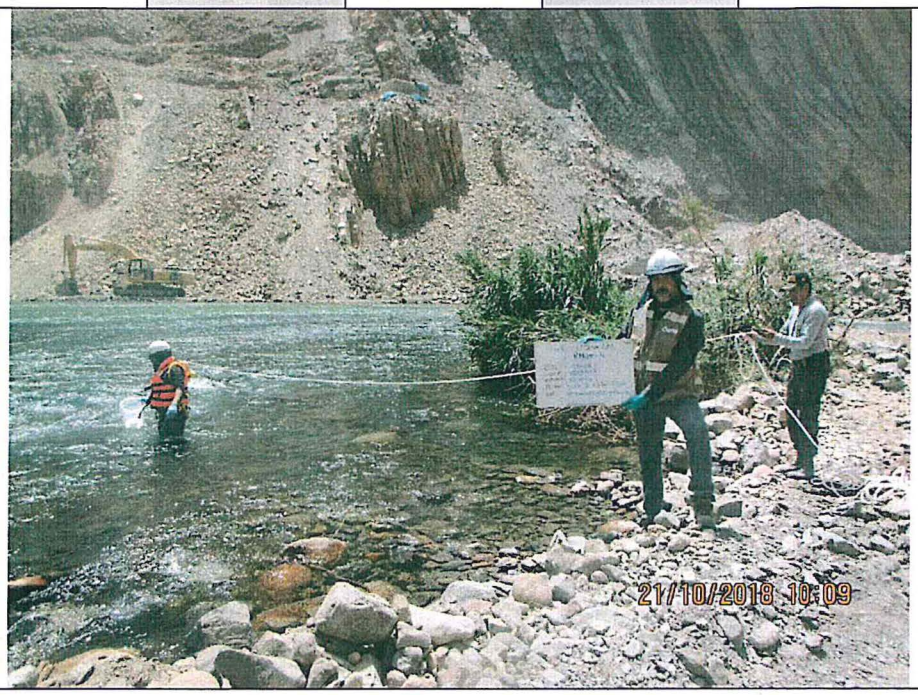
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 11 CAAyo-2	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 15:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 792 624	
Norte (m): 8 264 599	
Altitud (m s.n.m): 1 970	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta
FOTOGRAFÍA N.° 12 CAAyo-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 16:40	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 792 351	
Norte (m): 8 264 553	
Altitud (m s.n.m): 1 977	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

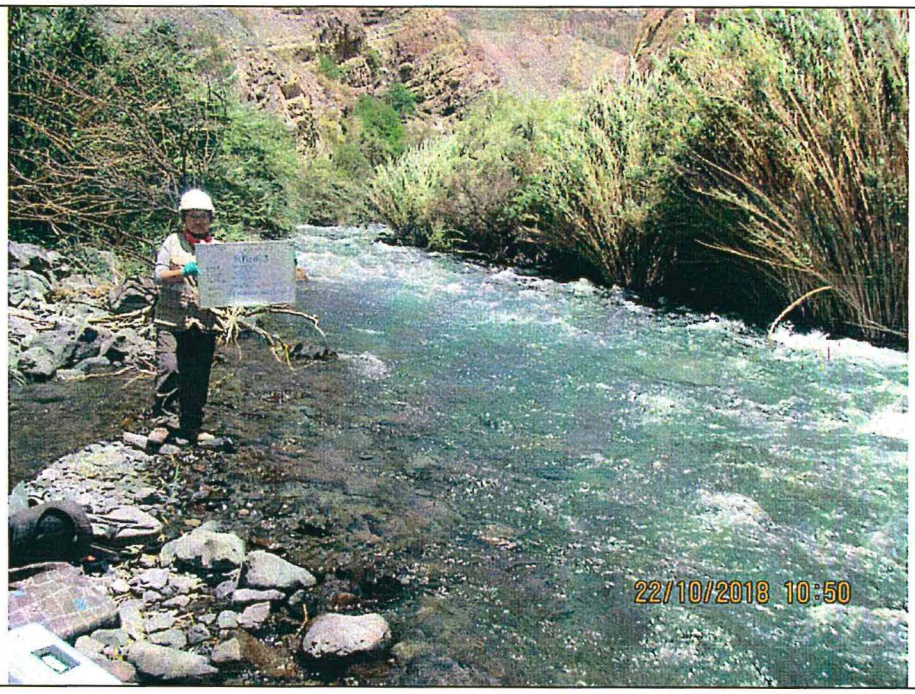
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 13 RMam-4	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 424	
Norte (m): 8 261 037	
Altitud (m s.n.m): 1 348	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca
FOTOGRAFÍA N.° 14 RCol-1	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 502	
Norte (m): 8 261 130	
Altitud (m s.n.m): 1 347	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

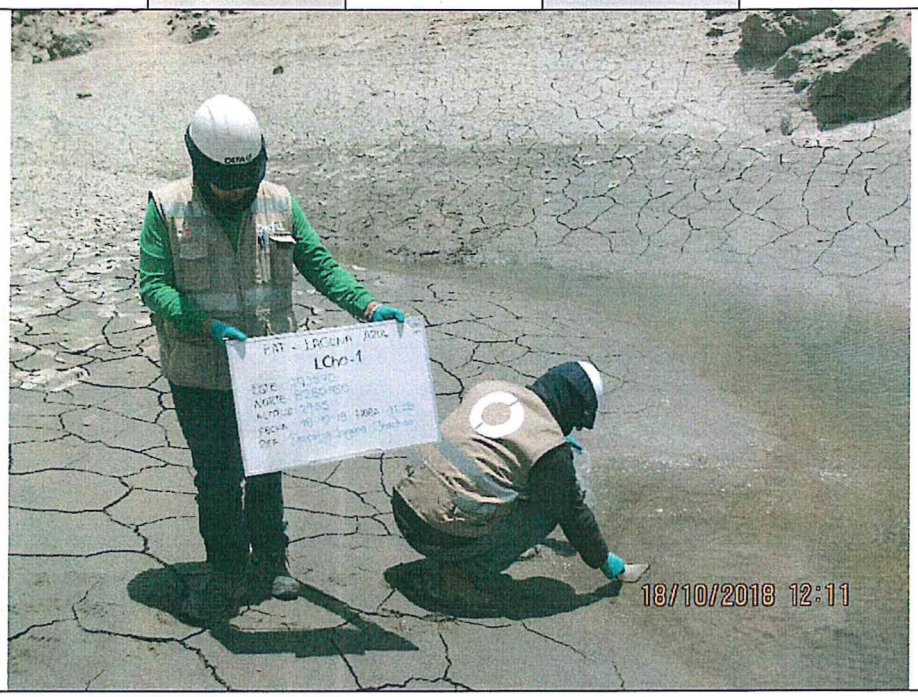
FOTOGRAFÍA N.° 15 RCol-2	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 482	
Norte (m): 8 260 962	
Altitud (m s.n.m): 1 355	
0Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha
FOTOGRAFÍA N.° 16 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE SEDIMENTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 **LCha-1**	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 **LMam-2**	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	**Provincia**	Castilla	**Departamento**	Arequipa

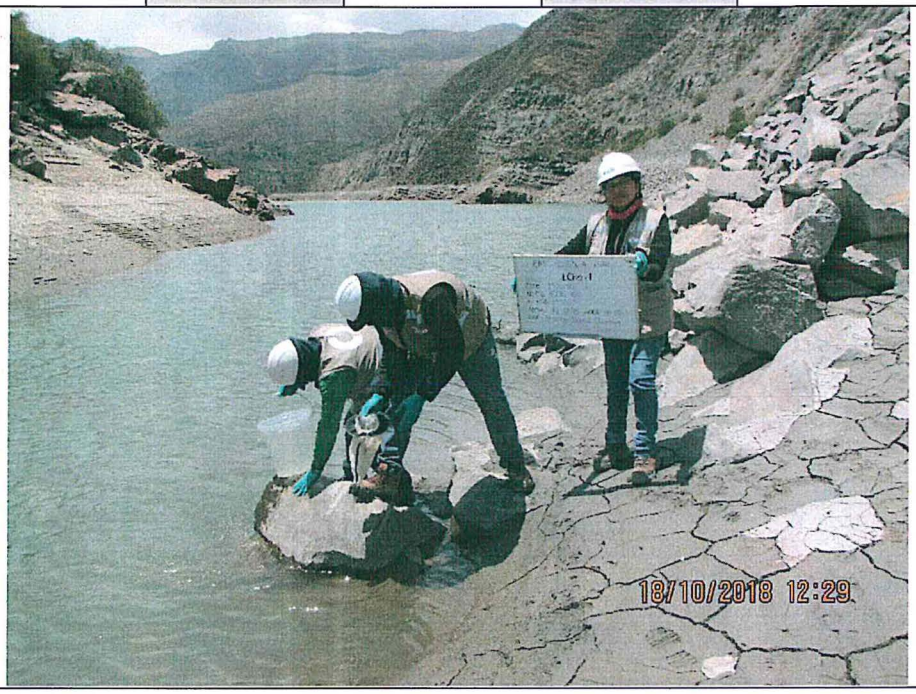
FOTOGRAFÍA N.° 3 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

Oefa	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 LCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 QSub-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 13:10	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 484	
Norte (m): 8 277 940	
Altitud (m s.n.m): 3 031	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

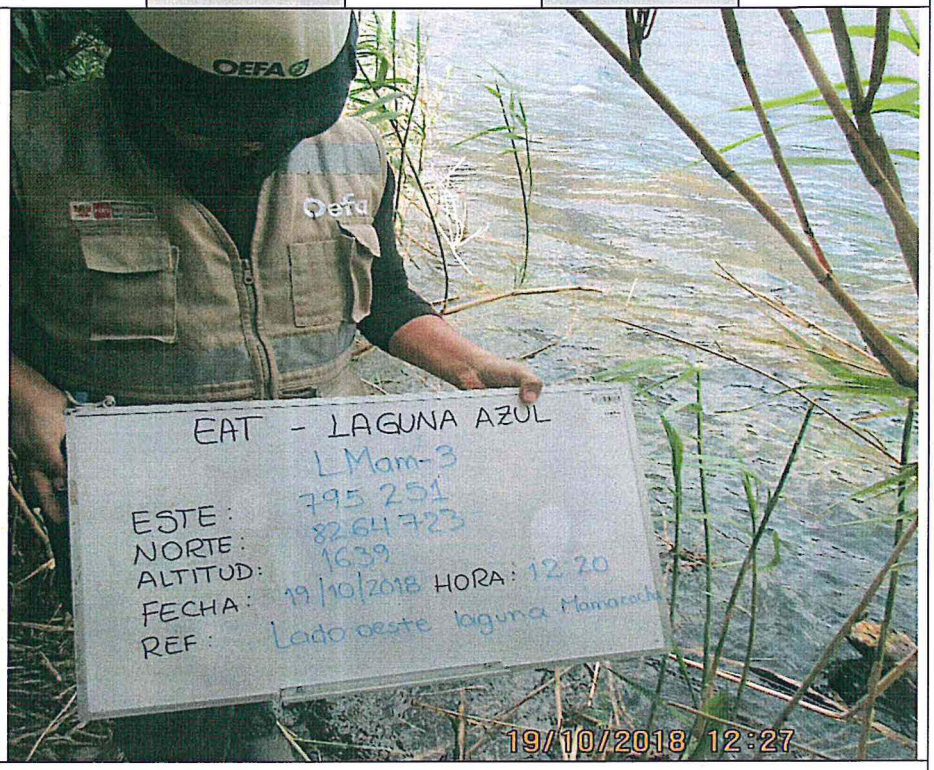
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 3 LMam-1	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 09:15	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 153	
Norte (m): 8 264 905	
Altitud (m s.n.m): 1 745	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga
FOTOGRAFÍA N.° 4 LMam-2	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

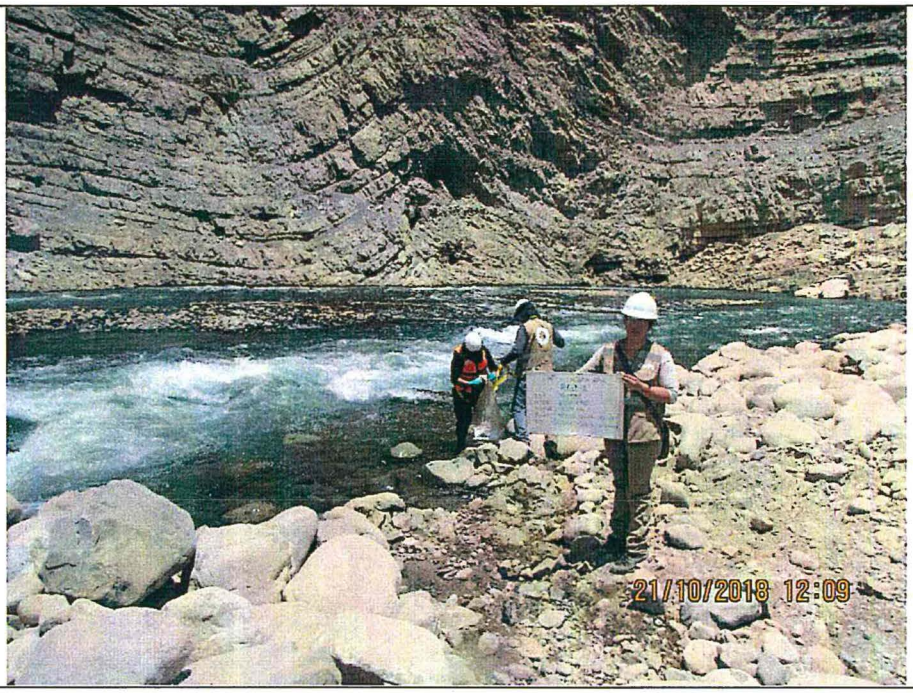
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 5 LMam-3	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 12:20	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 251	
Norte (m): 8 264 723	
Altitud (m s.n.m): 1 639	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste
FOTOGRAFÍA N.° 6 RMam-4	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 424	
Norte (m): 8 261 037	
Altitud (m s.n.m): 1 348	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 7 RCol-1	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 502	
Norte (m): 8 261 130	
Altitud (m s.n.m): 1 347	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha
FOTOGRAFÍA N.° 8 RCol-2	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 482	
Norte (m): 8 260 962	
Altitud (m s.n.m): 1 355	
0Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	**Provincia**	Castilla	**Departamento**	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 9 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

ANEXO D

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

FICHAS DE VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE EQUIPOS

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 -10 -2018- 401
CUE: 2018 -03 -0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul. Fecha : 18/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	A5141	4,01	57,8 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,99
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6076	4,01	±0.1	3,98
HACH	A7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,39	0,36 cm^{-1}	HACH	07191	1000	± 16	1005	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	-	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazabal Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) : Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014-10-2018 -401
CUE: 2018-03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 19/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B

Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	A 5141	4,01	-57,49 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,99
HACH	A 6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6076	4,01	±0.1	3,99
HACH	A 7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B

Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,391	0,36 cm^{-1}	HACH	97191	1000	± 16	1002	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	—

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	—	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 - 10 - 2018 - 401
CUE: 2018 -03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 20/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ 40d	17 27 22567026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	AS141	4,01	-55,1 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	7,01
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	3,99
HACH	A7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ 40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,401	0,36 cm^{-1}	HACH	0,719	1000	± 16	1001	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	—

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	—	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 - 10 - 2018 - 401
CUE: 2018 - 03 - 0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 24/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B

Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	05141	4,01	-57,39 mV	-53,1 mV	HACH	D7222	7,00	±0.1	7,041
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	4,02
HACH	A7178	10,1			-	-	-	±0.1	-

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B

Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,39	0,36 cm^{-1} 0,44 cm^{-1}	HACH	0,7191	1000	± 16	1002	-
-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
-	-	-

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
-	100% ± 3%	-	-	-	-	-	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014-10-2018-401
CUE: 2018-03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul. Fecha : 22/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	17272256 7026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	05141	4,01	-57,8 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,98
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	4,01
HACH	A7178	10,1			–	–	–	±0.1	–

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	14,13	0,37	0,36 cm^{-1}	HACH	07191	1000	± 16	1003	–
–	–	–	–	0,44 cm^{-1}	–	–	–	–	–	–

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
–	–	–

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
–	100% ± 3%	–	–	–	–	–	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazabal Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) : Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presión atmosférica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Cálculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

ANEXO E

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS AMBIENTALES

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-1612018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	**. N° de serie del instrumento**	: 150500000789
. Marca	: HACH	**. N° de serie de sensor**	: 171793028010
. Modelo	: HQ40d	**. Intervalo de Indicación**	: 0,0 °C a 80,0 °C
. Identificación	: 60226471-0033	**. Resolución**	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-26

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,4	58,5
Final	24,0	61,2

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9,95	10,0	-0,05	0,11
24,92	25,0	-0,08	0,09
39,89	40,0	-0,11	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 7 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de ORP en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 1652018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de ORP*	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000789
.Marca	: HACH	**.N° de serie de sonda**	: 171793028010
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: -1200,0 mV a 1200,0 mV
.Identificación	: 60226471-0033	**.Resolución**	: 0,1 mV

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-27

6 **Método de calibración**

La calibración fue realizada por comparación y ajuste con patrón trazable de acuerdo a lo establecido en el manual de fabricante.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)
inicial	24,2	66,6
final	24,7	62,8

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
ORP Standard	GGP-S-12.2	VZ1	2019-01-31
ORP Standard	GGP-S-12.4	1074	2022-02-28

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mV)	Lectura del Instrumento (mV)	Error (mV)	Incertidumbre (mV)
220,0	219,0	-1,0	0,09
468,0	467,9	-0,1	0,09

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión de la solución declarado en el certificado del fabricante es: para 220 mV ± 1 mV y para 468 mV ± 2 mV.
* La calibración del medidor de ORP se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 0522018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa 3ra Etapa - Chorrillos

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de oxígeno *	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000789
.Marca	: HACH	**.N°de serie de la sonda**	: 151282597014
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: 0,00 mg/L a 20,00 mg/L
.Identificación	: 60226471-0033	**.Resolución**	: 0,01 mg/L

4 **Lugar de calibración** : Instalación del OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-02

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
inicial	25,1	60,3	1003
final	25,0	62,2	1003

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.8	12697	2019-04-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2017	2019-07-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,01	0,01	0,01
8,40	8,23	-0,17	0,01

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± 0,1 mg/L para 0 mg/L a 8 mg/L ; ± 0,2 mg/L para más de 8 mg/L.
(*) Medidor perteneciente al multiparámetro

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-03-06

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

Certificado de Calibración

LA-128-2018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Medidor de Conductividad*	. N° de serie del instrumento	: 150500000789
. Marca	: HACH	. N° de serie de sonda	: 151142587016
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
. Identificación	: 60226471-0033	. Resolución	: 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-22

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad especifica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,9	53,6
Final	25,3	55,5

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.27	CC16134	2018-06-07
MRC 1410 uS/cm	GGP-S-05.25	CC16108	2018-05-31
MRC 9975 uS/cm	GGP-S-07.23	CC16446	2018-09-14

9 **Resultados de medición**

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,0 uS/cm	98,6 uS/cm	0,4 uS/cm	2,2 uS/cm
1413 uS/cm	1410 uS/cm	3 uS/cm	7 uS/cm
9,92 mS/cm	9,98 mS/cm	-0,06 mS/cm	0,05 mS/cm

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.

b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,5 % de la lectura)

* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-03-26

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC -019

Peru Group

Certificado de Calibración

LA-647-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	:	Medidor de pH*	. N° de serie del Instrumento	:	150500000789
. Marca	:	HACH	. N° de serie sonda	:	172762568064
. Modelo	:	HQ40d	. Intervalo de indicación	:	2,00 pH a 14,00 pH
. Identificación	:	No indica	. Resolución	:	0,01 pH

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE SAC.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%hr)
Inicial	25,1	58,1
Final	25,4	54,6

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.17	CC499467	2019-04-28
MRC pH 7	GGP-S-02.18	CC506435	2019-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.17	CC496050	2019-03-31

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,00	4,003	-0,003	0,016
7,00	7,001	-0,001	0,013
10,01	10,012	-0,002	0,013

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1,000
c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002 ,"Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures",es: ± pH 0,03

* *La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.*

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

LA-646-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	. N° de serie del instrumento	: 150500000789
. Marca	: HACH	. N° de serie de sensor	: 172762568064
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,0 °C a 50,0 °C
. Identificación	: No indica	. Resolución	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,2	56,1
Final	25,4	53,5

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	*Indicación del Termómetro* (°C)	*Corrección* (°C)	*Incertidumbre* (°C)
10,01	10,0	0,01	0,11
24,96	25,0	-0,04	0,09
34,94	35,0	-0,06	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 5 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó del medidor de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL ,SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

Perú Group

Certificado de Calibración

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

LA-649-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	:	Medidor de pH*	. N° de serie del Instrumento	:	150500000935
. Marca	:	HACH	. N° de serie sonda	:	172722567026
. Modelo	:	HQ40d	. Intervalo de Indicación	:	2,00 pH a 14,00 pH
. Identificación	:	No indica	. Resolución	:	0,01 pH

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE SAC.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%hr)
Inicial	25,1	58,1
Final	25,5	54,0

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.17	CC499467	2019-04-28
MRC pH 7	GGP-S-02.18	CC506435	2019-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.17	CC496050	2019-03-31

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,01	4,006	0,004	0,013
7,00	6,998	0,002	0,016
10,01	10,012	-0,002	0,013

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1,000
c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002 ,"Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures",es: ± pH 0,03

* *La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.*

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

Certificado de Calibración

LA-648-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	. N° de serie del instrumento	: 150500000935
. Marca	: HACH	. N° de serie de sensor	: 172722567026
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,0 °C a 50,0 °C
. Identificación	: No indica	. Resolución	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,2	56,1
Final	25,4	53,2

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
10,01	10,0	0,01	0,11
24,91	25,0	-0,09	0,09
34,89	35,0	-0,11	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6 cm

b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.

c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C

* La calibración del termómetro digital se realizó del medidor de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- *La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de* la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 0442018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa 3ra Etapa - Chorrillos

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de oxígeno *	**.N°de serie del Instrumento**	:	150500000935
.Marca	: HACH	**.N°de serie de la sonda**	:	152892599016
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	:	0,00 mg/L a 20,00 mg/L
.Identificación	: 60226471-0025	**.Resolución**	:	0,01 mg/L

4 **Lugar de calibración** : Instalación del OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-02

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
inicial	25,1	60,7	1002
final	25,0	56,9	1003

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.8	12697	2019-04-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2017	2019-07-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,05	0,05	0,01
8,40	8,24	-0,16	0,02

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± 0,1 mg/L para 0 mg/L a 8 mg/L ; ± 0,2 mg/L para más de 8 mg/L.
(*) Medidor perteneciente al multiparámetro

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxigeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-03-06

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-103-2018

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Medidor de Conductividad*	**. N° de serie del instrumento**	: 150500000935
. Marca	: HACH	**. N° de serie de sonda**	: 151332587028
. Modelo	: HQ40d	**. Intervalo de Indicación**	: 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
. Identificación	: 60226471-0025	**. Resolución**	: 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-16

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad especifica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,3	55,9
Final	25,5	57,5

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.28	CC16134	2018-06-07
MRC 1410 uS/cm	GGP-S-05.26	CC16108	2018-05-31
MRC 9975 uS/cm	GGP-S-07.22	CC16446	2018-09-14

9 **Resultados de medición**

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,0 uS/cm	98,6 uS/cm	0,4 uS/cm	2,2 uS/cm
1411 uS/cm	1410 uS/cm	1 uS/cm	7 uS/cm
9,99 mS/cm	9,98 mS/cm	0,01 mS/cm	0,05 mS/cm

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,5 % de la lectura)
* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-03-19

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 1662018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de ORP*	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000935
.Marca	: HACH	**.N° de serie de sonda**	: 171983028002
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: -1200,0 mV a 1200,0 mV
.Identificación	: 60226471-0025	**.Resolución**	: 0,1 mV

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-27

6 **Método de calibración**

La calibración fue realizada por comparación y ajuste con patrón trazable de acuerdo a lo establecido en el manual de fabricante.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)
inicial	24,4	67,4
final	24,8	64,8

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
ORP Standard	GGP-S-12.2	VZ1	2019-01-30
ORP Standard	GGP-S-12.4	1074	2022-02-28

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mV)	Lectura del Instrumento (mV)	Error (mV)	Incertidumbre (mV)
220,0	220,2	0,2	0,09
468,0	468,1	0,1	0,13

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión de la solución declarado en el certificado del fabricante es: para 220 mV ± 1 mV y para 468 mV ± 2 mV.
* La calibración del medidor de ORP se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-1622018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento**

. **Instrumento de medición**	: Termómetro digital*	. **N° de serie del instrumento**	: 150500000935
. **Marca**	: HACH	. **N° de serie de sensor**	: 171983028002
. **Modelo**	: HQ40d	. **Intervalo de Indicación**	: 0,0 °C a 80,0 °C
. **Identificación**	: 60226471-0025	. **Resolución**	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-26

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23,5	66,6
Final	23,9	64,4

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9,94	10,0	-0,06	0,11
24,90	25,0	-0,10	0,09
39,86	40,0	-0,14	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 8 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de ORP en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Av. Aviación 4200-4210 - Surquillo Central: 580-6134 / 273-3550 www.greengroup.com.pe

ANEXO F

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CÁLCULO DE CAUDAL

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

CALCULO DEL CAUDAL

MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distritos	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

AFORO CON CORRENTÓMETRO (HIDROESTA 2)

N°	1	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	LMam-4	FECHA	19/10/2018	HORA	12:20

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m
Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

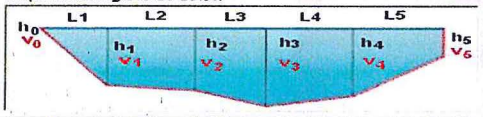
Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	1.0	0.44	1.0
2	1.0	0.54	2.5
3	1.0	0.54	2.8
4	1.0	0.48	2.5
5	1.0	0.61	2.0
6	1.0	0.54	0.8
7	1.0	0.51	1.9
8	0.5	0.48	0.75
[->]			

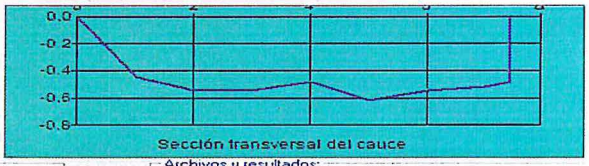
¿Calcular velocidad?
Si
No
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.22	0.5	0.11
2	0.49	1.75	0.8575
3	0.54	2.65	1.431
4	0.51	2.65	1.3515
5	0.545	2.25	1.2263
6	0.575	1.4	0.805
7	0.525	1.35	0.7088

Caudal total (Q): 6.8179 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal | Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

N°	2	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	DMCA-1	FECHA	20/10/2018	HORA	13:00

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m
Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

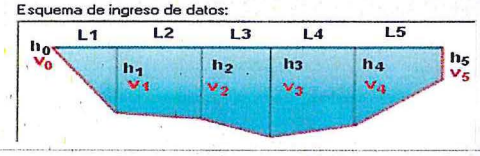
Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	0.0	0.64	0.5
2	0.2	0.64	0.5
3	0.3	0.64	0.5
4	0.2	0.64	0.5
5	0.28	0.64	0.5
[?]			

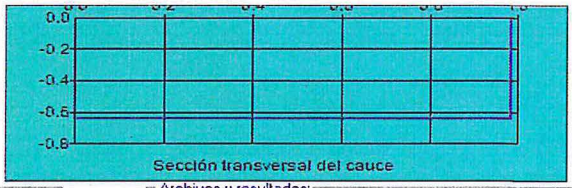
¿Calcular velocidad?
Si
No
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.0	0.25	0.0
2	0.128	0.5	0.064
3	0.192	0.5	0.096
4	0.128	0.5	0.064
5	0.1792	0.5	0.0896

Caudal total (Q): 0.3136 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal | Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distritos	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

AFORO CON CORRENTÓMETRO (HIDROESTA 2)

N°	3	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	CAAyo-2	FECHA	20/10/2018	HORA	15:00

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m

Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	0.1	0.145	0.1
2	0.35	0.2	0.5
3	0.4	0.16	0.4
4	0.07	0.15	0.1
[->]			

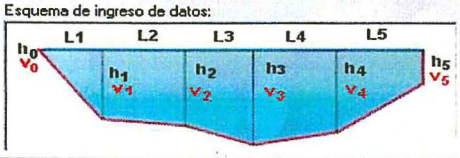
¿Calcular velocidad?
- Si
- No

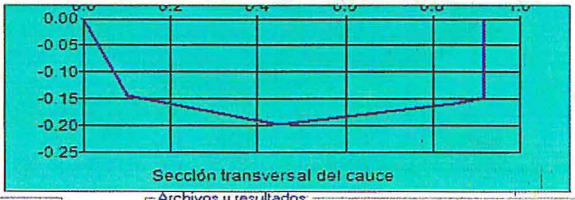
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.0073	0.05	0.0004
2	0.0604	0.3	0.0181
3	0.072	0.45	0.0324
4	0.0109	0.25	0.0027

Caudal total (Q): 0.0536 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal

Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

ANEXO G

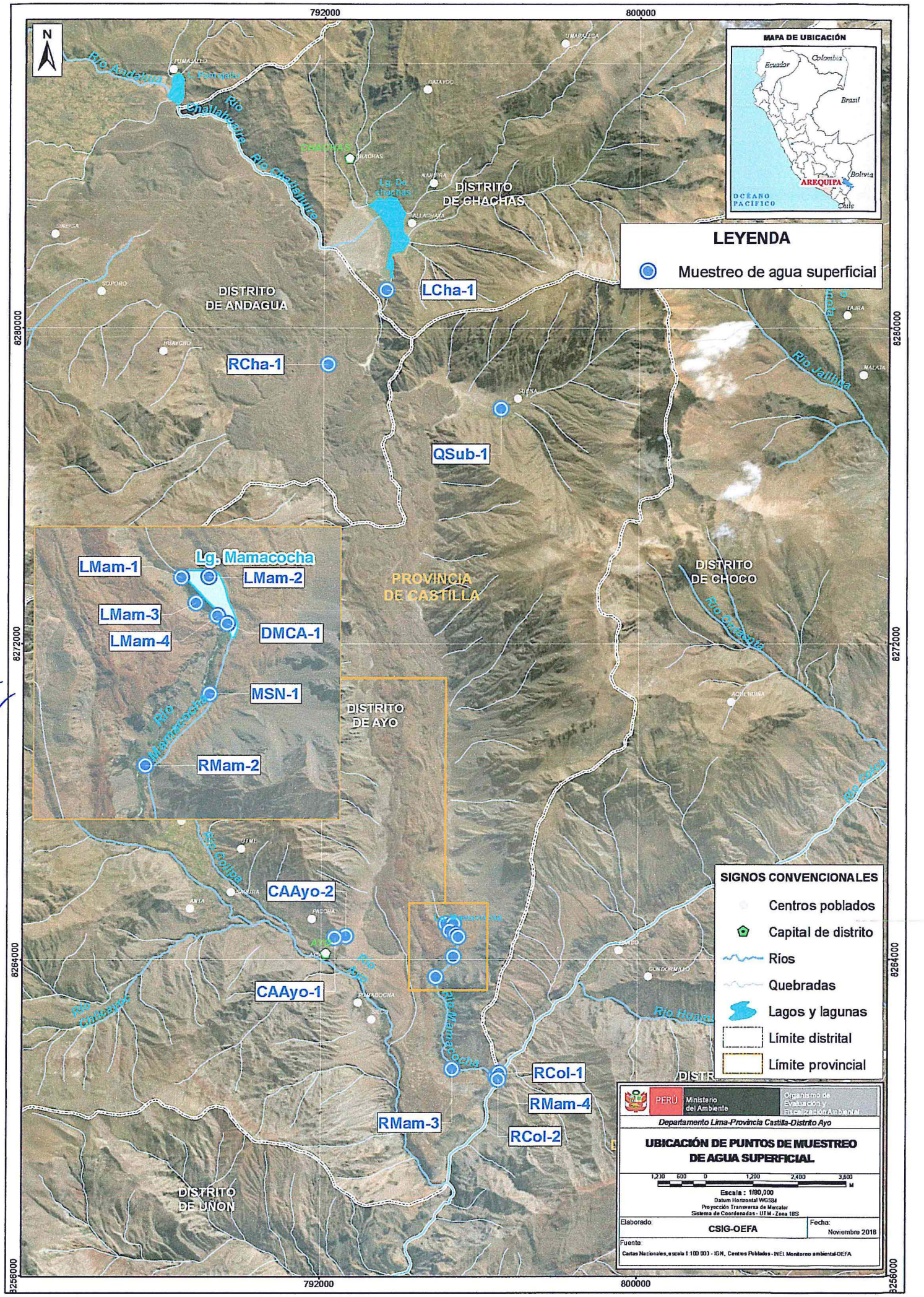
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

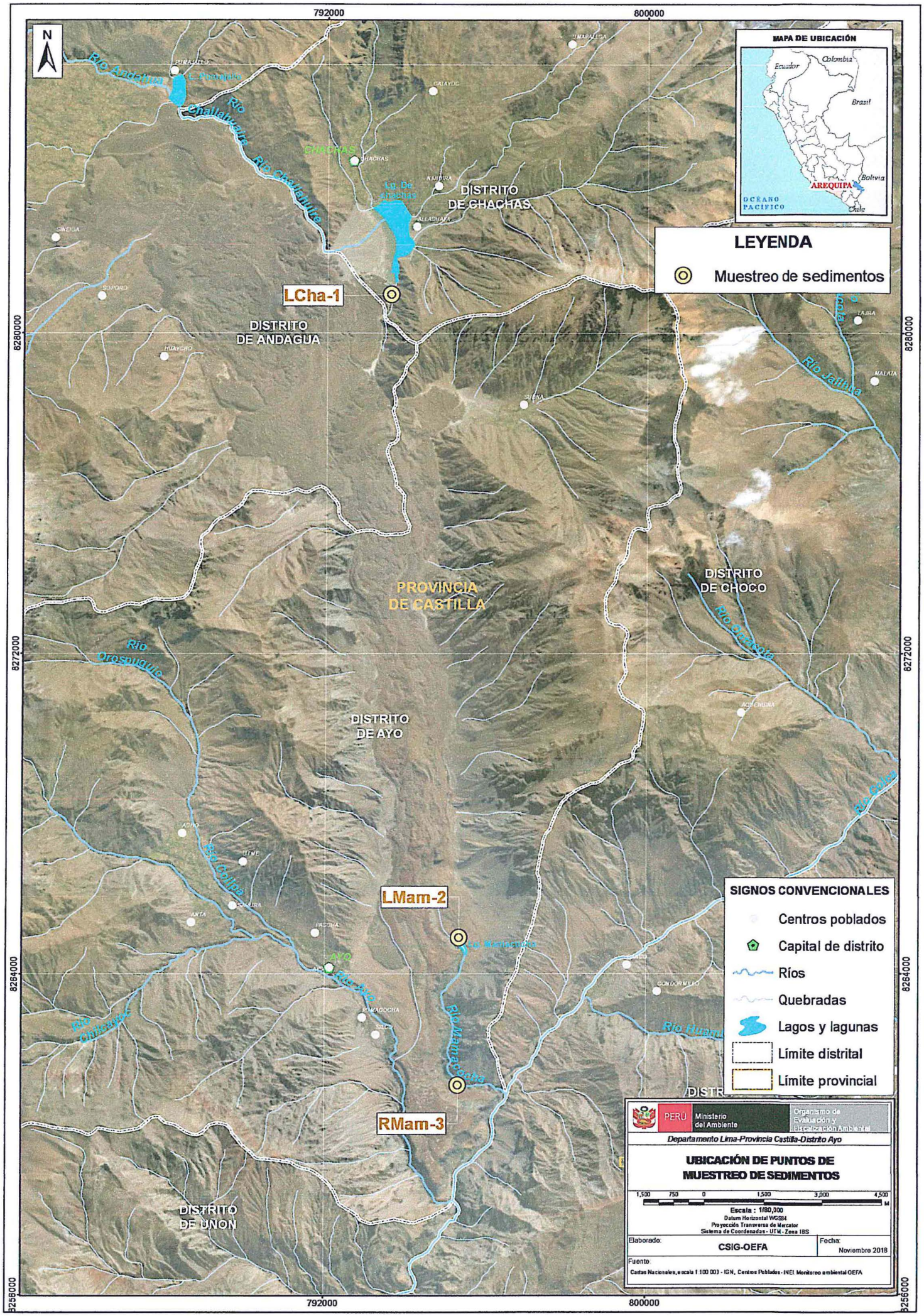
MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

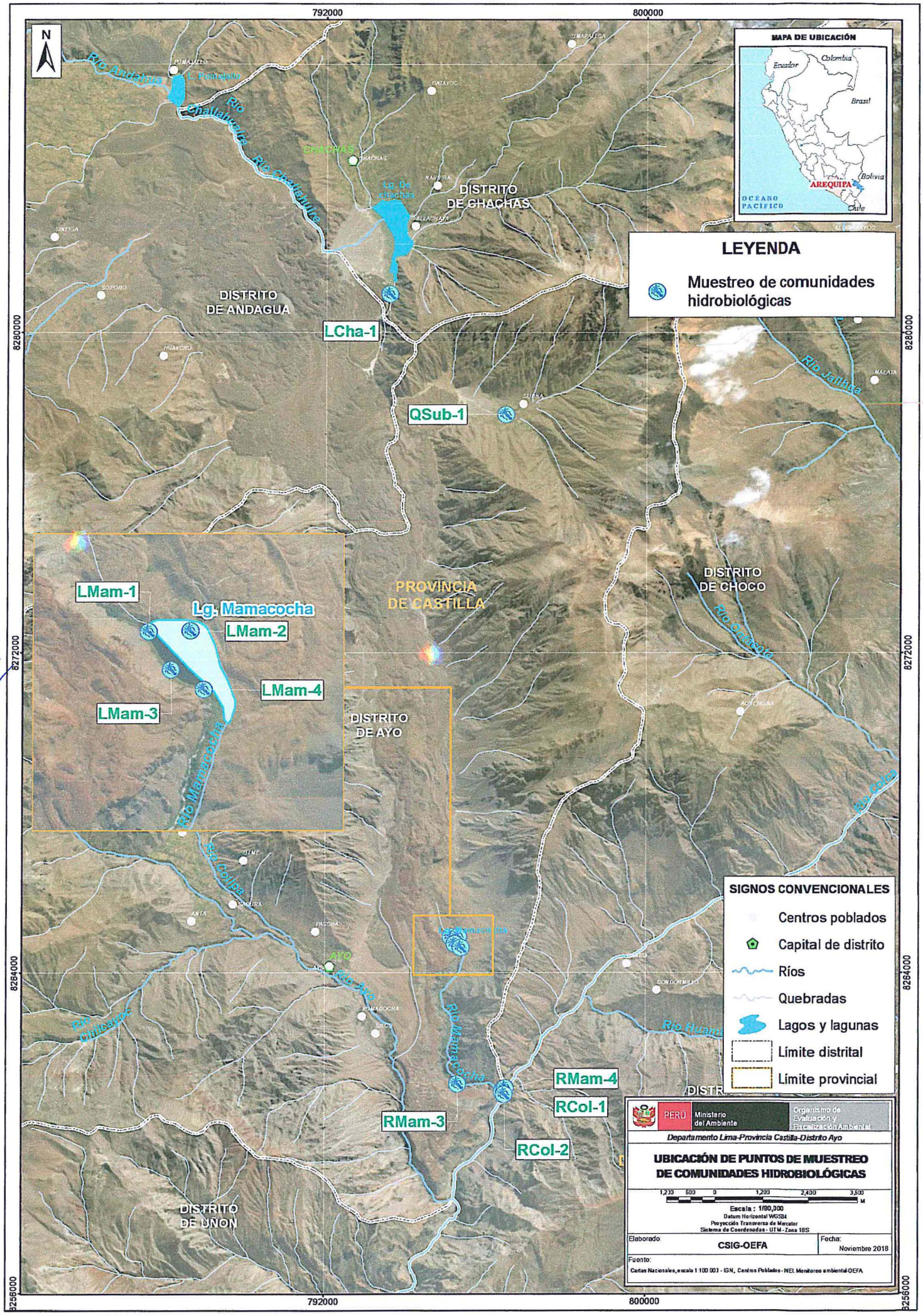
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Ecuador
Colombia
Brasil
Bolivia
AREQUIPA
Chile
OCÉANO PACÍFICO
LEYENDA
Muestreo de agua superficial
LCha-1
RCha-1
QSub-1
LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
DMCA-1
MSN-1
RMam-2
CAAyo-2
CAAyo-1
RCol-1
RMam-4
RMam-3
RCol-2
Lg. Mamacocha
Lg. De Chachas
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andamarca
Río Challahualla
Río Chalhuahuito
Río Jallihua
Río Ocoña
Río Colca
Río Mamacocha
Río Ayo
Río Huaruy
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL
1,200 600 0 1,200 2,400 3,600 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI Monitoreo ambiental-OEFA


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Colombia
Ecuador
Brasil
Bolivia
AREQUIPA
OCÉANO PACÍFICO
Chile
LEYENDA
Muestreo de sedimentos
LCha-1
LMam-2
RMam-3
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andagua
Río Challahuallo
Río Orcopuquio
Río Colca
Río Jallpa
Río Ayo
Río Huanu
CHACHAS
AYO
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SEDIMENTOS
1,500 750 0 1,500 3,000 4,500 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI, Monitoreo ambiental-OEFA


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Colombia
Ecuador
Brasil
Bolivia
Chile
AREQUIPA
OCEANO PACIFICO
LEYENDA
Muestreo de comunidades hidrobiológicas
LCha-1
QSub-1
LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
Lg. Mamacocha
RMam-3
RMam-4
RCol-1
RCol-2
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andahua
Río Chalhuanca
Río Jallape
Río Ocoña
Río Colca
Río Mamacocha
Río Ayo
Río Huanca
Río Chilcayoc
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS
1,200 600 0 1,200 2,400 3,600 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI Monitoreo ambiental-OEFA

ANEXO 4

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ERROR DE BALANCE IÓNICO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla 4.1.1. Balance iónico de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018

N.°	Código de Muestreo	Concentraciones (mg/L)																Concentraciones (meq/L)																EBI
		(Al^{3+})	(Fe^{2+})	(Mn^{2+})	(Ba^{2+})	(Sr^{2+})	(Li^{+})	(Ca^{2+})	(Mg^{2+})	(K^{+})	(Na^{+})	∑Cationes	(HCO_3^{-})	(Cl^{-})	(SO_4^{2-})	(CO_3^{2-})	∑Aniones	(Al^{3+})	(Fe^{2+})	(Mn^{2+})	(Ba^{2+})	(Sr^{2+})	Li^{+}	(Ca^{2+})	(Mg^{2+})	(K^{+})	(Na^{+})	∑Cationes	(HCO_3^{-})	(Cl^{-})	(SO_4^{2-})	(CO_3^{2-})	∑Aniones	
1	QSub-1	0,0560	0,0277	0,2075	0,0157	0,1125	0,0154	28,8200	10,3200	4,0600	15,3600	58,9948	9,0000	2,1750	136,6000	0,6000	148,3750	0,0062	0,0010	0,0076	0,0002	0,0026	0,0022	1,4381	0,8492	0,1038	0,6681	3,0791	0,1475	0,0613	2,8441	0,0300	3,0830	-0,06%
2	RMam-2	0,0020	0,0004	0,0007	0,0119	0,1866	0,0356	30,6900	6,4080	3,0100	17,5700	57,9152	88,5000	14,6700	59,8500	0,6000	163,6200	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0043	0,0051	1,5314	0,5273	0,0770	0,7643	2,9098	1,4504	0,4138	1,2461	0,0300	3,1403	-3,81%
3	MSN-1	0,0070	0,0209	0,0008	0,0122	0,1618	0,0279	30,9600	5,8270	2,6100	16,0000	55,6276	82,7000	12,9400	61,2700	0,6000	157,5100	0,0008	0,0007	0,0000	0,0002	0,0037	0,0040	1,5449	0,4795	0,0668	0,6960	2,7966	1,3554	0,3650	1,2757	0,0300	3,0260	-3,94%
4	DMCA-1	0,0020	0,0079	0,0005	0,0112	0,1658	0,0337	28,6400	6,1520	2,8300	17,2200	55,0631	82,7000	13,3500	54,0200	0,6000	150,6700	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0038	0,0049	1,4291	0,5062	0,0724	0,7490	2,7661	1,3554	0,3766	1,1247	0,0300	2,8867	-2,13%
5	CAAyo-2	0,0550	0,0254	0,0042	0,0187	1,6570	0,0054	122,8000	24,2400	2,6100	7,2490	158,6647	116,4000	2,0580	326,0000	0,6000	445,0580	0,0061	0,0009	0,0002	0,0003	0,0378	0,0008	6,1277	1,9947	0,0668	0,3153	8,5505	1,9077	0,0580	6,7876	0,0300	8,7833	-1,34%
6	RMam-4	0,0090	0,0112	0,0015	0,0124	0,1908	0,0340	32,7700	6,7860	2,9500	18,7000	61,4649	96,0000	15,6300	64,8000	0,6000	177,0300	0,0010	0,0004	0,0001	0,0002	0,0044	0,0049	1,6352	0,5584	0,0755	0,8134	3,0934	1,5733	0,4409	1,3492	0,0300	3,3934	-4,62%
7	RCol-1	0,0540	0,0389	0,0078	0,0242	0,6435	0,2957	59,1900	12,3900	9,2400	92,3300	174,2141	140,2000	115,9000	144,5000	0,6000	401,2000	0,0060	0,0014	0,0003	0,0004	0,0147	0,0426	2,9536	1,0195	0,2363	4,0161	8,2909	2,2977	3,2691	3,0086	0,0300	8,6054	-1,86%
8	RCol-2	0,0110	0,0160	0,0021	0,0134	0,2301	0,0630	34,8000	7,3700	3,6100	26,8700	72,9856	100,5000	26,2800	72,5400	0,6000	199,9200	0,0012	0,0006	0,0001	0,0002	0,0053	0,0091	1,7365	0,6065	0,0923	1,1688	3,6205	1,6471	0,7413	1,5103	0,0300	3,9287	-4,08%
9	RMam-3	0,0020	0,0004	0,0008	0,0134	0,1920	0,0356	33,6300	6,9640	2,9400	19,2600	63,0382	96,0000	15,8000	63,2900	0,6000	175,6900	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0044	0,0051	1,6781	0,5731	0,0752	0,8378	3,1741	1,5733	0,4457	1,3178	0,0300	3,3667	-2,94%
10	LCha-1	0,0180	0,0540	0,1748	0,0199	0,1295	0,0101	22,7000	4,0220	3,1000	10,0400	40,2683	44,7000	3,7980	51,0200	0,6000	100,1180	0,0020	0,0019	0,0064	0,0003	0,0030	0,0015	1,1327	0,3310	0,0793	0,4367	1,9947	0,7326	0,1071	1,0623	0,0300	1,9320	1,60%
11	LMam-1	0,0020	0,0004	0,0003	0,0123	0,1684	0,0346	28,5500	6,2600	2,9600	17,0300	55,0180	82,9000	13,9100	53,4200	0,6000	150,8300	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0038	0,0050	1,4247	0,5151	0,0757	0,7408	2,7655	1,3586	0,3924	1,1122	0,0300	2,8932	-2,26%
12	LMam-2	0,0020	0,0004	0,0011	0,0118	0,1642	0,0328	27,6400	5,9540	2,8500	16,6400	53,2963	82,9000	13,6000	54,4900	0,6000	151,5900	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0037	0,0047	1,3792	0,4899	0,0729	0,7238	2,6748	1,3586	0,3836	1,1345	0,0300	2,9068	-4,16%
13	LMam-3	0,0020	0,0083	0,0008	0,0109	0,1591	0,0324	27,1200	5,9260	2,7600	16,3900	52,4095	82,4000	13,6400	54,5300	0,6000	151,1700	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0036	0,0047	1,3533	0,4876	0,0706	0,7129	2,6335	1,3504	0,3847	1,1354	0,0300	2,9005	-4,83%
14	LMam-4	0,0020	0,0133	0,0015	0,0114	0,1624	0,0344	28,2200	6,0920	2,8700	16,6700	54,0770	82,9000	13,2400	52,7500	0,6000	149,4900	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0037	0,0050	1,4082	0,5013	0,0734	0,7251	2,7176	1,3586	0,3735	1,0983	0,0300	2,8604	-2,56%

Al^{3+}: ión aluminio, Fe^{2+}: ión hierro, Mn2+: ión manganeso, Ba2+: ión bario, Sr2+: ión estroncio, Li+: ión litio, Ca2+: ión calcio, Mg2+: ión magnesio, K+: ión potasio, Na+: ión sodio, HCO3-: ión bicabonato, Cl-: ión cloruro, SO42-: ión sulfato y CO3-: ión carbonato.
∑Cat.: Suma de cationes, ∑An.: Suma de aniones, EBI: Error de balance iónico, CE: Conductividad eléctrica.
*Las concentraciones en mg/L de los iones cuyos valores fueron menores al límite de cuantificación se calculó asumiendo el mismo valor del límite.
EBI: Error de balance iónico
: Diferencia negativa entre el valor calculado y el valor absoluto del EBI, EBI<+-20%

ANEXO 5

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ACTA DE EJECUCIÓN - 2018

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ACTA

Ejecución de la evaluación ambiental temprana en el distrito de Ayo, Provincia Caylloma departamento de Arequipa.

Acompañamiento en el monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología

Fecha: 18/10/18

Sr. José Vera Aguilar

Fecha: 20/10/18

Sr. Abigael Mejía Vega

Fecha: 21/10/18

Sr. Clemente Arroyo Cahuana DNI. 29325738
Sr. Hitler Molina Vega DNI. 29360439
Sr. Abigael Mejía Vega (ALCALDÍA)
Sr. Luis Tintaya (POLICÍA)

Fecha: 22/10/18

Sr. Jainor Condor Riveros (Empresa Laguna Azul)
Sr. Luis Tintaya
Sr. Abigael Mejía Vega.

- Se informó de los puntos de monitoreo y los componentes ambientales evaluados, asimismo se informó que la evaluación continuará durante el año 2019.

Paola Chávez
45417569
Especialista
Monitoreos Ambientales
OEFA

09888745
ABIGAEL MEJIA VEGA
ALCALDE

ANEXOS

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN
CIENTÍFICA
OEFA

ANEXO 1

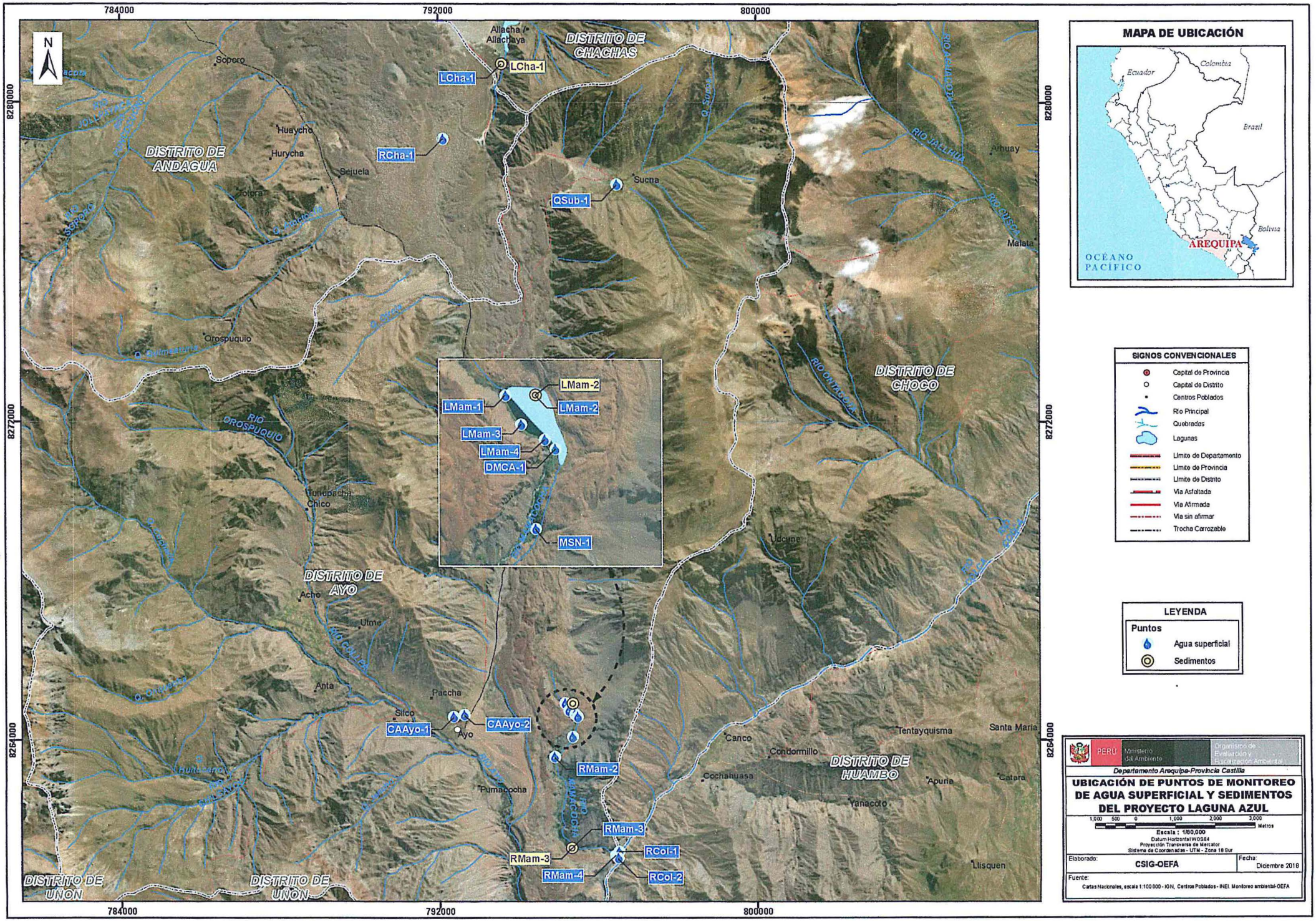
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

MAPAS

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900



MAPA DE UBICACIÓN

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Rio Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

LEYENDA

Puntos

- Agua superficial
- Sedimentos

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DEL PROYECTO LAGUNA AZUL

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: CSIG-OEFA

Fecha: Diciembre 2018

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

ANEXO 2

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REPORTE DE RESULTADOS

Título del estudio : Ejecución del monitoreo de la calidad de agua, sedimento e hidrobiología en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, ubicado en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa

Fecha de ejecución : Del 16 al 24 de octubre de 2018

CUE : 2018-03-0013 CUC : 014-10-2018-401

Tipo de evaluación : No Programada

Fecha : 03 DIC. 2018 Reporte N°. : RL 038 - 2018 - STEC

1. DATOS DE LOS ADMINISTRADOS

Razón social del administrado	Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R. L
Área de operación o proyecto	Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul
Distritos	Ayo
Provincia	Castilla
Departamento	Arequipa

2. DATOS DEL MONITOREO

Tipo de evaluación	Programada	
	No programada	X
Componentes evaluados	Agua superficial	
	Sedimentos	

3. RESULTADOS

Se presenta en anexos los resultados de laboratorio comparados con las normativas nacionales y referenciales, de las matrices agua superficial y sedimento correspondientes a la Evaluación Ambiental en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, realizada del 16 al 24 de octubre de 2018.

4. ANEXOS

Anexo A	Resultados
Anexo A.1	Resultados de agua
Anexo A.2	Resultados de sedimentos
Anexo B	Informes de ensayo
Anexo B.1	Agua superficial
Anexo B.2	Agua sedimento

Lima,

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JANET BRÍGIDA QUINCHO OLAZABAL
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

HERVER ARTURO ACUÑA BARDALES
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ANEXOS

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ANEXO A

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS

ANEXO A.1

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS DE AGUA

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1****	RCol-2****	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Parámetros de campo													
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7,12	7,78	7,48	7,32	8,32	8,11	8,14	8,14	8,08	5,5-9,0	6,5-8,5	6,5-8,4
Temperatura	°C	21,4	18,0	17,5	17,6	16,6	21,6	21,2	21,4	18,9	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	335	311	318	315	759	328	837	393	342	1600	2500	5000
Potencial de óxido reducción (ORP)	mV	206,8	147,4	145,1	166,1	140,5	99,0	149,5	161,1	125,7	***	***	***
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	5,96	7,88	7,14	7,59	7,67	7,31	8,26	6,18	7,62	≥ 5	≥ 4	≥ 5
Caudal	m^3/s	s/c	s/c	s/c	0,3136	0,0536	s/c	s/c	s/c	s/c	***	***	***
Fisicoquímicos													
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,100	---	---	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	1,7	5	10
Bicarbonato	mg HCO3-/L	9,0	88,5	82,7	82,7	116,4	96,0	140,2	100,5	96,0	**	518	**
Carbonato	mg CO3-2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	***	***	***
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	---	---	---	< 2	6	< 2*	9	9	---	20	40	40
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,028	0,023	0,018	0,014	0,022	0,025	0,035	0,023	0,017	***	***	***
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	50,845	35,079	36,548	37,074	12,566	36,575	44,999	35,190	37,406	***	***	***
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	260	236	218	197	536	215	542	506	244	1000	**	**
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	2	3	< 2	< 2	11	5	10	3	< 2	***	***	***
Sulfuros	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	***	***	***
Cloruros, Cl-	mg/L	2,175	14,67	12,94	13,35	2,058	15,63	115,9	26,28	15,80	250	500	**
Fluoruros, F-	mg/L	0,615	0,412	0,429	0,420	0,568	0,468	0,799	0,461	0,449	***	1	**
Sulfatos, SO4-2	mg/L	136,6	59,85	61,27	54,02	326,0	64,80	144,5	72,54	63,29	500	1000	1000
Fosfatos, PO4-3*	mg PO4-3/L	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	***	***	***
Fosfatos (como P)*	mg PO4-3-P/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	***	***	***
PCB Total	mg/L	---	---	---	< 0,000002	---	< 0,000002	---	---	---	0,0005	**	**
PCB Total (ug/L)	ug/L	---	---	---	< 0,002	---	< 0,002	---	---	---	**	0,04	0,045

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
«****» : Los puntos evaluados en el río Colca solo fueron comparados con la Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas (continuación)

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1	RCol-2	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Metales totales													
Plata (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***	***	***
Aluminio (Al)	mg/L	0,074	0,029	0,021	0,012	0,316	0,091	0,176	0,047	< 0,002	5	5	5
Arsénico (As)	mg/L	0,00147	0,00587	0,00648	0,00600	0,00221	0,00641	0,08021	0,01370	0,00603	0,01	0,1	0,2
Boro (B)	mg/L	0,015	0,118	0,118	0,107	0,031	0,123	1,626	0,306	0,102	2,4	1	5
Bario (Ba)	mg/L	0,0169	0,0130	0,0129	0,0134	0,0227	0,0159	0,0321	0,0158	0,0139	1	0,7	**
Berilio (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,04	0,1	0,1
Bismuto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Calcio (Ca)	mg/L	29,02	33,13	33,29	30,18	128,8	36,45	59,19	38,56	34,77	***	***	***
Cadmio (Cd)	mg/L	0,00102	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,005	0,01	0,05
Cobalto (Co)	mg/L	0,00238	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00039	< 0,00001	0,00031	< 0,00001	< 0,00001	***	0,05	1
Cromo (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0006	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0010	< 0,0001	0,05	0,1	1
Cobre (Cu)	mg/L	0,05899	0,00160	0,00194	0,00136	0,00103	0,00174	0,00252	0,00193	0,00086	2	0,2	0,5
Hierro (Fe)	mg/L	0,1257	0,0238	0,0228	0,0165	0,3630	0,1211	0,2179	0,1227	< 0,0004	1	5	**
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,002	0,001	0,01
Potasio (K)	mg/L	4,22	3,29	2,81	3,03	2,79	3,29	10,29	3,93	3,06	***	***	***
Litio (Li)	mg/L	0,0164	0,0385	0,0347	0,0346	0,0056	0,0357	0,3242	0,0664	0,0357	**	2,5	2,5
Magnesio (Mg)	mg/L	10,74	6,785	6,128	6,479	24,85	7,451	13,46	8,153	7,250	**	**	250
Manganeso (Mn)	mg/L	0,21933	0,00082	0,00083	0,00048	0,02532	0,00357	0,02417	0,00382	0,00078	0,4	0,2	0,2
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,02633	0,00801	0,00935	0,00717	0,00417	0,00889	0,00340	0,00879	0,00870	***	**	**
Sodio (Na)	mg/L	16,20	19,25	16,63	18,10	7,249	20,19	102,5	28,87	19,96	***	***	***
Níquel (Ni)	mg/L	0,0066	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0009	0,0004	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	***	0,2	1
Fosforo (P)	mg/L	0,069	0,114	0,107	0,117	0,053	0,116	0,087	0,114	0,062	***	***	***
Plomo (Pb)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0006	0,0004	0,0005	0,0007	< 0,0002	0,05	0,05	0,05
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00026	0,00034	< 0,00004	0,00060	< 0,00004	0,00029	0,00604	0,00092	0,00035	0,02	**	**
Selenio (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,04	0,02	0,05
Silicio (Si)	mg/L	25,0	18,8	18,8	19,7	7,6	19,2	22,8	19,8	17,5	***	***	***
Estaño (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00031	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Estroncio (Sr)	mg/L	0,1144	0,1866	0,1715	0,1848	1,773	0,2017	0,6435	0,2575	0,1956	***	***	***
Titanio (Ti)	mg/L	0,0017	< 0,0002	0,0015	< 0,0002	0,0052	0,0032	0,0032	0,0016	< 0,0002	***	***	***
Talio (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Uranio (U)	mg/L	< 0,000003	0,000473	0,000441	0,000485	0,001241	0,000542	0,000910	0,000565	0,000471	0,02	**	**
Vanadio (V)	mg/L	0,0012	0,0548	0,0551	0,0543	0,0009	0,0538	0,0081	0,0500	0,0517	***	***	***
Zinc (Zn)	mg/L	0,1417	0,0190	0,0196	0,0172	0,0253	0,0210	0,0190	0,0202	0,0175	5	2	24

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
«****» : Los puntos evaluados en el río Colca solo fueron comparados con la Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1) del 2017
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1 y D2) del 2017.

Tabla A.1.1. Resultados de agua superficial en ríos y quebradas (continuación)

Parámetro	Código	QSub-1	RMam-2	MSN-1	DMCA-1	CAAyo-2	RMam-4	RCol-1	RCol-2	RMam-3	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental		
	Fecha	18/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018			
	Hora	13:10:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	15:00:00	10:05:00	11:05:00	12:00:00	10:30:00	1-A2	D1	D2
Metales disueltos													
Plata Disuelta (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***	***	***
Aluminio Disuelto (Al)	mg/L	0,056	< 0,002	0,007	< 0,002	0,055	0,009	0,054	0,011	< 0,002	***	***	***
Arsénico Disuelto (As)	mg/L	0,00147	0,00578	0,00632	0,00597	0,00184	0,00641	0,06954	0,01363	0,00603	***	***	***
Boro Disuelto (B)	mg/L	0,014	0,095	0,071	0,084	0,020	0,091	1,138	0,292	0,096	***	***	***
Bario Disuelto (Ba)	mg/L	0,0157	0,0119	0,0122	0,0112	0,0187	0,0124	0,0242	0,0134	0,0134	***	***	***
Berilio Disuelto (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Bismuto Disuelto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Calcio Disuelto (Ca)	mg/L	28,82	30,69	30,96	28,64	122,8	32,77	59,19	34,80	33,63	***	***	***
Cadmio Disuelto (Cd)	mg/L	0,00087	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***	***	***
Cobalto Disuelto (Co)	mg/L	0,00209	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***	***	***
Cromo Disuelto (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***	***	***
Cobre Disuelto (Cu)	mg/L	0,03268	0,00119	0,00169	0,00126	0,00059	0,00106	0,00234	0,00117	0,00086	***	***	***
Hierro Disuelto (Fe)	mg/L	0,0277	< 0,0004	0,0209	0,0079	0,0254	0,0112	0,0389	0,0160	< 0,0004	***	***	***
Mercurio Disuelto (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Potasio Disuelto (K)	mg/L	4,06	3,01	2,61	2,83	2,61	2,95	9,24	3,61	2,94	***	***	***
Litio Disuelto (Li)	mg/L	0,0154	0,0356	0,0279	0,0337	0,0054	0,0340	0,2957	0,0630	0,0356	***	***	***
Magnesio Disuelto (Mg)	mg/L	10,32	6,408	5,827	6,152	24,24	6,786	12,39	7,370	6,964	***	***	***
Manganeso Disuelto (Mn)	mg/L	0,20748	0,00065	0,00083	0,00048	0,00417	0,00152	0,00777	0,00212	0,00078	***	***	***
Molibdeno Disuelto (Mo)	mg/L	0,02402	0,00748	0,00851	0,00665	0,00414	0,00781	0,00315	0,00777	0,00808	***	***	***
Sodio Disuelto (Na)	mg/L	15,36	17,57	16,00	17,22	7,249	18,70	92,33	26,87	19,26	***	***	***
Níquel Disuelto (Ni)	mg/L	0,0051	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0006	< 0,0002	0,0011	< 0,0002	< 0,0002	***	***	***
Fosforo Disuelto (P)	mg/L	< 0,015	0,061	0,048	0,058	< 0,015	0,061	0,033	0,057	0,062	***	***	***
Plomo Disuelto (Pb)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0007	< 0,0002	***	***	***
Antimonio Disuelto (Sb)	mg/L	0,00026	0,00034	< 0,00004	0,00043	< 0,00004	0,00029	0,00552	0,00092	0,00035	***	***	***
Selenio Disuelto (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	***	***	***
Silicio Disuelto (Si)	mg/L	22,1	16,5	14,3	16,9	5,9	16,7	19,3	17,2	17,2	***	***	***
Estaño Disuelto (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***	***	***
Estroncio Disuelto (Sr)	mg/L	0,1125	0,1866	0,1618	0,1658	1,657	0,1908	0,6435	0,2301	0,1920	***	***	***
Titanio Disuelto (Ti)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***	***	***
Talio Disuelto (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***	***	***
Uranio Disuelto (U)	mg/L	< 0,000003	0,000439	0,000441	0,000416	0,001207	0,000447	0,000892	0,000477	0,000471	***	***	***
Vanadio Disuelto (V)	mg/L	0,0011	0,0482	0,0507	0,0486	0,0009	0,0466	0,0074	0,0433	0,0468	***	***	***
Zinc Disuelto (Zn)	mg/L	0,1107	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	0,0183	< 0,0100	0,0175	***	***	***

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 1(A2) y Categoría 3.
A2 : Subcategoría A2, aguas que pueden ser potabilizadas tratamiento convencional.
D1 : Subcategoría D1: Riego de vegetales/Riego de cultivo de tallo alto y bajo.
D2 : Subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8,06	7,31	7,28	7,16	7,34	6,5 a 9,0
Temperatura	°C	19,5	18,7	17,4	18,3	18,7	Δ 3
Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	218	293	294	297	285	1 000
Potencial de óxido reducción (ORP)	mV	122,1	147,1	152,7	203,3	158,6	***
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	6,39	6,84	6,98	7,29	7,54	≥ 5
Caudal	m^3/s	s/c	s/c	s/c	s/c	6,8179	***
Aceites y Grasas	mg/L	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	5,0
Bicarbonato	mg HCO3-/L	44,7	82,9	82,9	82,4	82,9	***
Carbonato	mg CO3-2/L	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	***
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	< 2	---	---	---	< 2	***
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-N/L	0,027	0,014	0,016	0,021	0,017	***
Silicatos (mg SiO2/L)	mg/L	15,420	34,913	37,157	37,129	30,105	***
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	166	219	178	234	214	***
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	19	< 2	< 2	< 2	2	≤ 100
Sulfuros	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Cloruros, Cl-	mg/L	3,798	13,91	13,60	13,64	13,24	***
Fluoruros, F-	mg/L	0,191	0,431	0,432	0,428	0,370	***
Sulfatos, SO4-2	mg/L	51,02	53,42	54,49	54,53	52,75	***
Fosfatos, PO4-3*	mg PO4-3/L	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	***
Fosfatos (como P)*	mg PO4-3-P/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	***
PCB Total	mg/L	---	---	---	---	< 0,000002	0,000014
PCB Total (ug/L)	ug/L	---	---	---	---	< 0,002	***

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas (continuación)

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Plata (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***
Aluminio (Al)	mg/L	0,432	< 0,002	0,016	0,017	0,031	***
Arsénico (As)	mg/L	0,00270	0,00550	0,00581	0,00568	0,00565	0,15
Boro (B)	mg/L	0,062	0,095	0,118	0,125	0,101	***
Bario (Ba)	mg/L	0,0326	0,0126	0,0135	0,0121	0,0132	0,7
Berilio (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Bismuto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Calcio (Ca)	mg/L	22,70	29,37	30,79	28,91	29,49	***
Cadmio (Cd)	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cobalto (Co)	mg/L	0,00045	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cromo (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***
Cobre (Cu)	mg/L	0,00177	0,00126	0,00150	0,00171	0,00178	0,1
Hierro (Fe)	mg/L	0,3265	< 0,0004	0,0538	0,0228	0,0442	***
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,0001
Potasio (K)	mg/L	3,12	2,97	3,14	2,95	3,06	***
Litio (Li)	mg/L	0,0101	0,0351	0,0347	0,0361	0,0369	***
Magnesio (Mg)	mg/L	4,022	6,367	6,687	6,272	6,415	***
Manganeso (Mn)	mg/L	0,21616	0,00033	0,00111	0,00076	0,00152	***
Molibdeno (Mo)	mg/L	0,00158	0,00636	0,00727	0,00699	0,00705	***
Sodio (Na)	mg/L	10,04	17,66	18,50	17,48	17,59	***
Níquel (Ni)	mg/L	0,0010	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,052
Fosforo (P)	mg/L	0,044	0,066	0,105	0,119	0,126	0,035
Plomo (Pb)	mg/L	0,0013	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	0,0025
Antimonio (Sb)	mg/L	0,00082	< 0,00004	< 0,00004	0,00028	< 0,00004	0,64
Selenio (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	0,005
Silicio (Si)	mg/L	8,5	17,6	18,1	19,5	18,7	***
Estaño (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Estroncio (Sr)	mg/L	0,1341	0,1687	0,1748	0,1749	0,1756	***
Titanio (Ti)	mg/L	0,0087	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0015	***
Talio (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,0008
Uranio (U)	mg/L	< 0,000003	0,000453	0,000445	0,000454	0,000452	***
Vanadio (V)	mg/L	0,0029	0,0530	0,0563	0,0531	0,0536	***
Zinc (Zn)	mg/L	0,0184	< 0,0100	0,0195	0,0197	0,0209	0,12

Fuente : Informe de ensayo ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4.
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas
: No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 4, E1: lagos y lagunas.

Tabla A.1.2. Resultados de agua superficial en lagunas (continuación)

Parámetro	Código	LCha-1	LMam-1	LMam-2	LMam-3	LMam-4	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental
	Fecha	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	
	Hora	11:28:00	09:15:00	11:00:00	12:20:00	14:30:00	E1: Lagunas y lagos
Metales disueltos							
Plata Disuelta (Ag)	mg/L	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003	***
Aluminio Disuelto (Al)	mg/L	0,018	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	***
Arsénico Disuelto (As)	mg/L	0,00270	0,00550	0,00567	0,00560	0,00565	***
Boro Disuelto (B)	mg/L	0,053	0,084	0,093	0,086	0,088	***
Bario Disuelto (Ba)	mg/L	0,0199	0,0123	0,0118	0,0109	0,0114	***
Berilio Disuelto (Be)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Bismuto Disuelto (Bi)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Calcio Disuelto (Ca)	mg/L	22,70	28,55	27,64	27,12	28,22	***
Cadmio Disuelto (Cd)	mg/L	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00025
Cobalto Disuelto (Co)	mg/L	0,00026	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	***
Cromo Disuelto (Cr)	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	***
Cobre Disuelto (Cu)	mg/L	0,00177	0,00121	0,00125	0,00145	0,00175	***
Hierro Disuelto (Fe)	mg/L	0,0540	< 0,0004	< 0,0004	0,0083	0,0133	***
Mercurio Disuelto (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Potasio Disuelto (K)	mg/L	3,10	2,96	2,85	2,76	2,87	***
Litio Disuelto (Li)	mg/L	0,0101	0,0346	0,0328	0,0324	0,0344	***
Magnesio Disuelto (Mg)	mg/L	4,022	6,260	5,954	5,926	6,092	***
Manganeso Disuelto (Mn)	mg/L	0,17478	0,00033	0,00111	0,00076	0,00152	***
Molibdeno Disuelto (Mo)	mg/L	0,00158	0,00634	0,00683	0,00629	0,00659	***
Sodio Disuelto (Na)	mg/L	10,04	17,03	16,64	16,39	16,67	***
Níquel Disuelto (Ni)	mg/L	0,0010	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Fosforo Disuelto (P)	mg/L	< 0,015	0,063	0,063	0,061	0,066	***
Plomo Disuelto (Pb)	mg/L	0,0007	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Antimonio Disuelto (Sb)	mg/L	0,00082	< 0,00004	< 0,00004	0,00028	< 0,00004	***
Selenio Disuelto (Se)	mg/L	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	***
Silicio Disuelto (Si)	mg/L	7,3	17,1	16,8	16,5	17,0	***
Estaño Disuelto (Sn)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	***
Estroncio Disuelto (Sr)	mg/L	0,1295	0,1684	0,1642	0,1591	0,1624	***
Titanio Disuelto (Ti)	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	***
Talio Disuelto (Tl)	mg/L	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	***
Uranio Disuelto (U)	mg/L	< 0,000003	0,000426	0,000403	0,000433	0,000402	***
Vanadio Disuelto (V)	mg/L	0,0019	0,0508	0,0489	0,0478	0,0461	***
Zinc Disuelto (Zn)	mg/L	0,0184	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	0,0190	***

Fuente : ALS: 60898/2018-60902/2018-60893/2018-60889/2018
«s/c» : No se midió caudal.
«**» : El parámetro no aplica para esta subcategoría.
«<» : Menor del valor del límite de cuantificación de la metodología de análisis empleada por el laboratorio.
«Δ3» : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.
«--» : Parámetro no considerado para el muestreo.
«*» : No acreditado por el INACAL-DA
«***» : Los ECA para Agua del 2017 no tipifican valores para el parámetro en la Categoría 4.
E1 : Subcategoría E1: Lagos y lagunas

ANEXO A.2

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

RESULTADOS DE SEDIMENTO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla A.2.1. Resultados de sedimento

Parámetro	Unidad	LCha-1	LMam-2	RMam-3	Guía Canadiense	
		18/10/2018	19/10/2018	22/10/2018		
		11:28:00	11:00:00	10:30:00	ISQG (2)	PEL (3)
Metales totales						
Plata (Ag)	mg/kg	< 3,0	< 3,0	< 3,0	---	---
Aluminio (Al)	mg/kg	14655	4333	3588	---	---
Arsénico (As)	mg/kg	19,1	< 17,5	< 17,5	**5,9**	**17**
Bario (Ba)	mg/kg	222,3	40,9	103,7	---	---
Berilio (Be)	mg/kg	< 1,5	< 1,5	< 1,5	---	---
Calcio (Ca)	mg/kg	3701	9331	9516	---	---
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	**0,6**	**3,5**
Cobalto (Co)	mg/kg	< 4,0	< 4,0	< 4,0	---	---
Cromo (Cr)	mg/kg	9,5	28,9	5,0	**37,3**	**90**
Cobre (Cu)	mg/kg	28,3	1508	26,8	**35,7**	**197**
Hierro (Fe)	mg/kg	22303	3538	14181	---	---
Potasio (K)	mg/kg	3695	1333	2470	---	---
Magnesio (Mg)	mg/kg	3009	1099	898	---	---
Manganeso (Mn)	mg/kg	966	17	149	---	---
Molibdeno (Mo)	mg/kg	< 3,0	< 3,0	6,5	---	---
Sodio (Na)	mg/kg	324	356	219	---	---
Níquel (Ni)	mg/kg	< 5	< 5	< 5	---	---
Plomo (Pb)	mg/kg	48	11	14	**35**	**91,3**
Antimonio (Sb)	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Selenio (Se)	mg/kg	< 8,0	< 8,0	< 8,0	---	---
Talio (Tl)	mg/kg	< 15	< 15	< 15	---	---
Vanadio (V)	mg/kg	36,9	68,4	33,0	---	---
Zinc (Zn)	mg/kg	103,4	33,2	161,8	**123**	**315**
Boro (B)*	mg/kg	< 20,3	< 20,3	< 20,3	---	---
Bismuto (Bi)*	mg/kg	< 7,5	< 7,5	< 7,5	---	---
Litio (Li)*	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Fosforo (P)*	mg/kg	670,9	959,3	665,0	---	---
Silicio (Si)*	mg/kg	1051	631,0	334,3	---	---
Estaño (Sn)*	mg/kg	< 12,5	< 12,5	< 12,5	---	---
Estroncio (Sr)*	mg/kg	46,7	53,3	36,2	---	---
Titanio (Ti)*	mg/kg	237,1	119,6	141,8	---	---
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0,25	< 0,10	< 0,10	**0,17**	**0,486**
Materia orgánica						
Materia orgánica	%	-	< 0.3	13.1	---	---

Fuente: Informes de ensayo ALS: 61894-2018-1822667
«*» : Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA
«---» : No registra valor de comparación
«-» : No se evaluó el parámetro
: Concentraciones que superan ISQG
: Concentraciones que superan el PEL

(1) Guías de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, por sus siglas en inglés, *Canadian Environmental Quality Guidelines*) para sedimentos de cuerpos de agua continental.

(2) Guía Provisional de Calidad del Sedimento (ISQG, por sus siglas en inglés, *Interim Sediment Quality Guidelines*).

(3) Nivel de Efecto Probable (PEL, por sus siglas en inglés, *Probable Effect Level*).

ANEXO B

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

INFORMES DE ENSAYO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 7

Nº ALS LS					530937/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,018	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00270	0,00026
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,053	0,016
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0199	0,0009
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	22,70	0,95
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00026	0,00004
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00177	0,00021
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0540	0,0035
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,10	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0101	0,0006
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	4,022	0,094
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,17478	0,00656
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00158	0,00024
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	10,04	0,66
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00082	0,00025
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	7,3	0,4
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1295	0,0035
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0019	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0184	NE

Nº ALS LS					530938/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					13:10:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					QSub-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,056	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00147	0,00018
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,014	0,007
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0157	0,0008
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,82	1,39
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00087	0,00008
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	0,00209	0,00018
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530938/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					13:10:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					QSub-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,03268	0,00034
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0277	0,0027
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	4,06	0,17
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0154	0,0008
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	10,32	0,16
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,20748	0,00919
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,02402	0,00094
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	15,36	0,95
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0051	0,0006
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00026	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	22,1	1,0
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1125	0,0028
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0011	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,1107	0,0030

Nº ALS LS					530939/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00550	0,00043
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,084	0,023
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0123	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,55	1,36
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00121	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,96	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0346	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,260	0,113
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00033	0,00022
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00634	0,00069
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,03	1,04
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,063	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,1	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530939/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1684	0,0058
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000426	0,000079
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0508	0,0013
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530940/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00567	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,093	0,025
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0118	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	27,64	1,29
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00125	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,85	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0328	0,0015
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,954	0,110
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00111	0,00026
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00683	0,00074
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,64	1,02
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,063	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,8	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1642	0,0055
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000403	0,000078
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0489	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530941/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					12:20:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00560	0,00043
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,086	0,024
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0109	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	27,12	1,26
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00145	0,00019
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0083	0,0021
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,76	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0324	0,0015
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,926	0,110
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00076	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00629	0,00069
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,39	1,01
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00028	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,5	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1591	0,0052
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000433	0,000080
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0478	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530942/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					14:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-4	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00565	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,088	0,024
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0114	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,22	1,34
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00175	0,00021
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0133	0,0023
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,87	0,16

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530942/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					14:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-4	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0344	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,092	0,111
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00659	0,00072
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,67	1,02
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,066	0,019
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,0	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1624	0,0054
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000402	0,000078
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0461	0,0011
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Nº ALS LS					530943/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00578	0,00044
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,095	0,026
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0119	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	30,69	1,54
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00119	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,01	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0356	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,408	0,114
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00065	0,00023
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00748	0,00077
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,57	1,07
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00034	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,5	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1866	0,0071
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000439	0,000080

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530943/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0482	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530944/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					MSN-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,007	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00632	0,00048
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,071	0,020
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0122	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	30,96	1,56
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00169	0,00020
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0209	0,0025
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,61	0,15
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0279	0,0013
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	5,827	0,109
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00083	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00851	0,00079
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	16,00	0,98
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,048	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	14,3	0,7
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1618	0,0054
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000441	0,000081
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0507	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530945/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00597	0,00046
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,084	0,023
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0112	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530945/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	28,64	1,37
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00126	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0079	0,0021
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,83	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0337	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,152	0,112
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00048	0,00022
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00665	0,00072
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	17,22	1,05
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,058	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00043	0,00023
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,9	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1658	0,0056
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000416	0,000079
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0486	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530946/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,055	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00184	0,00020
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,020	0,008
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0187	0,0009
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	122,8	10,6
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00059	0,00013
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0254	0,0026
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,61	0,15
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0054	0,0006
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	24,24	0,41
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00417	0,00041
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00414	0,00048
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	7,249	0,507
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Nº ALS LS					530946/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	5,9	0,4
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	1,657	0,103
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,001207	0,000134
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	0,0005
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	106,9	80-120	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	113,8	80-120	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	109,8	80-120	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	112,2	80-120	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	100,9	80-120	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	111,5	80-120	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	90,0	80-120	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	113,3	80-120	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	107,3	80-120	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	113,2	80-120	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	117,0	80-120	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	117,8	80-120	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	108,1	80-120	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	106,4	80-120	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	102,4	80-120	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	108,6	80-120	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	98,6	80-120	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	108,0	80-120	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	101,6	80-120	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	100,4	80-120	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	113,7	80-120	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	100,6	80-120	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	115,9	80-120	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	113,2	80-120	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	111,1	80-120	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	112,8	80-120	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	109,8	80-120	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	109,0	80-120	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	95,2	80-120	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	114,0	80-120	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	111,0	80-120	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	115,2	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LCha-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QSub-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60898/2018

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
MSN-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DMCA-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CAAyo-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60898/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LCha-1	530937/2018-1.0	rssqsup&5739035
QSub-1	530938/2018-1.0	sssqsup&5839035
LMam-1	530939/2018-1.0	tssqsup&5939035
LMam-2	530940/2018-1.0	ussqsup&5049035
LMam-3	530941/2018-1.0	ltsqsup&5149035

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LMam-4	530942/2018-1.0	mtsqsup&5249035
RMam-2	530943/2018-1.0	ntsqsup&5349035
MSN-1	530944/2018-1.0	otsqsup&5449035
DMCA-1	530945/2018-1.0	ptsqsup&5549035
CAAyo-2	530946/2018-1.0	qtsqsup&5649035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 **CUC: 0014-10-2018-401**

Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 7

Nº ALS LS					**530959/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**10:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RMam-4**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,009	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00641	0,00048
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,091	0,025
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0124	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	32,77	1,71
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00106	0,00016
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0112	0,0022
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,95	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0340	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,786	0,118
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00781	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	18,70	1,13
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,061	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00029	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	16,7	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1908	0,0074
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000447	0,000081
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0466	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					**530960/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RCol-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,054	0,005
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,06954	0,00143
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	1,138	0,154
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0242	0,0010
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	59,19	4,77
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Nº ALS LS					530960/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					11:05:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00234	0,00025
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0389	0,0030
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	9,24	0,22
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,2957	0,0222
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	12,39	0,18
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00777	0,00048
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00315	0,00039
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	92,33	4,67
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0011	0,0004
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,033	NE
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00552	0,00057
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	19,3	0,9
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,6435	0,0861
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000892	0,000112
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0074	0,0006
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0183	NE

Nº ALS LS					530961/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,011	0,004
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,01363	0,00053
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,292	0,064
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	34,80	1,89
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00117	0,00017
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	0,0160	0,0024
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	3,61	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0630	0,0029
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	7,370	0,124
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00212	0,00031
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00777	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	26,87	1,56
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,057	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00092	0,00026
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,2	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Nº ALS LS					530961/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,2301	0,0107
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000477	0,000083
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0433	0,0011
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530962/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYO DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelta (Ag)	11421	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio Disuelto (Al)	11421	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico Disuelto (As)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00603	0,00046
Boro Disuelto (B)	11421	mg/L	0,002	0,004	0,096	0,026
Bario Disuelto (Ba)	11421	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berilio Disuelto (Be)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto Disuelto (Bi)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio Disuelto (Ca)	11421	mg/L	0,10	0,15	33,63	1,79
Cadmio Disuelto (Cd)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto Disuelto (Co)	11421	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo Disuelto (Cr)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre Disuelto (Cu)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	0,00086	0,00015
Hierro Disuelto (Fe)	11421	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio Disuelto (Hg)	11421	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio Disuelto (K)	11421	mg/L	0,04	0,10	2,94	0,16
Litio Disuelto (Li)	11421	mg/L	0,0001	0,0004	0,0356	0,0016
Magnesio Disuelto (Mg)	11421	mg/L	0,003	0,010	6,964	0,120
Manganeso Disuelto (Mn)	11421	mg/L	0,00003	0,00020	0,00078	0,00024
Molibdeno Disuelto (Mo)	11421	mg/L	0,00002	0,00010	0,00808	0,00078
Sodio Disuelto (Na)	11421	mg/L	0,006	0,040	19,26	1,16
Niquel Disuelto (Ni)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo Disuelto (P)	11421	mg/L	0,015	0,050	0,062	0,018
Plomo Disuelto (Pb)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio Disuelto (Sb)	11421	mg/L	0,00004	0,00020	0,00035	0,00022
Selenio Disuelto (Se)	11421	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio Disuelto (Si)	11421	mg/L	0,2	0,3	17,2	0,8
Estaño Disuelto (Sn)	11421	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio Disuelto (Sr)	11421	mg/L	0,0002	0,0004	0,1920	0,0075
Titanio Disuelto (Ti)	11421	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio Disuelto (Tl)	11421	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio Disuelto (U)	11421	mg/L	0,000003	0,000050	0,000471	0,000083
Vanadio Disuelto (V)	11421	mg/L	0,0001	0,0005	0,0468	0,0012
Zinc Disuelto (Zn)	11421	mg/L	0,0100	0,0200	0,0175	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel Disuelto (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio Disuelto (Al)	106,9	80-120	30/10/2018
Antimonio Disuelto (Sb)	113,8	80-120	30/10/2018
Arsénico Disuelto (As)	109,8	80-120	30/10/2018
Bario Disuelto (Ba)	112,2	80-120	30/10/2018
Berilio Disuelto (Be)	100,9	80-120	30/10/2018
Bismuto Disuelto (Bi)	111,5	80-120	30/10/2018
Boro Disuelto (B)	90,0	80-120	30/10/2018
Cadmio Disuelto (Cd)	113,3	80-120	30/10/2018
Calcio Disuelto (Ca)	107,3	80-120	30/10/2018
Cobalto Disuelto (Co)	113,2	80-120	30/10/2018
Cobre Disuelto (Cu)	117,0	80-120	30/10/2018
Cromo Disuelto (Cr)	117,8	80-120	30/10/2018
Estaño Disuelto (Sn)	108,1	80-120	30/10/2018
Estroncio Disuelto (Sr)	106,4	80-120	30/10/2018
Fosforo Disuelto (P)	102,4	80-120	30/10/2018
Hierro Disuelto (Fe)	108,6	80-120	30/10/2018
Litio Disuelto (Li)	98,6	80-120	30/10/2018
Magnesio Disuelto (Mg)	108,0	80-120	30/10/2018
Manganeso Disuelto (Mn)	101,6	80-120	30/10/2018
Mercurio Disuelto (Hg)	100,4	80-120	30/10/2018
Molibdeno Disuelto (Mo)	113,7	80-120	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60902/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Niquel Disuelto (Ni)	100,6	80-120	30/10/2018
Plata Disuelta (Ag)	115,9	80-120	30/10/2018
Plomo Disuelto (Pb)	113,2	80-120	30/10/2018
Potasio Disuelto (K)	111,1	80-120	30/10/2018
Selenio Disuelto (Se)	112,8	80-120	30/10/2018
Silicio Disuelto (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio Disuelto (Na)	109,8	80-120	30/10/2018
Talio Disuelto (Tl)	109,0	80-120	30/10/2018
Titanio Disuelto (Ti)	95,2	80-120	30/10/2018
Uranio Disuelto (U)	114,0	80-120	30/10/2018
Vanadio Disuelto (V)	111,0	80-120	30/10/2018
Zinc Disuelto (Zn)	115,2	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11421	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60902/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMam-4	530959/2018-1.0	rtsqsup&5959035
RCol-1	530960/2018-1.0	stsqsup&5069035
RCol-2	530961/2018-1.0	ttsqsup&5169035
RMam-3	530962/2018-1.0	utsqsup&5269035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 05/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS	**530896/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**21/10/2018**
Hora de Muestreo	**10:05:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**RMam-4**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	96,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno*	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,025	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	36,575	5,080
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	215	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	5	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	15,63	0,59
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,468	0,044
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	64,80	2,83
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,091	0,006
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00641	0,00048
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,123	0,031
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0159	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	36,45	2,05
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00174	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1211	0,0054
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,29	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0357	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,451	0,125
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00357	0,00038
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00889	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	20,19	1,21
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,116	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00029	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,2	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2017	0,0082
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0032	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000542	0,000088
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0538	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0210	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Muestras del item: 8

Nº ALS LS					**530901/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**21/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:05:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RCol-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	140,2	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	9	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,035	0,013
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	44,999	7,085
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	542	35
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	10	3
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	115,9	2,9
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,799	0,067
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	144,5	3,8
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,176	0,009
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,08021	0,00174
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	1,626	0,194
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0321	0,0012
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	59,19	4,77
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00031	0,00004
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00252	0,00026
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,2179	0,0083
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	10,29	0,23
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,3242	0,0256
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	13,46	0,20
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,02417	0,00053
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00340	0,00041
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	102,5	5,2
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0011	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,087	0,022
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00604	0,00060
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	22,8	1,0
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,6435	0,0861
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0032	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000910	0,000113
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0081	0,0006
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Nº ALS LS					530902/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					21/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RCol-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	100,5	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	9	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,023	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	35,190	4,780
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	506	32
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	3	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	26,28	0,85
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,461	0,043
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	72,54	2,97
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,047	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,01370	0,00053
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,306	0,066
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0158	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	38,56	2,25
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0010	0,0004
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00193	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1227	0,0055
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,93	0,17
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0664	0,0031
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	8,153	0,132
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00382	0,00039
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00879	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	28,87	1,66
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,114	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00092	0,00026
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2575	0,0134
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0016	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000565	0,000089
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0500	0,0012
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0202	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Muestras del item: 9

Nº ALS LS					530913/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	96,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,017	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,406	5,264
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	244	16
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	15,80	0,59
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,449	0,043
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	63,29	2,80
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00603	0,00046
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,102	0,027
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0139	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	34,77	1,89
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00086	0,00015
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,06	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0357	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,250	0,123
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00078	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00870	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	19,96	1,20
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,062	0,018
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00035	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,5	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1956	0,0077
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000471	0,000083
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0517	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0175	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	30/10/2018
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	31/10/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	31/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	31/10/2018
PCB Total	0,000002	0,000014	mg/L	< 0,000002	26/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	0,015	mg/L	< 0,006	31/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	27/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfuros	0,001	0,003	mg S-2/L	< 0,001	02/11/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	96,9	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	96,9	85-115	31/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	31/10/2018
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	93,2	80-120	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	108,0	80-120	27/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,0	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,3	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,1	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,3	80-120	26/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	93,0	85-115	31/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	91,3	85-115	31/10/2018
PCB Total	88,8	70-130	26/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	112,1	85-115	31/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	105,6	85-115	31/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	102,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	90,4	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	98,0	80-120	27/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	100,0	80-120	27/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	103,0	80-120	26/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	106,0	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfuros	94,0	80-120	02/11/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RCol-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado), 2011	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.2017	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografia Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografia Ionica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
13230	LME	Bifenilos Policlorados, (PCBs)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by gas cromatography
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F,23rd Ed.2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
13407	LME	Sílicatos (Varios)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2 D, 23rd Ed.2017.Validado)	Silica: Heteropoly Blue Method
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12194	LME	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017	Sulfide: Methylene Blue Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60893/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMam-4	530896/2018-1.0	sutnoup&5698035
RCol-1	530901/2018-1.0	nusqsup&5109035
RCol-2	530902/2018-1.0	ousqsup&5209035
RMam-3	530913/2018-1.0	tusqsup&5319035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60893/2018

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 05/11/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS					**530859/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**14:30:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-4**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,017	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	30,105	3,753
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	214	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,24	0,53
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,370	0,036
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	52,75	2,58
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,031	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00565	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,101	0,027
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0132	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,49	1,44
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00178	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0442	0,0032
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,06	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0369	0,0017
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,415	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00152	0,00028
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00705	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,59	1,07
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,126	0,029
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,7	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1756	0,0063
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000452	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0536	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0209	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530860/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					13:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					DMCA-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,014	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,074	5,190
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	197	13
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,35	0,53
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,420	0,040
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,02	2,60
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA – PCB (Policloruros Bifenilos)						
PCB Total	13230	mg/L	0,000002	0,000014	< 0,000002	NE
PCB Total (ug/L)	13230	ug/L	0,002	0,014	< 0,002	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,012	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00600	0,00046
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,107	0,028
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,18	1,49
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0006	0,0004
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00136	0,00018
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0165	0,0024
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,03	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0346	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,479	0,115
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00048	0,00022
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00717	0,00077
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	18,10	1,10
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,117	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00060	0,00024
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,7	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00031	0,00011
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1848	0,0069
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000485	0,000084
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0543	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0172	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 8

Nº ALS LS					530861/2018-1.1	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	44,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	NE
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,027	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	15,420	1,423
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	166	11
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	19	4
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	3,798	0,291
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,191	0,022
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	51,02	2,54
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,432	0,016
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00270	0,00026
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,062	0,018
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0326	0,0013
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	22,70	0,95
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00045	0,00005
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00177	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,3265	0,0114
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,12	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0101	0,0006
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	4,022	0,094
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,21616	0,00997
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00158	0,00024
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	10,04	0,66
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,044	NE
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00082	0,00025
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	8,5	0,5
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1341	0,0038
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0087	0,0007
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0029	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0184	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530862/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					15:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					CAAyo-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	116,4	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	6	5
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,022	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	12,566	1,080
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	536	34
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	11	3
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	2,058	0,247
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,568	0,051
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	326,0	7,74
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,316	0,013
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00221	0,00023
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,031	0,011
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0227	0,0010
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	128,8	11,2
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00039	0,00005
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00103	0,00016
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,3630	0,0125
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,79	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0056	0,0006
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	24,85	0,42
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,02532	0,00054
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00417	0,00049
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	7,249	0,507
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,053	0,017
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	7,6	0,4
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	1,773	0,103
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0052	0,0006
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,001241	0,000136
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0253	0,0008

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 9

Nº ALS LS	530863/2018-1.1
Fecha de Muestreo	18/10/2018
Hora de Muestreo	13:10:00
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales
Identificación	QSub-1

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	9,0	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,028	0,012
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	50,845	8,659
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	260	17
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	2,175	0,250
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,615	0,055
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	136,6	3,7
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,074	0,006
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00147	0,00018
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,015	0,007
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0169	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,02	1,40
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00102	0,00009
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00238	0,00020
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,05899	0,00076
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1257	0,0056
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	4,22	0,17
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0164	0,0009
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	10,74	0,16
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,21933	0,01026
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,02633	0,00096
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	16,20	1,00
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0066	0,0006
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,069	0,020
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00026	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	25,0	1,1
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1144	0,0028
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0017	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0012	0,0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,1417	0,0044

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530864/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					09:15:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,014	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	34,913	4,722
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	219	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,91	0,55
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,431	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	53,42	2,59
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00550	0,00043
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,095	0,026
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0126	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	29,37	1,43
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00126	0,00017
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,97	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0351	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,367	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00033	0,00022
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00636	0,00070
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,66	1,07
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,066	0,019
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,6	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1687	0,0058
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000453	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0530	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Nº ALS LS					530865/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					**530865/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-2**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,9	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,016	0,010
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,157	5,209
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	178	11
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,60	0,54
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,432	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,49	2,61
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,016	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00581	0,00045
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0135	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,79	1,54
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00150	0,00019
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0538	0,0035
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,14	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0347	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,687	0,117
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00111	0,00026
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00727	0,00077
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	18,50	1,12
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,105	0,025
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,1	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1748	0,0062
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000445	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0563	0,0014
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0195	NE

Nº ALS LS					**530866/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**19/10/2018**	
Hora de Muestreo					**12:20:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**LMam-3**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0,100	0,500	< 0,100	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530866/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					12:20:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					LMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,4	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,021	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	37,129	5,202
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	234	15
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	13,64	0,54
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,428	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	54,53	2,61
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,017	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00568	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,125	0,032
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0121	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	28,91	1,39
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00171	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0228	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,95	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0361	0,0017
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,272	0,113
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00076	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00699	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,48	1,06
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,119	0,028
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00028	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	19,5	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1749	0,0062
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000454	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0531	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0197	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Muestras del item: 10

Nº ALS LS					**530867/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**20/10/2018**	
Hora de Muestreo					**11:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**RMam-2**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	88,5	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,023	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	35,079	4,757
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	236	15
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	3	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	14,67	0,56
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,412	0,040
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	59,85	2,73
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,029	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00587	0,00045
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0130	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	33,13	1,74
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00160	0,00020
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0238	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,29	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0385	0,0018
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,785	0,118
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00082	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00801	0,00078
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	19,25	1,16
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,114	0,027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00034	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1866	0,0071
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000473	0,000083
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0548	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0190	NE

Nº ALS LS					**530868/2018-1.0**	
Fecha de Muestreo					**20/10/2018**	
Hora de Muestreo					**12:00:00**	
Tipo de Muestra					**Aguas Superficiales**	
Identificación					**MSN-1**	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Nº ALS LS					530868/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					20/10/2018	
Hora de Muestreo					12:00:00	
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	
Identificación					MSN-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Bicarbonato	17591	mg HCO3-/L	1,2	3,1	82,7	---
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	---
Nitrógeno Amoniacal	13330	mg NH3-N/L	0,004	0,010	0,018	0,011
Silicatos (mg SiO2/L)	13407	mg/L	0,006	0,015	36,548	5,074
Sólidos Totales Disueltos	12434	mg/L	2	5	218	14
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	NE
Sulfuros	12194	mg/L	0,001	0,003	< 0,001	NE
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	12,94	0,52
Fluoruros, F-	8100	mg/L	0,002	0,006	0,429	0,041
Sulfatos, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	61,27	2,76
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	NE
Fosfatos (como P)*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	NE
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,021	0,004
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00648	0,00049
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,118	0,030
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0129	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	33,29	1,76
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00194	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0228	0,0026
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	2,81	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0347	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,128	0,112
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00083	0,00024
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00935	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	16,63	1,02
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,107	0,026
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,8	0,9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1715	0,0060
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000441	0,000081
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0551	0,0014
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0196	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0,100	0,500	mg/L	< 0,100	30/10/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	25/10/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	26/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	27/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	25/10/2018
Fluoruros, F-	0,002	0,006	mg/L	< 0,002	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	25/10/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	25/10/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	26/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	0,004	0,01	mg NH3-N/L	< 0,004	30/10/2018
PCB Total	0,000002	0,000014	mg/L	< 0,000002	26/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	0,006	0,015	mg/L	< 0,006	31/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	25/10/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	26/10/2018
Sulfuros	0,001	0,003	mg S-2/L	< 0,001	02/11/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	96,9	85-115	30/10/2018
Aceites y Grasas	88,5	85-115	30/10/2018
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cloruros, Cl-	101,7	80-120	25/10/2018
Cloruros, Cl-	99,6	80-120	26/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	93,2	80-120	27/10/2018
Demanda Química de Oxígeno	108,0	80-120	27/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fluoruros, F-	97,5	80-120	25/10/2018
Fluoruros, F-	91,2	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	98,0	80-120	26/10/2018
Fosfatos (como P)	97,3	80-120	25/10/2018
Fosfatos (como P)	98,3	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,1	80-120	26/10/2018
Fosfatos, PO4-3	97,3	80-120	25/10/2018
Fosfatos, PO4-3	98,3	80-120	26/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	106,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	102,5	85-115	30/10/2018
Nitrógeno Amoniacal	104,3	85-115	30/10/2018
PCB Total	88,8	70-130	26/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	112,1	85-115	31/10/2018
Silicatos (mg SiO2/L)	105,6	85-115	31/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	102,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Disueltos	90,4	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	101,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	96,0	80-120	25/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	103,0	80-120	26/10/2018
Sólidos Totales Suspendidos	106,0	80-120	26/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfatos, SO4-2	99,8	80-120	25/10/2018
Sulfatos, SO4-2	97,9	80-120	26/10/2018
Sulfuros	94,0	80-120	02/11/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LMam-4	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DMCA-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LCha-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
CAAyo-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QSub-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-3	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
MSN-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	20/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado), 2011	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed.2017	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografia Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografia Ionica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Driking Water by Ion Chromatography
13230	LME	Bifenilos Policlorados, (PCBs)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by gas cromatography
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO).	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
13330	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F,23rd Ed.2017	Nitrogen (Ammonia): Phenate Method.
13407	LME	Sílicatos (Varios)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2 D, 23rd Ed.2017.Validado)	Silica: Heteropoly Blue Method
12434	LME	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60889/2018

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
			2540 D, 22nd Ed. 2012	
12194	LME	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D,23rd Ed.2017	Sulfide: Methylene Blue Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60889/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LMam-4	530859/2018-1.0	qutnoup&5958035
DMCA-1	530860/2018-1.0	rutnoup&5068035
LCha-1	530861/2018-1.1	qrrqllq&5168035
CAAyo-2	530862/2018-1.0	musqsup&5268035
QSub-1	530863/2018-1.1	mrrqllq&5368035
LMam-1	530864/2018-1.0	qusqsup&5468035
LMam-2	530865/2018-1.0	rusqsup&5568035
LMam-3	530866/2018-1.0	susqsup&5668035
RMam-2	530867/2018-1.0	uusqsup&5768035
MSN-1	530868/2018-1.0	lltqsup&5868035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 **CUC: 0014-10-2018-401**

Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 6

Nº ALS LS	**530973/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**19/10/2018**
Hora de Muestreo	**00:00:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**DUP-1**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,028	0,005
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00571	0,00044
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,090	0,024
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0134	0,0007
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	30,39	1,51
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00173	0,00021
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,0395	0,0031
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,10	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0316	0,0015
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	6,430	0,114
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00137	0,00027
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00699	0,00076
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	17,79	1,08
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,112	0,026
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003	NE
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	17,8	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1773	0,0064
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0015	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000463	0,000082
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0547	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0220	0,0008

Nº ALS LS	**530982/2018-1.0**
Fecha de Muestreo	**21/10/2018**
Hora de Muestreo	**00:00:00**
Tipo de Muestra	**Aguas Superficiales**
Identificación	**DUP-2**

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
007 ENSAYO DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,104	0,007
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00620	0,00047
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,112	0,029
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0164	0,0008
Berílio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	35,49	1,96
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

Nº ALS LS	530982/2018-1.0
Fecha de Muestreo	21/10/2018
Hora de Muestreo	00:00:00
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales
Identificación	DUP-2

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00186	0,00022
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,1445	0,0061
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,23	0,16
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0358	0,0016
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,428	0,124
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00429	0,00041
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00861	0,00079
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	20,34	1,22
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Fosforo (P)	11420	mg/L	0,015	0,050	0,106	0,025
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00030	0,00022
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	18,0	0,8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2026	0,0083
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0030	0,0005
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	0,000523	0,000086
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0538	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0189	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	30/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	30/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	30/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	30/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	30/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	30/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	30/10/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	30/10/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	30/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	30/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	30/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	30/10/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	30/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	30/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	30/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	30/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	30/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	107,9	80-120	30/10/2018
Antimonio (Sb)	112,0	80-120	30/10/2018
Arsénico (As)	109,5	80-120	30/10/2018
Bario (Ba)	111,0	80-120	30/10/2018
Berílio (Be)	101,4	80-120	30/10/2018
Bismuto (Bi)	113,9	80-120	30/10/2018
Boro (B)	94,0	80-120	30/10/2018
Cadmio (Cd)	110,4	80-120	30/10/2018
Calcio (Ca)	109,3	80-120	30/10/2018
Cobalto (Co)	113,5	80-120	30/10/2018
Cobre (Cu)	115,7	80-120	30/10/2018
Cromo (Cr)	119,4	80-120	30/10/2018
Estaño (Sn)	108,2	80-120	30/10/2018
Estroncio (Sr)	107,8	80-120	30/10/2018
Fosforo (P)	104,8	80-120	30/10/2018
Hierro (Fe)	110,2	80-120	30/10/2018
Litio (Li)	97,0	80-120	30/10/2018
Magnesio (Mg)	107,7	80-120	30/10/2018
Manganeso (Mn)	103,1	80-120	30/10/2018
Mercurio (Hg)	101,2	80-120	30/10/2018
Molibdeno (Mo)	113,4	80-120	30/10/2018
Niquel (Ni)	102,4	80-120	30/10/2018
Plata (Ag)	112,9	80-120	30/10/2018
Plomo (Pb)	115,2	80-120	30/10/2018
Potasio (K)	108,3	80-120	30/10/2018
Selenio (Se)	112,6	80-120	30/10/2018
Silicio (Si)	112,0	80-120	30/10/2018
Sodio (Na)	110,2	80-120	30/10/2018
Talio (Tl)	111,4	80-120	30/10/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	30/10/2018
Uranio (U)	116,0	80-120	30/10/2018
Vanadio (V)	111,6	80-120	30/10/2018
Zinc (Zn)	115,4	80-120	30/10/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
DUP-1	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
DUP-2	Cliente	Aguas Superficiales	25/10/2018	21/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 60903/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60903/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
DUP-1	530973/2018-1.0	onunoup&5379035
DUP-2	530982/2018-1.0	pnunoup&5289035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2173-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 02/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

"Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA."
División - Medio Ambiente

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 4

Nº ALS LS					530992/2018-1.1	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Agua Purificada	
Identificación					BKC	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ANÁLISIS DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11034	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Boro (B)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Bario (Ba)	11034	mg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001	NE
Berílio (Be)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11034	mg/L	0,10	0,15	< 0,10	NE
Cadmio (Cd)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cromo (Cr)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Hierro (Fe)	11034	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11034	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11034	mg/L	0,04	0,10	< 0,04	NE
Litio (Li)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Magnesio (Mg)	11034	mg/L	0,003	0,010	< 0,003	NE
Manganeso (Mn)	11034	mg/L	0,00003	0,00020	< 0,00003	NE
Molibdeno (Mo)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Sodio (Na)	11034	mg/L	0,006	0,040	< 0,006	NE
Niquel (Ni)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11034	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo (Pb)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11034	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11034	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11034	mg/L	0,2	0,3	< 0,2	NE
Estaño (Sn)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Titanio (Ti)	11034	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11034	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11034	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11034	mg/L	0,0001	0,0005	< 0,0001	NE
Zinc (Zn)	11034	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Muestras del item: 5

Nº ALS LS					530993/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					12/10/2018	
Hora de Muestreo					11:50:00	
Tipo de Muestra					Agua Purificada	
Identificación					BKV	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ANÁLISIS DE METALES – METALES TOTALES POR ICP-MS						
Plata (Ag)	11034	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	NE
Aluminio (Al)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Arsénico (As)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Boro (B)	11034	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	NE
Bario (Ba)	11034	mg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001	NE
Berílio (Be)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Bismuto (Bi)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Calcio (Ca)	11034	mg/L	0,10	0,15	< 0,10	NE
Cadmio (Cd)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE
Cobalto (Co)	11034	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	NE

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

Nº ALS LS	530993/2018-1.0
Fecha de Muestreo	12/10/2018
Hora de Muestreo	11:50:00
Tipo de Muestra	Agua Purificada
Identificación	BKV

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Cromo (Cr)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Cobre (Cu)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Hierro (Fe)	11034	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	NE
Mercurio (Hg)	11034	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	NE
Potasio (K)	11034	mg/L	0,04	0,10	< 0,04	NE
Litio (Li)	11034	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	NE
Magnesio (Mg)	11034	mg/L	0,003	0,010	< 0,003	NE
Manganeso (Mn)	11034	mg/L	0,00003	0,00020	< 0,00003	NE
Molibdeno (Mo)	11034	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	NE
Sodio (Na)	11034	mg/L	0,006	0,040	< 0,006	NE
Niquel (Ni)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Fosforo (P)	11034	mg/L	0,015	0,050	< 0,015	NE
Plomo (Pb)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Antimonio (Sb)	11034	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	NE
Selenio (Se)	11034	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	NE
Silicio (Si)	11034	mg/L	0,2	0,3	< 0,2	NE
Estaño (Sn)	11034	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	NE
Estroncio (Sr)	11034	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	NE
Titanio (Ti)	11034	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	NE
Talio (Tl)	11034	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	NE
Uranio (U)	11034	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	NE
Vanadio (V)	11034	mg/L	0,0001	0,0005	< 0,0001	NE
Zinc (Zn)	11034	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	NE

Observaciones

LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	29/10/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	29/10/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Berílio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	29/10/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	29/10/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	29/10/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	29/10/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Fosforo (P)	0,015	0,050	mg/L	< 0,015	29/10/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	29/10/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	29/10/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	29/10/2018

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	29/10/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	29/10/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	29/10/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	29/10/2018
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	29/10/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	29/10/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	29/10/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	29/10/2018
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	29/10/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	29/10/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	29/10/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	107,6	80-120	29/10/2018
Antimonio (Sb)	116,6	80-120	29/10/2018
Arsénico (As)	110,2	80-120	29/10/2018
Bario (Ba)	109,6	80-120	29/10/2018
Berílio (Be)	105,5	80-120	29/10/2018
Bismuto (Bi)	112,2	80-120	29/10/2018
Boro (B)	102,0	80-120	29/10/2018
Cadmio (Cd)	107,4	80-120	29/10/2018
Calcio (Ca)	106,5	80-120	29/10/2018
Cobalto (Co)	109,4	80-120	29/10/2018
Cobre (Cu)	112,1	80-120	29/10/2018
Cromo (Cr)	114,4	80-120	29/10/2018
Estaño (Sn)	106,1	80-120	29/10/2018
Estroncio (Sr)	112,6	80-120	29/10/2018
Fosforo (P)	106,4	80-120	29/10/2018
Hierro (Fe)	106,2	80-120	29/10/2018
Litio (Li)	106,2	80-120	29/10/2018
Magnesio (Mg)	110,4	80-120	29/10/2018
Manganeso (Mn)	119,7	80-120	29/10/2018
Mercurio (Hg)	96,0	80-120	29/10/2018
Molibdeno (Mo)	106,4	80-120	29/10/2018
Niquel (Ni)	117,0	80-120	29/10/2018
Plata (Ag)	108,1	80-120	29/10/2018
Plomo (Pb)	112,4	80-120	29/10/2018
Potasio (K)	112,3	80-120	29/10/2018
Selenio (Se)	111,6	80-120	29/10/2018
Silicio (Si)	96,0	80-120	29/10/2018
Sodio (Na)	103,3	80-120	29/10/2018
Talio (Tl)	106,4	80-120	29/10/2018
Titanio (Ti)	92,8	80-120	29/10/2018
Uranio (U)	113,0	80-120	29/10/2018
Vanadio (V)	109,0	80-120	29/10/2018
Zinc (Zn)	111,6	80-120	29/10/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 60904/2018

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
BKC	Cliente	Agua Purificada	25/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
BKV	Cliente	Agua Purificada	25/10/2018	12/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11034	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 60904/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
BKC	530992/2018-1.1	qusrmlq&5299035
BKV	530993/2018-1.0	nnunoup&5399035

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

Av. Faustino Sanchez Carrión Nro. 603 Jesús Maria Lima Lima

RS N° 2176-2018 CUC: 0014-10-2018-401
Dirección de Evaluación Ambiental

Nota: Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 08/11/2018

Quim. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 3

Nº ALS LS					537773/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					18/10/2018	
Hora de Muestreo					11:28:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LCha-1	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	14655	385
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	19,1	17,5
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	222,3	8,0
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	3701	52
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9,5	4,4
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	28,3	4,5
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	22303	761
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	3695	159
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	3009	197
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	966	43
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	324	55
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	48	12
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	36,9	2,6
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	103,4	4,6
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	670,9	41,0
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	1051	62
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	46,7	4,5
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	237,1	8,6
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	0,25	0,11

Nº ALS LS					537774/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	4333	353
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	< 17,5	NE
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	40,9	2,4
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9331	472
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	28,9	4,1
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	1508	47
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	3538	189

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Nº ALS LS					537774/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					19/10/2018	
Hora de Muestreo					11:00:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					LMam-2	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	1333	65
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	1099	78
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	17	5
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	356	56
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	11	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	68,4	2,7
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	33,2	3,2
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	959,3	57,1
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	631,0	41,9
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	53,3	4,7
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	119,6	3,6
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	< 0,10	NE

Nº ALS LS					537775/2018-1.0	
Fecha de Muestreo					22/10/2018	
Hora de Muestreo					10:30:00	
Tipo de Muestra					Sedimentos	
Identificación					RMam-3	
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**	**Incertidumbre (+/-)**
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-OES						
Plata (Ag)	10601	mg/kg	0,6	3,0	< 3,0	NE
Aluminio (Al)	10601	mg/kg	2	10	3588	350
Arsenico (As)	10601	mg/kg	3,5	17,5	< 17,5	NE
Bario (Ba)	10601	mg/kg	0,3	1,5	103,7	4,0
Berilio (Be)	10601	mg/kg	0,3	1,5	< 1,5	NE
Calcio (Ca)	10601	mg/kg	0,9	4,5	9516	489
Cadmio (Cd)	10601	mg/kg	0,5	1,0	< 1,0	NE
Cobalto (Co)	10601	mg/kg	0,8	4,0	< 4,0	NE
Cromo (Cr)	10601	mg/kg	0,9	4,5	5,0	4,5
Cobre (Cu)	10601	mg/kg	0,8	4,0	26,8	4,4
Hierro (Fe)	10601	mg/kg	1,2	6,0	14181	708
Potasio (K)	10601	mg/kg	2,5	12,5	2470	110
Magnesio (Mg)	10601	mg/kg	2	10	898	65
Manganeso (Mn)	10601	mg/kg	1	5	149	10
Molibdeno (Mo)	10601	mg/kg	0,6	3,0	6,5	3,1
Sodio (Na)	10601	mg/kg	9	45	219	51
Niquel (Ni)	10601	mg/kg	1	5	< 5	NE
Plomo (Pb)	10601	mg/kg	2	10	14	10
Antimonio (Sb)	10601	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Selenio (Se)	10601	mg/kg	1,6	8,0	< 8,0	NE
Talio (Tl)	10601	mg/kg	3	15	< 15	NE
Vanadio (V)	10601	mg/kg	0,5	2,5	33,0	2,6
Zinc (Zn)	10601	mg/kg	0,5	2,5	161,8	6,1
Boro (B)*	9757	mg/kg	3,6	20,3	< 20,3	NE
Bismuto (Bi)*	9757	mg/kg	1,5	7,5	< 7,5	NE
Litio (Li)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Fosforo (P)*	9757	mg/kg	4,5	22,5	665,0	40,7

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Nº ALS LS	537775/2018-1.0
Fecha de Muestreo	22/10/2018
Hora de Muestreo	10:30:00
Tipo de Muestra	Sedimentos
Identificación	RMam-3

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Incertidumbre (+/-)
Silicio (Si)*	9757	mg/kg	2,4	12,0	334,3	27,6
Estaño (Sn)*	9757	mg/kg	2,5	12,5	< 12,5	NE
Estroncio (Sr)*	9757	mg/kg	0,7	3,5	36,2	4,3
Titanio (Ti)*	9757	mg/kg	0,3	1,5	141,8	4,5
007 ENSAYOS DE METALES – Mercurio Total						
Mercurio Total (Hg)	13312	mg/kg	0,01	0,10	< 0,10	NE

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
LD: Límite de detección.
+/- : Símbolo que denota la definición del intervalo de confianza en el cual se encuentra inmerso el valor reportado.
Valores de incertidumbre altos respecto al valor reportado, se dan para concentraciones cuyo orden de magnitud es próximo al límite de cuantificación.
Si el valor de Incertidumbre es expresado como:
NE = No estimable, para concentraciones menores al límite de cuantificación, en los cuales no se puede asegurar la exactitud.
0 = atribuido a incertidumbres cuyo valor en cifras significativas es menor al límite de detección.
Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.
Procedencia de la muestra: AYO - CASTILLA - AREQUIPA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Antimonio (Sb)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Arsenico (As)	3,5	17,5	mg/kg	< 3,5	03/11/2018
Bario (Ba)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Berilio (Be)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Bismuto (Bi)	1,5	7,5	mg/kg	< 1,5	03/11/2018
Cadmio (Cd)	0,5	1,0	mg/kg	< 0,5	03/11/2018
Calcio (Ca)	0,9	4,5	mg/kg	< 0,9	03/11/2018
Cobalto (Co)	0,8	4,0	mg/kg	< 0,8	03/11/2018
Cobre (Cu)	0,8	4,0	mg/kg	< 0,8	03/11/2018
Cromo (Cr)	0,9	4,5	mg/kg	< 0,9	03/11/2018
Estaño (Sn)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Estroncio (Sr)	0,7	3,5	mg/kg	< 0,7	03/11/2018
Fosforo (P)	4,5	22,5	mg/kg	< 4,5	03/11/2018
Hierro (Fe)	1,2	6,0	mg/kg	< 1,2	03/11/2018
Litio (Li)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Magnesio (Mg)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Manganeso (Mn)	1	5	mg/kg	< 1	03/11/2018
Mercurio Total (Hg)	0,01	0,10	mg/kg	< 0,01	03/11/2018
Molibdeno (Mo)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	03/11/2018
Niquel (Ni)	1	5	mg/kg	< 1	03/11/2018
Plata (Ag)	0,6	3,0	mg/kg	< 0,6	03/11/2018
Plomo (Pb)	2	10	mg/kg	< 2	03/11/2018
Potasio (K)	2,5	12,5	mg/kg	< 2,5	03/11/2018
Selenio (Se)	1,6	8,0	mg/kg	< 1,6	03/11/2018
Silicio (Si)	2,4	12,0	mg/kg	< 2,4	03/11/2018
Sodio (Na)	9	45	mg/kg	< 9	03/11/2018
Talio (Tl)	3	15	mg/kg	< 3	03/11/2018
Titanio (Ti)	0,3	1,5	mg/kg	< 0,3	03/11/2018
Vanadio (V)	0,5	2,5	mg/kg	< 0,5	03/11/2018
Zinc (Zn)	0,5	2,5	mg/kg	< 0,5	03/11/2018

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aluminio (Al)	93,0	80-120	03/11/2018
Antimonio (Sb)	88,5	80-120	03/11/2018
Arsenico (As)	90,8	80-120	03/11/2018
Bario (Ba)	97,2	80-120	03/11/2018
Berilio (Be)	91,4	80-120	03/11/2018
Bismuto (Bi)	95,5	80-120	03/11/2018
Cadmio (Cd)	94,2	80-120	03/11/2018
Calcio (Ca)	100,7	80-120	03/11/2018
Cobalto (Co)	98,0	80-120	03/11/2018
Cobre (Cu)	86,7	80-120	03/11/2018
Cromo (Cr)	97,5	80-120	03/11/2018
Estaño (Sn)	92,7	80-120	03/11/2018
Estroncio (Sr)	89,2	80-120	03/11/2018
Fosforo (P)	89,2	80-120	03/11/2018
Hierro (Fe)	99,9	80-120	03/11/2018
Litio (Li)	85,9	80-120	03/11/2018
Magnesio (Mg)	82,0	80-120	03/11/2018
Manganeso (Mn)	99,0	80-120	03/11/2018
Mercurio Total (Hg)	98,3	80-120	03/11/2018
Molibdeno (Mo)	98,9	80-120	03/11/2018
Niquel (Ni)	97,0	80-120	03/11/2018
Plata (Ag)	94,0	80-120	03/11/2018
Plomo (Pb)	104,0	80-120	03/11/2018
Potasio (K)	93,2	80-120	03/11/2018
Selenio (Se)	99,8	80-120	03/11/2018
Silicio (Si)	115,6	80-120	03/11/2018
Sodio (Na)	95,2	80-120	03/11/2018
Talio (Tl)	90,0	80-120	03/11/2018
Titanio (Ti)	95,6	80-120	03/11/2018
Vanadio (V)	97,5	80-120	03/11/2018
Zinc (Zn)	92,2	80-120	03/11/2018

LD = Límite de detección.
Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
LCha-1	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	18/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
LMam-2	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	19/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMam-3	Cliente	Sedimentos	29/10/2018	22/10/2018	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
13312	LME	Mercurio Total	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Mercury in solid or semisolid waste (Manual Cold-Vapor technique)
10601	LME	Metales por ICP OES	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Acid Digestion of Sediments. sludges and soils / Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Espectrometry
9757	LME	Metales por ICP OES*	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Acid Digestion of Sediments. sludges and soils / Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Espectrometry

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 61894/2018

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 61894/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
LCha-1	537773/2018-1.0	mpunoup&5377735
LMam-2	537774/2018-1.0	npunoup&5477735
RMam-3	537775/2018-1.0	opunoup&5577735

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.
LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.
"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"ASTM": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL OEFA

AV. FAUSTINO SANCHEZ CARRION NRO. 603 LIMA - LIMA - JESUS MARIA

ENV / LB-344606-032

PROCEDENCIA : **AREQUIPA - CASTILLA - AYO**

Fecha de Recepción SGS : 29-10-2018

Fecha de Ejecución : Del 29-10-2018 al 02-11-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
L- Mam -2
RMam-3

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 02/11/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

SEGUNDO ORIGINAL

SGS del Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					L- Mam -2	RMam-3
FECHA DE MUESTREO					19/10/2018	22/10/2018
HORA DE MUESTREO					11:00:00	10:30:00
MATRIZ					SEDIMENTOS	SEDIMENTOS
PRODUCTO DESCRITO COMO					SEDIMENTOS	SEDIMENTOS
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Materia orgánica	ES_NOM21_AS07_MO_TOC	%	0.1	0.3	<0.3	13.1 ± 1.6

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery
Materia orgánica	%	0.3	<0.3	0 - 1%	102 - 104%

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1822667

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
ES_NOM21_AS07_MO_TOC	Callao	Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k – 2 para un nivel de confianza aproximada al 95%

Condición y Estado de la muestra ensayada:	La muestra llegó preservada a Laboratorio. La fecha de muestreo ha sido proporcionado por el cliente.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé publica y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestas han sido tomadas.

Ultima Revisión Julio 2015

REPORTE DE EQUIPOS
MA1822667

REPORTE DE EQUIPOS

Matriz: SEDIMENTOS

Parámetros	Equipo	Marca	Código	Utilidad	Nro. Certificado	Caducidad
Materia orgánica	Bureta Digital	Titrette	MA-B-25-07	Análisis	LVD-094-2018	Jul-19

ANEXO 3

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

REPORTE DE CAMPO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**REPORTE DE CAMPO**

Título del estudio	:	Ejecución del monitoreo de la calidad de agua, sedimento e hidrobiología en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul, ubicado en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.			
Fecha de ejecución	:	Del 16 al 24 de octubre de 2018			
CUE	:	2018-03-0013	CUC	:	014-10-2018-401
Tipo de evaluación	:	No Programada			
Fecha	:	07 NOV. 2018	Reporte N.°	:	058-2018-STEC

1. DATOS DEL ADMINISTRADO

Razón social del administrado	Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L.
Área de operación o proyecto	Proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul
Distrito	Ayo
Provincia	Castilla
Departamento	Arequipa

2. DATOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Matriz evaluada	Cantidad de puntos de muestreo y medición	Equipo evaluador
Agua superficial	14	Janet Brígida Quincho Olazábal Juan Carlos Fernández Cerna Paola Joannet Enríquez Lara Francisco Javier Mosquera Lenti
Sedimentos	3	
Comunidades hidrobiológicas	9	

3. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS *IN SITU*

3.1. CALIDAD DEL AGUA

3.1.1. Descripción del área de estudio

Las acciones de monitoreo se realizaron en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul (en adelante, proyecto Laguna Azul) ubicada en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Hidrográficamente, el proyecto Laguna Azul se ubica en la parte alta de la microcuenca del río Mamacocha, y las aguas para la generación de energía lo usará del rebose de la laguna Mamacocha, para luego descargar sus aguas turbinadas al río Mamacocha, el cual tributa al río Colca.

3.1.2. Documentos técnicos empleados

N.°	Nombre del protocolo / guía
1	«Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales», Autoridad Nacional del Agua (ANA)-2016
2	«Manual de hidrometría», Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)-2016
3	«Guía de prácticas hidrológicas», Organización Meteorológica Mundial (OMM)-2011

4	«Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados, muestreo de aguas subterráneas», Ministerio del Ambiente (Minam)-2016
5	«National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data (NFM)», U.S. Geological Survey-2015

3.1.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipos/Materiales[1]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Multiparámetro	HACH	HQ40d	150500000935 150500000789	602264710025 602264710033	--
Sonda de pH	HACH	PHC101	172762568064 172722567026	---	LA-647-2017 LA-649-2017
Sonda de conductividad	HACH	CDC401	151332587028 151142587016	---	LA-103-2018 LA-128-2018
Sonda de temperatura	HACH	PCH-101	172762568064 172722567026	---	LA-646-2017 LA-648-2017
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	LDO101	152892599016 151282597014	---	LA-0442018 LA-0522018
Sonda de ORP	HACH	MTC10101	171983028002 171793028010	---	LA-1662018 LA-1652018
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	1550006911 1550006908	602224760049 602224260069	038-17
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005028 4HU004992	952231860276 952231860249	---
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	062051001713 082051001004	742208970132 742208970141	---
Bomba de filtrado	S/M	S/M	---	60221068-0035	---

(*) S/M: Sin modelo

3.1.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo de agua superficial se presentan a continuación; mientras que en el Anexo G se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo descritos.

Código OEFA	Submatriz	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
LCha-1	AS	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	Ubicado en la laguna Chacas, punto de descarga.
QSub-1	AS	18/10/2018	13:10	796 484	8 277 940	3 031	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.
RCha-1	AS	18/10/2018	14:30	793 123	8 279 069	2 919	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de laguna Chachas.
LMam-1	AS	19/10/2018	09:15	795 153	8 264 905	1 745	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.
LMam-2	AS	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	Ubicado en la Laguna Mamacocha, lado este.

[1] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Código OEFA	Submatriz	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
		Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
LMam-3	AS	19/10/2018	12:20	795 251	8 264 723	1 639	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.
LMam-4	AS	19/10/2018	14:30	795 399	8 264 629	1 695	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga.
RMam-2	AS	20/10/2018	11:00	794 893	8 263 559	1 519	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha.
MSN-1	AS	20/10/2018	12:00	795 341	8 264 068	1 586	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este.
DMCA-1	AS	20/10/2018	13:00	795 467	8 264 570	1 684	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo.
CAAyo-2	AS	20/10/2018	15:00	792 624	8 264 599	1 970	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta.
CAAyo-1	AS	20/10/2018	16:40	792 351	8 264 553	1 977	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja.
RMam-4	AS	21/10/2018	10:05	796 424	8 261 037	1 348	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca.
RCol-1	AS	21/10/2018	11:00	796 502	8 261 130	1 347	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.
RCol-2	AS	21/10/2018	12:00	796 482	8 260 962	1 355	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha.
RMam-3	AS	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA - OEFA

3.1.5. Datos de campo

Código OEFA	Muestreo		Parámetros						Observaciones
	Fecha	Hora	pH	CE (µS/cm)	T (°C)	OD (mg/L)	ORP (mV)	Q (m^3/s)	
LCha-1	18/10/2018	11:28	8,06	218	19,5	6,39	122,1	---	---
QSub-1	18/10/2018	13:10	7,12	335	21,4	5,96	206,8	---	---
RCha-1	18/10/2018	14:30	---	---	---	---	---	---	
LMam-1	19/10/2018	09:15	7,31	293	18,7	6,84	147,1	---	---
LMam-2	19/10/2018	11:00	7,28	294	17,4	6,98	152,7	---	---
LMam-3	19/10/2018	12:20	7,16	297	18,3	7,29	203,3	---	---
LMam-4	19/10/2018	14:30	7,34	285	18,7	7,54	158,6	6,817	---
RMam-2	20/10/2018	11:00	7,78	311	18,0	7,88	147,4	---	---
MSN-1	20/10/2018	12:00	7,48	318	17,5	7,14	145,1	---	---
DMCA-1	20/10/2018	13:00	7,32	315	17,6	7,59	166,1	0,3136	---
CAAyo-2	20/10/2018	15:00	8,32	759	16,6	7,67	140,5	0,0536	---
CAAyo-1	20/10/2018	16:40	---	---	---	---	---	---	---
RMam-4	21/10/2018	10:05	8,11	328	21,6	7,31	99,0	---	---

Código OEFA	Muestreo		Parámetros						Observaciones
	Fecha	Hora	pH	CE (µS/cm)	T (°C)	OD (mg/L)	ORP (mV)	Q (m^3/s)	
RCol-1	21/10/2018	11:05	8,14	837	21,2	8,26	149,5	---	---
RCol-2	21/10/2018	12:00	8,14	393	21,4	6,18	161,1	---	---
RMam-3	22/10/2018	10:30	8,08	342	18,9	7,62	125,7	---	---

---: No hay registros

3.1.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de análisis	Laboratorio	N.° de muestras programadas	N.° de muestras ejecutadas
RS N.° 2173-2018	Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B	ALS LS Perú S.A.C.	16	14
	Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2320 B		16	14
	Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-Cl B		16	14
	Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500-F- B, C		16	14
	Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 4500- SO4 2-E		16	14
	Fosfato	EPA METHOD 365.3, 1983		16	14
	Silicatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SiO2, D, 22nd Ed. 2012 (validado)		16	14
	Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012		16	14
	Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22nd Ed. 2012		16	14
	Aceites y grasas	ASTM D7066-04 (Validado), 2011		16	12
	Demanda Química Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012		7	7
	Bifenilos Policlorados (PCB)	EPA METHOD 8082 A, Rev. 1 2007		3	3
	Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 C		16	14
	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 2540 D		16	14
	Metales totales (incluido mercurio)	EPA METHOD 200.8		20	16
	Metales disueltos (incluido mercurio)	EPA METHOD 200.8		16	14

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA OEFA

3.2. CALIDAD DE SEDIMENTO

3.2.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra descrita en el ítem 3.1.1.

3.2.2. Documentos técnicos empleados

Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para el monitoreo y evaluación de sedimentos de aguas continentales, se utilizó los siguientes protocolos de referencia:

N.°	Nombre del protocolo/guía
1	«Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME», Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-México 2012.
2	«Procedimiento para el muestreo de aguas y sedimentos para la determinación de metales», Ministerio de vivienda y desarrollo territorial – Colombia 2011.

3.2.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipo / Materiales[2]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005170 4HU005008	952231860296 952231860263	--
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	092051001983 092051001010	742208970196 742208970147	--
Bandeja colectora	--	--	--	--	--
Espátulas	--	--	--	--	--

3.2.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Código OEFA	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Precisión (m)	Descripción
	Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)			
LCha-1	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	±3	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.
LMam-2	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	±3	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.
RMam-3	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	±3	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

3.2.5. Datos de campo

Código OEFA	Tipo de ambiente acuático	Profundidad de la columna de agua (m)	Pendiente	Características físicas y organolépticos				Observaciones
				Color	Olor	Tipo de sedimento	Presencia de materia orgánica	
LCha-1	Léntico	0,25	Moderada	10Y8/8	--	Arena/limo	Sí	--
LMam-2	Léntico	0,05	Moderada	7.5Y7/2	--	Arena	No	--

[2] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Código OEFA	Tipo de ambiente acuático	Profundidad de la columna de agua (m)	Pendiente	Características físicas y organolépticos				Observaciones
				Color	Olor	Tipo de sedimento	Presencia de materia orgánica	
RMam-3	Lótico	0,05	Moderada	7.5Y6/4	--	Arena	No	--

3.2.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de Análisis	Laboratorio	N.° de muestras programadas	N.° de muestras ejecutadas
RS N.° 2175-2018	Metales totales	EPA 3050 B: 1996/ EPA 6010 B: 1996	ALS LS Perú S.A.C.	14	3
	Bifenilos policlorados (PCB)	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014		3	0
RS N°. 2176-2018	Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT20; item 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black). (Validado) 2017	SGS	12	2

3.3. COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

3.3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra descrita en el ítem 3.1.1.

3.3.2. Documentos técnicos empleados

N.°	Nombre del protocolo/guía
1	«Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú», Minam-2015.

Matriz	Parámetros	Método de colecta	Tipo de muestra	Réplica
Biológica	Fitoplancton	Filtrado de 20 L de agua superficial en una red planctónica de 20 micras	Directa	Una
	Zooplancton	Filtrado de 20 L de agua superficial en una red planctónica de 20 micras	Directa	Una
	Perifiton	Raspado de una superficie de 25 cm^2	Compuesta	--
	Macroinvertebrados bentónicos	Muestreo de una superficie total de 0,27 m^2 con red Surber	Compuesta	--

3.3.3. Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Equipo / Materiales[3]	Marca	Modelo	Serie	Código patrimonial	N.° de certificado de calibración
Equipo de posicionamiento global - GPS	Garmin	Montana 680	4HU005170	952231860296	--
Cámara fotográfica digital	Canon	Powershot D30BL	092051001983	742208970196	--
Red surber	--	--	--	--	--

[3] Las casillas de marca, modelo, serie, código patrimonial y certificado de calibración se registrarán si corresponde al equipo.

Tamiz de acero inoxidable	--	--	--	--	--
Espátula	--	--	--	--	--
Cepillo	--	--	--	--	--

3.3.4. Ubicación de los puntos de muestreo

Ambiente acuático		Código del punto muestreo	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
Tipo	Nombre				Este (m)	Norte (m)		
Laguna	Chachas	LCha-1	18/10/2018	11:28	793 590	8 280 950	2 955	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
Quebrada	Subna	QSub-1	18/10/2018	13:10	796 484	8 277 940	3 031	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.
Laguna	Mamacocha	LMam-1	19/10/2018	09:15	795 153	8 264 905	1 745	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.
Laguna	Mamacocha	LMam-2	19/10/2018	11:00	795 341	8 264 907	1 685	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.
Laguna	Mamacocha	LMam-3	19/10/2018	12:20	795 251	8 264 723	1 639	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.
Río	Mamacocha	RMam-4	21/10/2018	10:05	796 424	8 261 037	1 348	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca.
Río	Colca	RCol-1	21/10/2018	11:00	796 502	8 261 130	1 347	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.
Río	Colca	RCol-2	21/10/2018	12:00	796 482	8 260 962	1 355	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha.
Río	Mamacocha	RMam-3	22/10/2018	10:30	795 320	8 261 226	1 392	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca.

ACIÓN Y FISC... SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA ...O - OEFA

3.3.5. Datos de campo

3.3.5.1. Caracterización de los puntos de muestreo hidrobiológicos

Ambiente acuático		Laguna Chachas	Quebrada Subna	Laguna Mamacocha	Laguna Mamacocha	Laguna Mamacocha
Fecha		18/10/2018	18/10/2018	19/10/2018	19/10/2018	19/10/2018
Código		**LCha-1**	**QSub-1**	**LMam-1**	**LMam-2**	**LMam-3**
Georreferencia	Coordenadas UTM	8 280 950	8 277 940	8 264 905	8 264 907	8264 723
		793 590	796 484	795 153	795 341	795 251
	Altitud	2 955	3 031	1 745	1 685	1 639
	Hora inicial	11:28	13:10	09:15	11:00	12:20
	Hora final	11:58	13:40	09: 45	11:30	12:50
	Clima	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado
Morfometría	Tipo de ambiente	Léntico	Lótico	Léntico	Léntico	Léntico
	Ancho promedio (m) aprox.	-	0,3	1,5	-	-
	Prof. promedio (m)	-	0,2	1	-	-
	Prof. máxima de muestreo (m)	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5
Agua	Velocidad de corriente	Lento	Moderada	Lento	Lento	Lento
	Tipo de agua	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara
	Tipo de flujo	Constante	Constante y no uniforme	Constante	Constante	Constante
	Color aparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
	Transparencia (cm)	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5
Orilla	Tipo de orilla	Estable	Estable	Inestable	Estable	Estable
	Pendiente (grados de inclinación)	5°	-	5°	5°	5°
	Cobertura de orilla	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida
	Ensombramiento (%)	5	5	70	80	50
Fondo (%)	Limo-Fango-Arcilla	-	-	-	-	-
	Arena	5	-	20	20	5
	Grava	20	-	10	10	10
	Canto rodado	25	-	10	10	10
	Bloques/roca	40	-	20	20	20
	Roca madre	10	-	5	10	5
	Fango	-	-	10	10	10
	Hojarasca	-	-	10	20	20
	Otros	-	-	-	-	-
Microhábitat %	Riffle	-	-	-	-	-
	Rápidos	70	-	30	70	50
	Remansos	-	-	20	-	-
	Pozos	10	-	30	10	20
	Playas	-	-		-	-
	Caídas	5	-	20	20	30
	Corridas	-	-	-	-	-

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
OEFA - TRANSMISIÓN

Vegetación	Vegetación de orilla	Ausente	Hierbas	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos
	Vegetación circundante	Ausente	Ausente	Hiervas y arbustos	Hiervas y arbustos	Árboles y arbustiva
	Vegetación sumergida	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente
Estado de conservación		Excelente	-	Moderado	Excelente	Bueno
Observaciones		-	-	-	-	-
Parámetros	Oxígeno disuelto	6,39	5,96	6,84	6,98	7,29
	Conductividad	218	335	293	294	297
	Temperatura	19,5	21,4	18,7	17,4	18,3
	pH	8,06	7,12	7,31	7,28	7,16

Ambiente acuático		Río Mamacocha	Río Colca	Río Colca	Río Mamacocha
Fecha		21/10/2018	21/10/2018	21/10/2018	22/10/2018
Código		**RMam-4**	**RCol-1**	**RCol-2**	**RMam-3**
Georreferencia	Coordenadas UTM	8 261 037	8 261 130	8 260 962	8 261 226
		796 424	796 502	796 482	795 320
	Altitud	1 348	1 347	1 355	1 392
	Hora inicial	10:05	11:00	12:00	10:30
	Hora final	10:35	11:30	12:30	11:00
	Clima	Soleado	Soleado	Soleado	Soleado
Morfometría	Tipo de ambiente	Lótico	Lótico	Lótico	Lótico
	Ancho promedio (m) aprox.	7	6	5	4
	Prof. promedio (m)	1,2	0,8	0,5	1
	Prof. máxima de muestreo (m)	0,5	0,5	0,4	0,5
Agua	Velocidad de corriente	Moderada	Moderada	Rápida	Rápida
	Tipo de agua	Clara	Clara	Clara	Clara
	Tipo de flujo	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme	Constante y no uniforme
	Color aparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
	Transparencia (cm)	0,2	0,1	0,4	0,5
Orilla	Tipo de orilla	Estable	Estable	Estable	Estable
	Pendiente (grados de inclinación)	20°	30°	30°	20°
	Cobertura de orilla	Protegida	Protegida	Protegida	Protegida
	Ensombramiento (%)	40	10	10	30
Fondo (%)	Limo-fango-arcilla	-	-	-	-
	Arena	10	10	-	10
	Grava	20	20	30	20
	Canto rodado	15	15	20	25
	Bloques/roca	50	20	20	40
	Roca madre	-	-	-	-
	Fango	-	-	-	-

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA

	Hojarasca	5	5	-	5
	Otros	-	-	-	-
Microhábitats %	Riffle	-	-	-	-
	Rápidos	60	10	10	40
	Remansos	10	-	-	-
	Pozos	10	20	10	20
	Playas	-	-	-	-
	Caídas	20	10	10	20
	Corridas	-	-	-	-
Vegetación	Vegetación de orilla	Hierbas y arbustos	Ausente	Ausente	Hierbas y arbustos
	Vegetación circundante	Hierbas y arbustos	Ausente	Ausente	Hierbas y arbustos
	Vegetación sumergida	Presente	Ausente	Ausente	Presente
Estado de conservación		Bueno	Mala	Mala	Bueno
Observaciones		-	-	-	-
Parámetros	Oxígeno disuelto	7,31	8,26	6,18	7,62
	Conductividad	328	837	393	342
	Temperatura	21,6	21,2	21,4	18,9
	pH	8,11	8,14	8,14	8,08

3.3.5.2. Comunidades hidrobiológicas evaluadas

N.°	Parámetros	Número de muestras
1	Macroinvertebrados bentónicos	9
2	Perifiton	8
3	Fitoplancton	3
4	Zooplancton	3

3.3.6. Parámetros analizados

Requerimiento de servicio	Parámetros	Método de Análisis	Laboratorio	N.° de muestras ejecutadas	N.° de muestras programadas
RS N.° 2174-2018	Macroinvertebrados bentónicos	Determinación taxonómica	OEFA	9	13
	Perifiton	Determinación taxonómica	OEFA	8	13
	Fitoplancton	Determinación taxonómica	OEFA	3	4
	Zooplancton	Determinación taxonómica	OEFA	3	4

4. OBSERVACIONES

Este reporte no incluye los resultados taxonómicos ni analíticos de las muestras tomadas.

5. ANEXOS

Anexo A	:	Fichas de campo
Anexo B	:	Cadenas de custodia
Anexo C	:	Registro fotográfico
Anexo D	:	Ficha de verificación y ajuste de equipos
Anexo E	:	Certificado de calibración de los equipos ambientales
Anexo F	:	Cálculo de caudal
Anexo G	:	Mapas de los puntos de muestreo

Atentamente:

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ CERNA
Especialista de Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JANET BRÍGIDA QUINCHO OLAZÁBAL
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

PAOLA JOANNETT ENRÍQUEZ LARA
Especialista de Monitoreos Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ANEXO A

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

FICHAS DE CAMPO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407

PUNTO DE MUESTREO: LCha-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 11 : 28 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L Este (m): 793590 Norte (m): 8280950 Altitud (m s.n.m.): 2955 Precisión (± m): 3	8,06	218	6,39	19,5	—	122,1

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: QSub-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 13 : 10 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L Este (m): 796484 Norte (m): 8277940 Altitud (m s.n.m.): 3031 Precisión (± m): 3	7,12	335	5,96	21,4	—	206,8

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCha-1 FECHA: 18/10/2018 HORA: 14 : 30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona: 18L Este (m): 793723 Norte (m): 8279069 Altitud (m s.n.m.): 2979 Precisión (± m): 3	—	—	—	—	—		

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Punto seco

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 18/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUISPE CAZÁBAL FECHA: 18/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0073 CUC: 074-10-2018-YOT

PUNTO DE MUESTREO: LMam-1 FECHA: 19/10/2018 HORA: 09:15 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795153 Norte (m): 8264905 Altitud (m s.n.m.): 1745 Precisión (± m): 3	7,31	293	6,84	18,7	—	147,1

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: LMam-2 FECHA: 19/10/2018 HORA: 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795341 Norte (m): 8264907 Altitud (m s.n.m.): 1685 Precisión (± m): 3	7,28	294	6,98	17,4	—	152,7

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: LMam-3 FECHA: 19/10/2018 HORA: 12:20 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L Este (m): 795251 Norte (m): 8264723 Altitud (m s.n.m.): 1639 Precisión (± m): 3	7,16	297	7,29	18,3	—	203,3

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 19/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUAZÁBAL FECHA: 19/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: LMam-4 FECHA: 19/10/2018 HORA: 14:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,34	285	7,54	18,7	—	158,6
Este (m): 795399						
Norte (m): 8264629						
Altitud (m s.n.m.): 1695						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	1	0,44			1,0
	1	0,54			2,5
	1	0,54			2,8
	1	0,48			2,5
	1	0,61			2,0
	1	0,54			0,8
	1	0,51			1,9
	0,5	0,48			0,5

OBSERVACIONES: Caudal = 6,817 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: RMam-2 FECHA: 20/10/2018 HORA: 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,78	311	7,88	18,0	—	147,4
Este (m): 794893						
Norte (m): 8263559						
Altitud (m s.n.m.): 1579						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES:

PUNTO DE MUESTREO: MSN-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 12:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP (mV)
Zona: 18L	7,48	318	7,14	17,5	—	145,1
Este (m): 795347						
Norte (m): 8264068						
Altitud (m s.n.m.): 1586						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros	X	Otros	
MANANTIAL			

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES:

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 20/10/2018 FIRMA: Paola Enríquez

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO OLAZÁBAL FECHA: 20/10/2018 FIRMA: Janet

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: DMCA-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 13:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	7,32	315	7,59	17,6	—	166,1
Este (m): 795467						
Norte (m): 8264570						
Altitud (m s.n.m.): 1684						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	0,0	0,64			0,5
	0,2	0,64			0,5
	0,3	0,64			0,5
	0,2	0,64			0,5
	0,28	0,64			0,5

OBSERVACIONES: Caudal = 0,313 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: CAAyo-2 FECHA: 20/10/2018 HORA: 15:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,32	759	7,67	16,6	—	140,5
Este (m): 792624						
Norte (m): 8264599						
Altitud (m s.n.m.): 1970						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)
	0,1	0,145			0,1
	0,35	0,2			0,5
	0,4	0,16			0,4
	0,07	0,15			0,1

OBSERVACIONES: Caudal = 0,0536 m³/s

PUNTO DE MUESTREO: CAAyo-1 FECHA: 20/10/2018 HORA: 16:40 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona: 18L	—	—	—	—	—		
Este (m): 792351							
Norte (m): 8264553							
Altitud (m s.n.m.): 1977							
Precisión (± m): 3							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES: Punto seco

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA FECHA: 20/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUEZADA FECHA: 20/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: RMam-4 FECHA: 21/10/2018 HORA: 10:05 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha, a 200 antes de la confluencia con el río Colca.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,11	328	7,31	21,6	–	99,00
Este (m): 796424						
Norte (m): 8261037						
Altitud (m s.n.m.): 7348						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCol-1 FECHA: 21/10/2018 HORA: 11:05 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,14	837	8,26	21,2	–	149,5
Este (m): 796502						
Norte (m): 8261130						
Altitud (m s.n.m.): 7347						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: RCol-2 FECHA: 21/10/2018 HORA: 12:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Colca, a 150 m aguas abajo después de la confluencia con el río Mamacocha.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)	ORP(mV)
Zona: 18L	8,14	393	6,18	21,4	–	161,1
Este (m): 796482						
Norte (m): 8260962						
Altitud (m s.n.m.): 7355						
Precisión (± m): 3						

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	

Registro de datos para determinar caudal

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA FECHA: 21/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO QUARÁBAL FECHA: 21/10/2018 FIRMA:

DATOS DE CAMPO DE CALIDAD DE AGUA

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-Y01

PUNTO DE MUESTREO: RMam-3 FECHA: 22/10/2018 HORA: 10:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha, a 1Km aguas arriba de la confluencia con el río Colca.

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T °C	Prof. (m)	ORP(mV)	
Zona: 18L	8,08	342	7,62	18,9	—	125,7	
Este (m): 795320							
Norte (m): 8261226							
Altitud (m s.n.m.): 1392							
Precisión (± m): 3							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial	X	Nublado	
Agua subterránea		Soleado	X
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona:							
Este (m):							
Norte (m):							
Altitud (m s.n.m.):							
Precisión (± m):							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

PUNTO DE MUESTREO: FECHA: ___/___/___ HORA: ___:___ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS UTM WGS 84	pH	C.E. (µs/cm)	O.D. (mg/L)	T (°C)	Prof. (m)		
Zona:							
Este (m):							
Norte (m):							
Altitud (m s.n.m.):							
Precisión (± m):							

Matriz de agua		Condición climática	
Agua superficial		Nublado	
Agua subterránea		Soleado	
Agua residual		Lluvia	
Agua salina		Nieve	
Otros		Otros	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	
.....		.....	

Registro de datos para determinar caudal					
Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (L)	Tiempo (s)	V (m/s)

OBSERVACIONES

Responsable del grupo de trabajo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA FECHA: 22/10/2018 FIRMA:

Responsable de la toma de muestra: JANET QUINCHO OLAZÁRAL FECHA: 22/10/2018 FIRMA:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE SEDIMENTO

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-401

PUNTO DE MUESTREO: LCha-1 **FECHA:** 18/10/2018 **HORA:** 11:28 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga.

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Laguna Chachas
ESTE (m)	793590	NO [ ]		
NORTE (m)	8280950	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	2955	—		
PRECISIÓN (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: LMam-2 **FECHA:** 19/10/2018 **HORA:** 11:00 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este.

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Laguna Mamacocha
ESTE (m)	795341	NO [ ]		
NORTE (m)	8264907	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	1685	—		
PRECISION (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: RMam-3 **FECHA:** 22/10/2018 **HORA:** 10:30 h

DESCRIPCIÓN: Ubicado en el río Mamacocha a 1 km de la confluencia con el río Colca.

CCOORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA	18L	SI [X]	Duplicado [ ]	Río Mamacocha
ESTE (m)	795320	NO [ ]		
NORTE (m)	8261226	OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)	1392	—		
PRECISIÓN (± m)	3			

PUNTO DE MUESTREO: **FECHA:** __/__/____ **HORA:** __:__ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA		SI [ ]	Duplicado [ ]	
ESTE (m)		NO [ ]		
NORTE (m)		OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)				
PRECISIÓN (± m)				

PUNTO DE MUESTREO: **FECHA:** __/__/____ **HORA:** __:__ h

DESCRIPCIÓN:

COORDENADAS (UTM WGS 84)		PROGRAMADO	CALIDAD	CUERPO DE AGUA ASOCIADO
ZONA		SI [ ]	Duplicado [ ]	
ESTE (m)		NO [ ]		
NORTE (m)		OBSERVACIONES		
ALTITUD (m s.n.m.)				
PRECISIÓN (± m)				

Responsable de grupo de trabajo: Paola Joannett Enriquez Firma:

Responsable de toma de muestra: Francisco Javier Mosquera Lenti Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0013	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LCha-1	Colector: Juan Fernandez
Clima: Soleado / Estación climática:	Fecha: 18/10/2018 / H. inicio: 11:28
Coordenadas: E: 793590 N: 8280950	Altitud: 2955 / H. fin: 11:58
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Chachas	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxigeno Disuelto (mg/L): 6,39	Temperatura (°C): 19,5
Conductividad (µs/m³): 218	pH (unidades de pH): 8.06
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones:	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque	10 cm²	10 cm²	—
Canto	—	—	5 cm²
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUALITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

—

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)✓

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido	(SI)	(NO)✓
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)✓

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma: Paola Enríquez C.

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ GERMA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

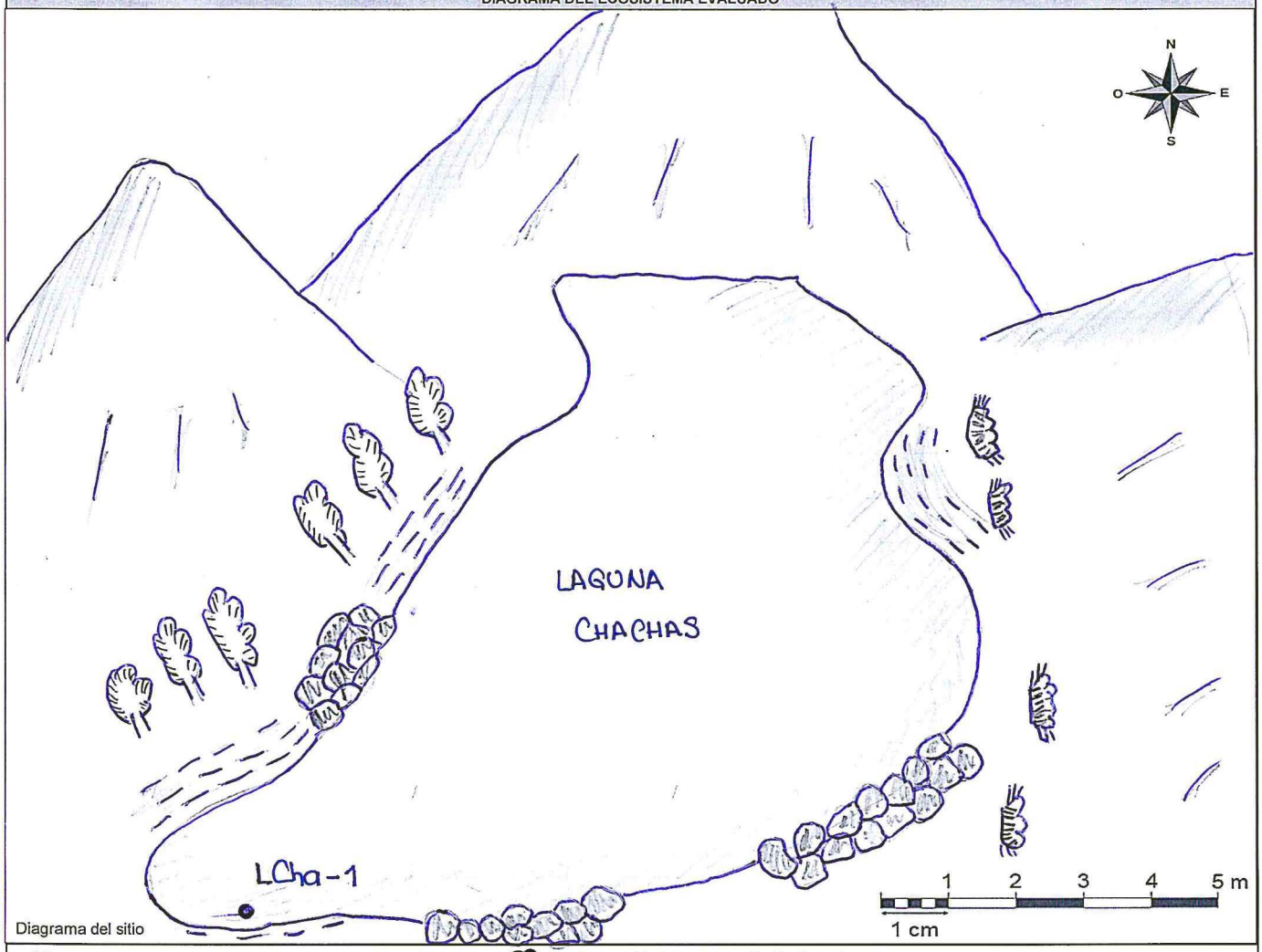


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: QSub-1
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796484 N (m): 8277940
Nombre del cuerpo de agua: Quebrada Subna

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 18/10/2018 H. inicio: 13:10
Altitud: 3037 (m s.n.m.) H. fin: 13:40
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	5.96	Temperatura (°C):	21,4
Conductividad eléctrica (µS/cm):	335	pH (unidad de pH):	7,72
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones: ———

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 0,3
Longitud de tramo evaluado (m): 10 - 20
Profundidad promedio (m): 0,2
Profundidad máxima muestreada (m): 0,1
Posibles fuentes contaminantes cercanas: ———

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 1
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 2
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm^2)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm^2

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m^2)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	ORILLA	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	ORILLA	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m^2

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Observaciones:

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERVA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

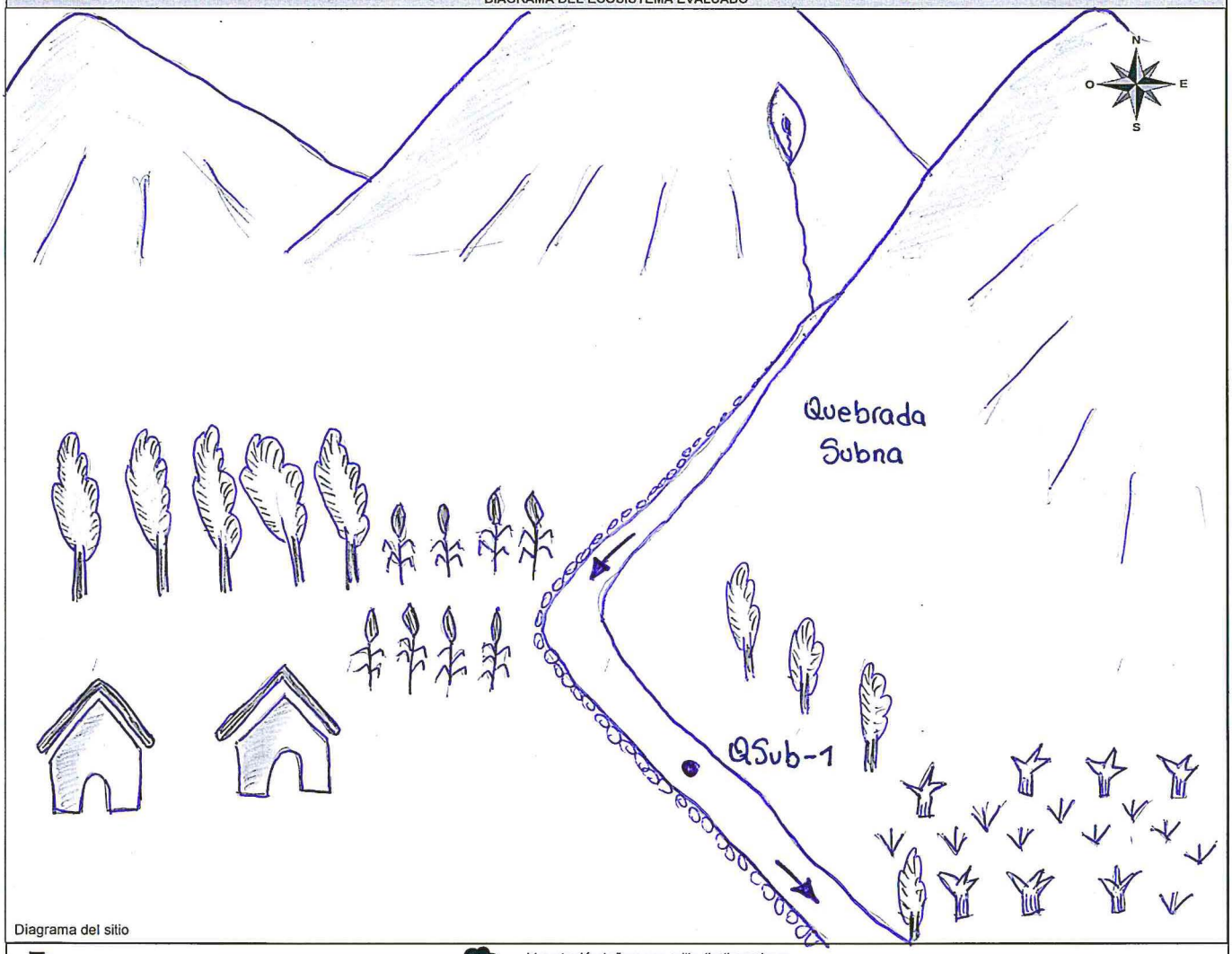


Diagrama del sitio

- Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)
- Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)
- Industria
- Población
- Pistas o trochas (indicar)
- Puente
- Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)
- Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)
- Vegetación no leñosa (hierbas)
- Orilla baldía
- Zona de cultivo
- Zona de pastoreo
- Troncos y/o ramas en el cauce
- Roca madre en el cauce
- Tabla
- Corridas
- Rápidos
- Caídas
- Pozas
- Dirección de flujo

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-401
Código del punto de muestreo: L Mam-7
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 795 153 N (m): 8 264 905
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha (Recarga)

Localidad de muestreo: Arequipa-Castilla-Ayo
Fecha: 19/10/2018 H. inicio: 09:15
Altitud: 1745 (m s.n.m.) H. fin: 09:45
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	6,84	Temperatura (°C):	18,7
Conductividad eléctrica (µS/cm):	293	pH (unidad de pH):	7,37
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	1,5
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	1
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas:	

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 4
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 4
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 3
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	MUESTRA COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	MUESTRA COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces: (SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes):

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

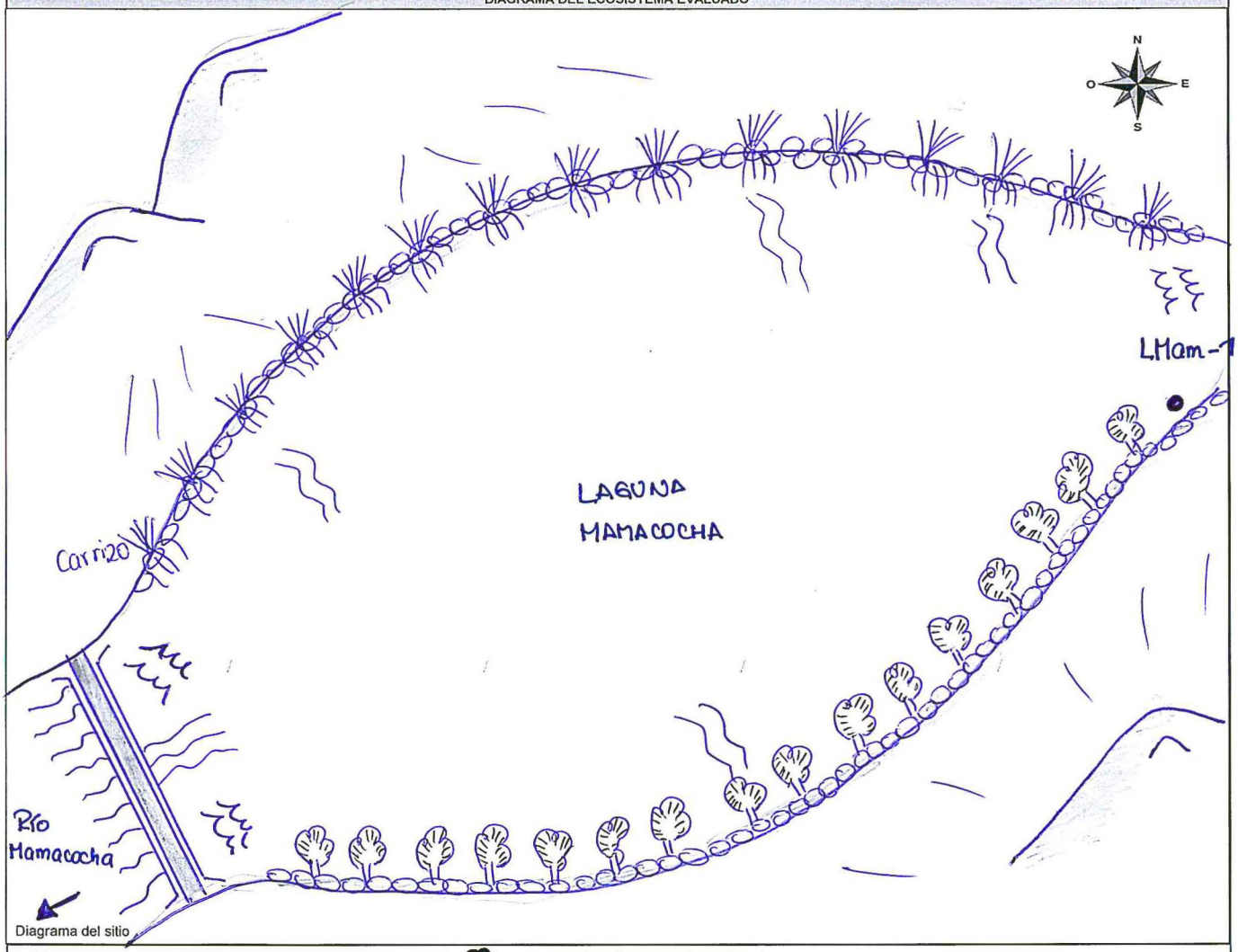
Colecta de tejido: (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos: (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRIQUEZ CARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0073	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LMam-2	Colector: Juan Fernández
Clima: Soleado — Estación climática:	Fecha: 19/10/2018 — H. inicio: 11:00
Coordenadas: E: 795341 N: 8264907	Altitud: 1685 — H. fin: 11:30
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno Disuelto (mg/L): 6,98	Temperatura (°C): 17,4
Conductividad (µs/m³): 294	pH (unidades de pH): 7,28
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones:	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20 L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque	70 cm²	10 cm²	—
Canto	—	—	5 cm²
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUANTITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido	(SI)	(NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)

Responsable de grupo: PAOLA OVIEDO CARA — Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA — Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

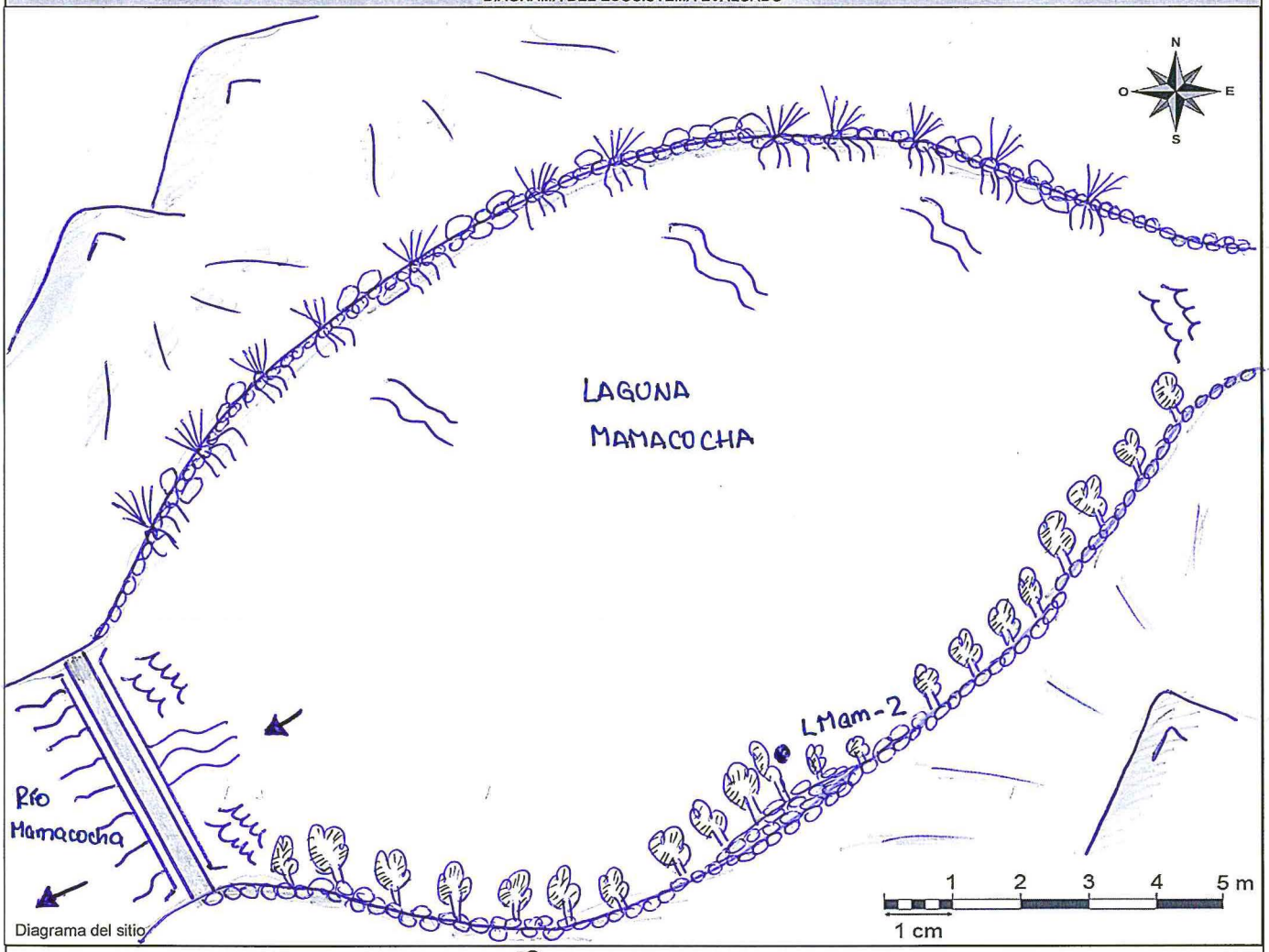


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

CUE: 2018-03-0013	Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Código de la estación de muestreo: LMam-3	Colector: Juan Fernández
Clima: Soleado / Estación climática:	Fecha: 19/10/2018 / H. inicio: 12:20
Coordenadas: E: 795 251 N: 8 264 723	Altitud: 1639 / H. fin: 12:50
Nombre del cuerpo de agua: Laguna Mamacocha	Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno Disuelto (mg/L): 7,29	Temperatura (°C): 18,3
Conductividad (µs/m³): 297	pH (unidades de pH): 7,16
Color aparente:	Transparencia (m):
Observaciones: —	

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Área muestreada (m):	10
Profundidad promedio (m):	
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5
Pendiente del sitio de muestreo (°):	60
Presencia de macrofitas: (sumergida) (emergente) (flotante) (no)	
Fuentes contaminantes cercanas:	

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PLANCTON

Tipo de muestra	Fitoplancton	Zooplancton
Directa (volumen)		
Filtrada (volumen) 20 L	✓	✓

PERIFITON

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Rama			
Hojarasca			
Otro			
Observaciones			

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Sustrato	Área de muestreo		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Bloque			
Canto			
Grava			
Arena			
Hojarasca			
Macrofitas			
Otro: MUESTREO CUALITATIVO	BARRIDO EN 10 m	—	—

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

—

Colecta de especimenes de peces

(SI) (NO)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Talla (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones: —

Colecta de tejido	(SI)	(NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:		
Colecta de estómagos	(SI)	(NO)

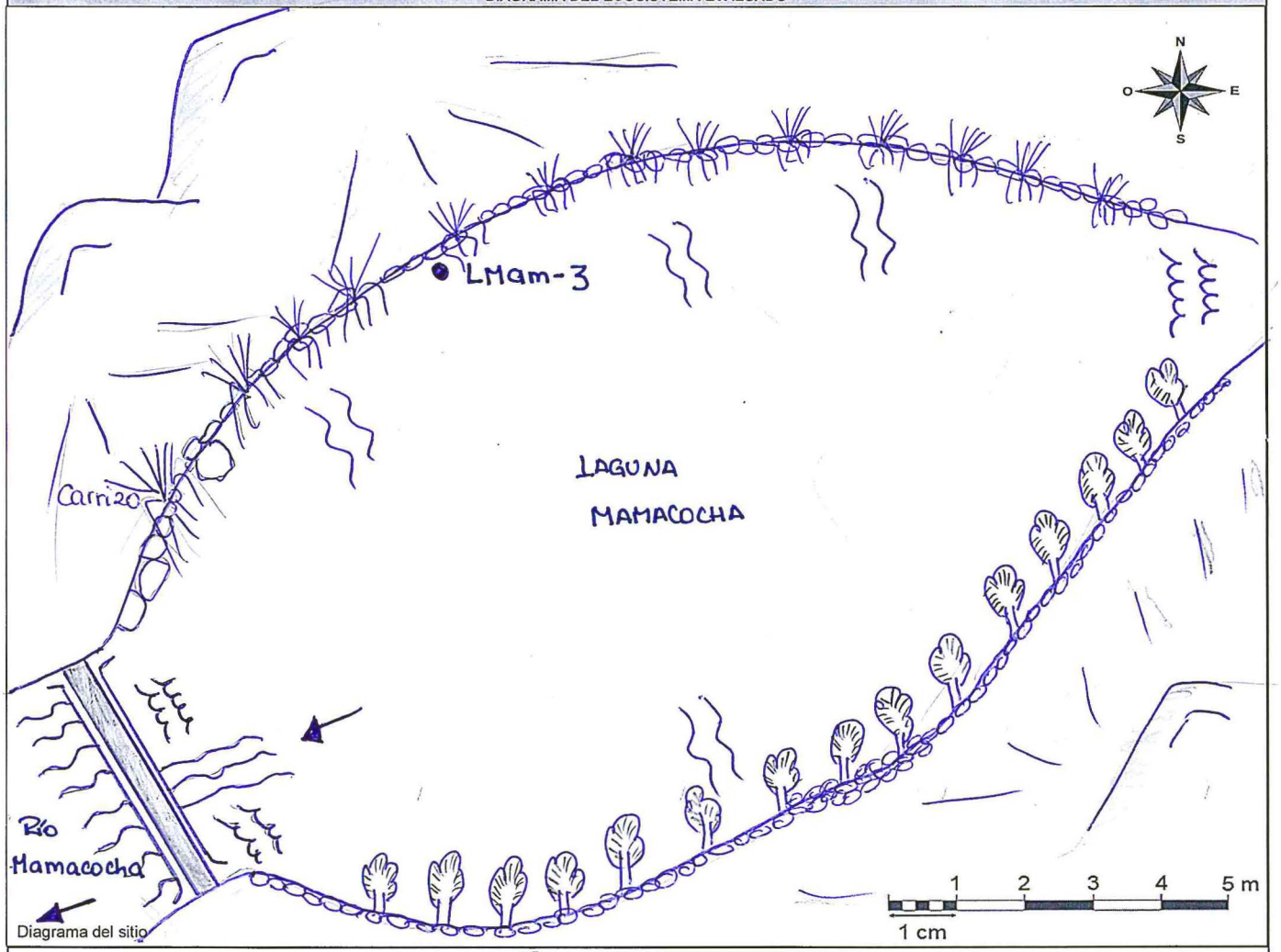
Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA — Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA — Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÉNTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-401
Código del punto de muestreo: RMam - 4
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796424 N (m): 8261037
Nombre del cuerpo de agua: Río Mamacocha

Localidad de muestreo: AREQUIPA - CASTILLA - AYO
Fecha: 21/10/2018 H. inicio: 10:05
Altitud: 1348 (m s.n.m.) H. fin: 10:35
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	7,31	Temperatura (°C):	21,6
Conductividad eléctrica (µS/cm):	328	pH (unidad de pH):	8,11
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 7
Longitud de tramo evaluado (m): 10-20
Profundidad promedio (m): 1,2
Profundidad máxima muestreada (m): 0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas: RESIDUOS INDUSTRIALES DEJADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA COLCA - AYO.

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 2
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 3
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 3
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros): RESIDUOS INDUSTRIALES POR CONSTRUCCIÓN DE VIAS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 1
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 5
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTA
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO



Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0073 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: RCol-1
Estado del tiempo (Clima): soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796502 N (m): 8261130
Nombre del cuerpo de agua: Río Colca

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 24/10/2018 H. inicio: 11:05
Altitud: 1347 (m s.n.m.) H. fin: 11:35
Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	8,26	Temperatura (°C):	21,2
Conductividad eléctrica (µS/cm):	8,37	pH (unidad de pH):	8,14
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones: ———

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	6
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	0,8
Profundidad máxima muestreada (m):	0,5

Posibles fuentes contaminantes cercanas:
EN LA PARTE ALTA SE CONSTRUYE UNA CARRETERA TODOS LOS DESMONTES CAEN A LA RIBERA DEL RÍO

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 1
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2)
Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 1
Continua (5) | Manchas aisladas (1)
Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 2
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1)
Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2)
Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):
ESCOMBROS EN RIBERA POR CONSTRUCCIÓN DE VÍAS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 3
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1)
Canal modificado por terrazas sin cemento (3)
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1)
Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1)
Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 1
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1)
Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1)
Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 70	COMPUESTA
PIEDRA	2° 70	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones:
ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones:
ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 m²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Observaciones:

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

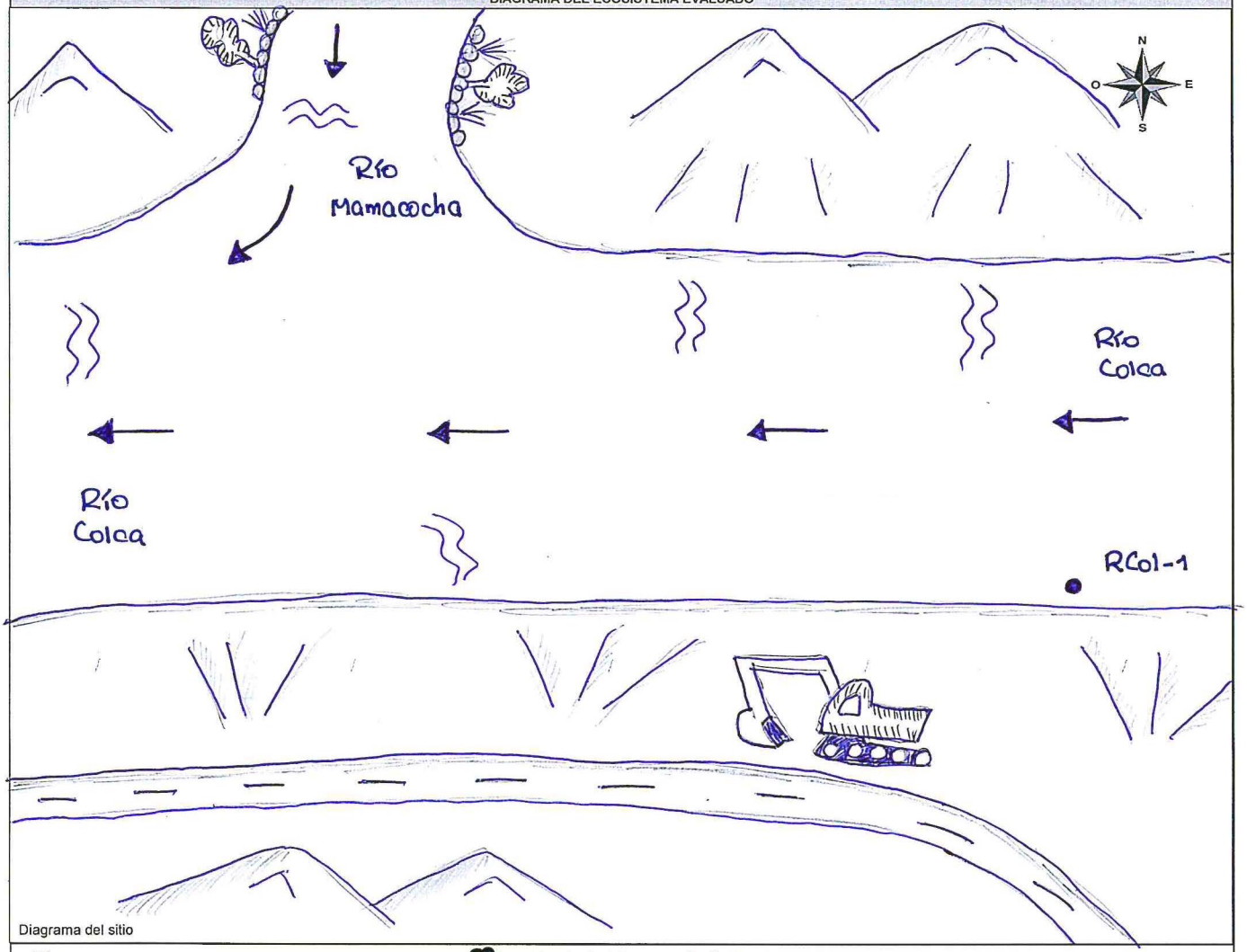


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0013 CUC: 014-10-2018-407

Código del punto de muestreo: RCol-2

Estado del tiempo (Clima): Soleado | Estación climática:

Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 796 482 N (m): 8 260 962

Nombre del cuerpo de agua: Río Colca

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo

Fecha: 27/10/2018 | H. inicio: 12:00

Altitud: 1355 (m s.n.m.) | H. fin: 12:30

Cuenca: Colca

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	6,18	Temperatura (°C):	27,4
Conductividad eléctrica (µS/cm):	393	pH (unidad de pH):	8,74
Color aparente:		Transparencia (m):	

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m):	5
Longitud de tramo evaluado (m):	10-20
Profundidad promedio (m):	0,5
Profundidad máxima muestreada (m):	0,4

Posibles fuentes contaminantes cercanas: EN LA PARTE ALTA SE CONSTRUYE UNA CARRETERA TODOS LOS DESMONTES CAEN A LA RIBERA DEL RÍO.

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 1

Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 1

Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 2

Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 0

Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros): Sólo ESCOMBROS

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 3

Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 3

Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 2

Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 1

Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 10	COMPUESTO
PIEDRA	2° 10	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RÁPIDO	COMPUESTO
PEDREGOSO	2° 0,09	RÁPIDO	
PEDREGOSO	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27 cm²

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido (SI) (NO)

Indicar el o los tejidos a analizar:

Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ CARA Firma:

Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

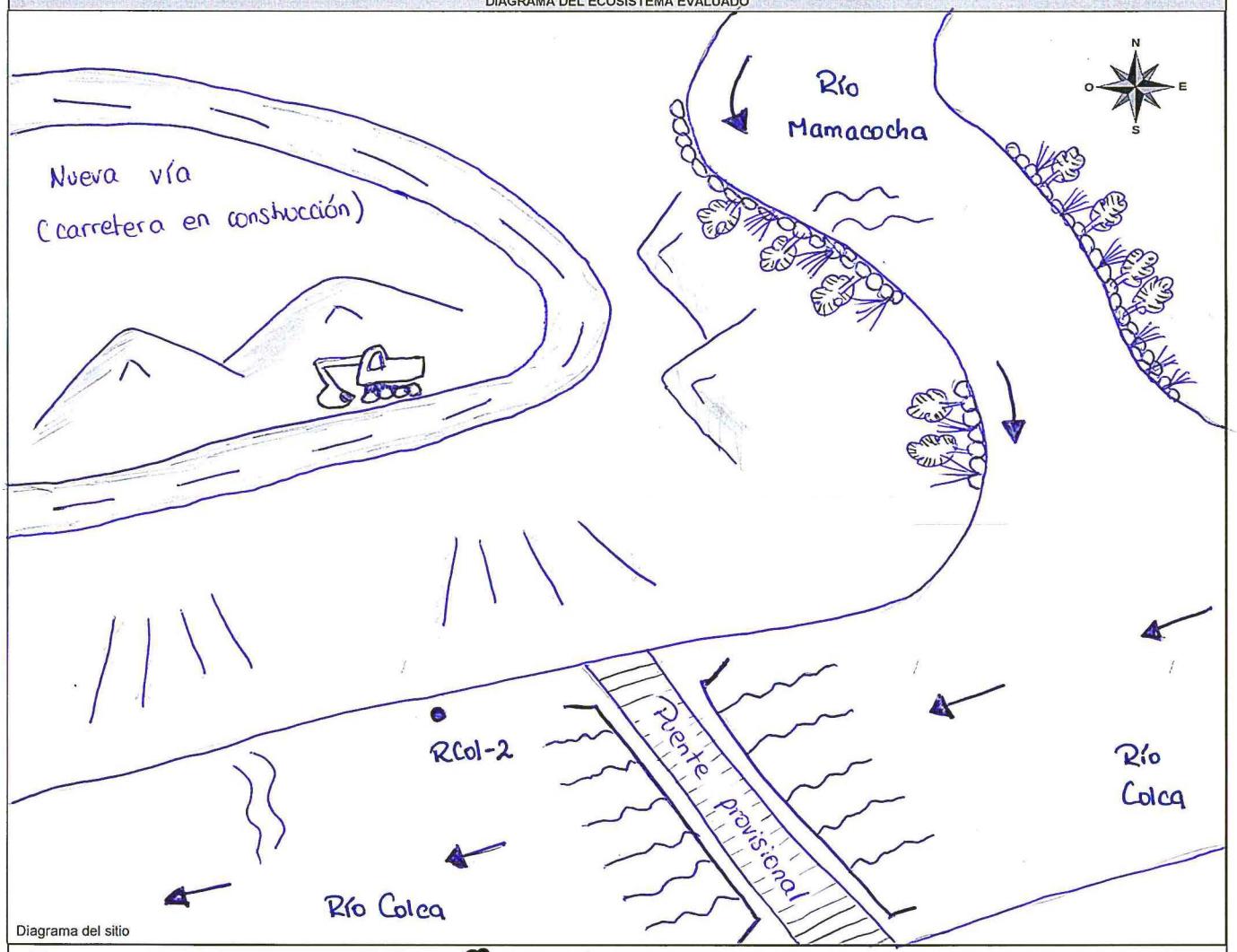


Diagrama del sitio

Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)	Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)	Tabla
Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)	Vegetación no leñosa (hierbas)	Corridas
Industria	Orilla baldía	Rápidos
Población	Zona de cultivo	Caídas
Pistas o trochas (indicar)	Zona de pastoreo	Pozas
Puente	Troncos y/o ramas en el cauce	Dirección de flujo
Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)	Roca madre en el cauce	

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

CUE: 2018-03-0023 CUC: 014-10-2018-407
Código del punto de muestreo: RMam-3
Estado del tiempo (Clima): Soleado Estación climática:
Coordenada en UTM WGS 84 Zona: E (m): 795320 N (m): 8261226
Nombre del cuerpo de agua: Río Mamacocha

Localidad de muestreo: Arequipa - Castilla - Ayo
Fecha: 22/10/2018 H. inicio: 10:30
Altitud: 1392 (m s.n.m.) H. fin: 11:00
Cuenca: Conga

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS *IN SITU*

Oxígeno disuelto (mg/L):	7,62	Temperatura (°C):	18,9
Conductividad eléctrica (µS/cm):	342	pH (unidad de pH):	8,08
Color aparente:	INCOLORO	Transparencia (m):	0,5

Observaciones:

DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Ancho de cuerpo de agua (m): 4
Longitud de tramo evaluado (m): 10 - 20
Profundidad promedio (m): 1
Profundidad máxima muestreada (m): 0,5
Posibles fuentes contaminantes cercanas:

CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA (PROTOCOLO CERA-S)

1. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderado (3) | Regular (2) | Malo (1) | Pésima (0)

2. Continuidad de vegetación de la ribera — Puntaje: 5
Continua (5) | Manchas aisladas (1) | Manchas grandes (3)

3. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos — Puntaje: 5
Excelente (5) | Moderada (3) | Mala (2 ó 1) | Nula (0)

4. Presencia de basuras y escombros — Puntaje: 5
Sin basura ni escombros (5) | Basura y/o escombros escasos (2) | Con basura y/o escombros abundantes (0)

Especificar fuente (industrial, doméstico, agropecuario u otros):

5. Naturalidad del canal fluvial — Puntaje: 5
Canal natural (5) | Canal con estructuras rígidas parciales (1) | Canal modificado por terrazas sin cemento (3) | Canal totalmente modificado por estructuras rígidas (0)

6. Composición del sustrato — Puntaje acum.: 4
Arena + arcilla (1) | Grava (1) | Piedras (1) | Canto rodado (1) | Bloque (*boulders*) (1)

7. Regímenes de velocidad y profundidad del río — Puntaje acum.: 4
Rápido-somero (1) | Rápido-profundo (1) | Lento-somero (1) | Lento-profundo (1) | Todos los anteriores (5)

8. Elementos de heterogeneidad — Puntaje acum.: 3
Hojarasca (1) | Troncos y ramas (1) | Algas (1) | Raíces sumergidas (1) | Macrófitas sumergidas (1) | Diques naturales (1)

Otras fuentes:

COMUNIDADES BIOLÓGICAS (muestras)

PERIFITON (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (cm²)	Muestra
PIEDRA	1° 70	COMPUESTA
PIEDRA	2° 70	
PIEDRA	3° 5	
	4°	
	5°	

Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 25 cm²

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS (réplicas y sustrato)

Tipo de sustrato	Réplica/Área (m²)	Mesohábitat	Muestra
PEDREGOSO	1° 0,09	RAPIDO	COMPUESTA
PEDREGOSO	2° 0,09	RAPIDO	
MACROFITA	3° 0,09	ORILLA	
	4°		
	5°		

Muestreador:
Observaciones: ÁREA TOTAL DE MUESTREO DE 0,27m2

Colecta de especímenes de peces

(SI) (NO)

Método de Pesca (tiempo, voltaje, N.° lances, long. de muestreo, número de redes)

Lista preliminar de especies de peces colectados

Especie	Nombre común

Biometría de peces

Especie	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Peso (g)	Sexo

Observaciones:

Colecta de tejido (SI) (NO)
Indicar el o los tejidos a analizar:
Colecta de estómagos (SI) (NO)

Responsable de grupo: PAOLA ENRÍQUEZ LARA Firma:
Responsable del muestreo: JUAN FERNÁNDEZ CERNA Firma:

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DE CAMPO DE HIDROBIOLOGÍA - ECOSISTEMAS LÓTICOS

DIAGRAMA DEL ECOSISTEMA EVALUADO

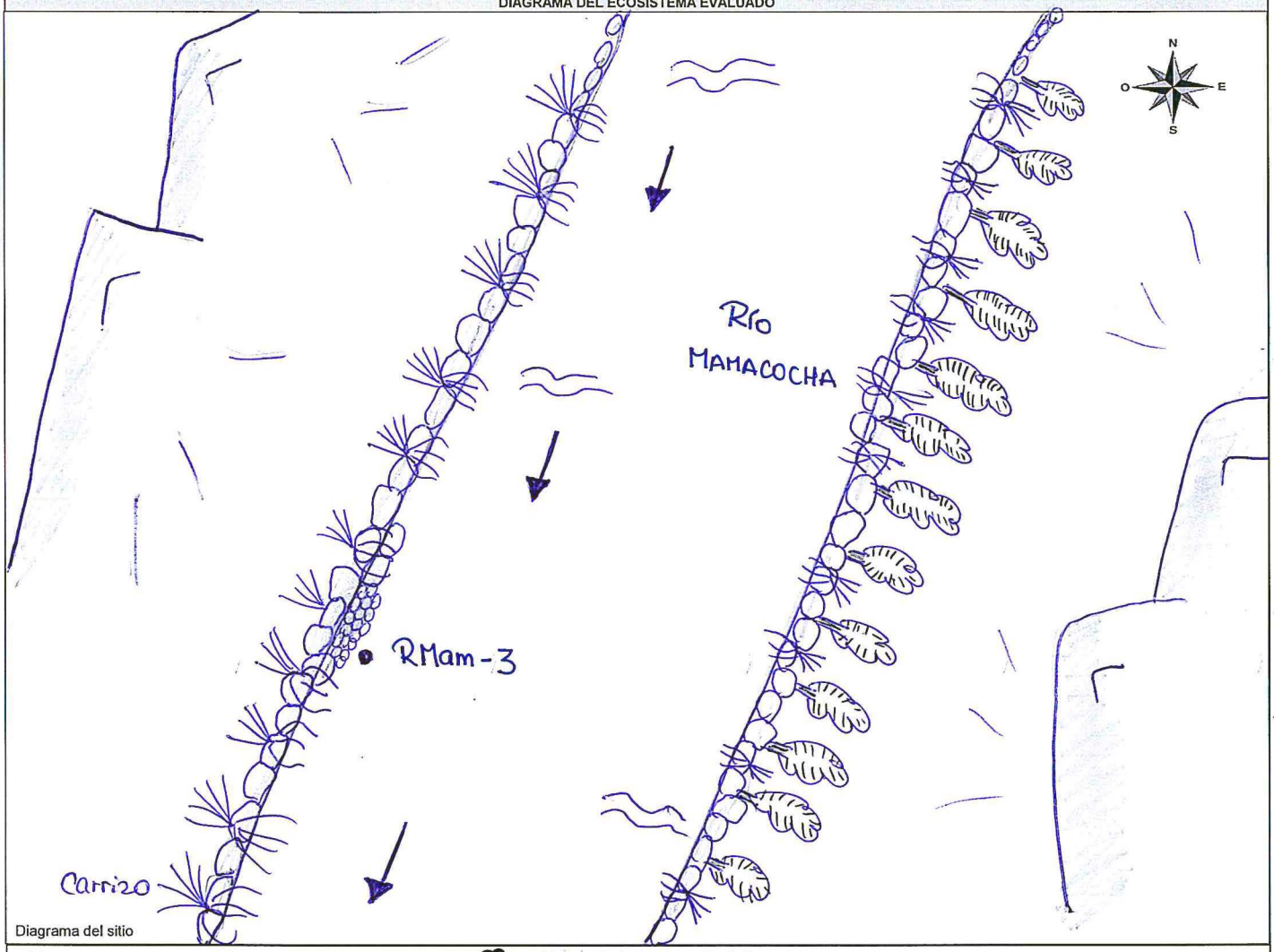


Diagrama del sitio

- Efluente (indicar si es doméstico o procedente de otra actividad)
- Afloramiento subterráneo (indicar si es natural o procedente de alguna actividad)
- Industria
- Población
- Pistas o trochas (indicar)
- Puente
- Basura y/o escombros (indicar si son residuos orgánicos o inorgánicos)
- Vegetación leñosa en orilla (indicar si son árboles, arbustos, cactus o trepadoras perennes)
- Vegetación no leñosa (hierbas)
- Orilla baldía
- Zona de cultivo
- Zona de pastoreo
- Troncos y/o ramas en el cauce
- Roca madre en el cauce
- Tabla
- Corridas
- Rápidos
- Caídas
- Pozas
- Dirección de flujo

Observaciones:

Responsable de grupo:	Firma:
Resp. de la toma de muestra:	Firma:

ANEXO B

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CADENAS DE CUSTODIA

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: 014-10-2018-409
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2173 - 2019
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Pablo Enríquez Lira / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Pablo Enríquez
Teléfono/Anexo	949584212 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: 14:00 (24 H)
Referencia	EAT - LAGUNA AZUL	Distrito: AYO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
Ácido Nítrico	HNO_3	
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
Hidróxido de Sodio	NaOH	
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Res.	DBO	Aceites y Grasas	Nitrógeno Amoniacal	Sulfuros	SST	Fenoles Totales	Cloruros	Sulfatos	STD	Fluoruro	Fosfato	Silicato	Carbonatos	Bicarbonatos	OBSERVACIONES
	ICha-1	2018-10-18	11:28	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	QSub-1	2018.10.18	13:10	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-1	2018-10-19	09:15	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-2	2018.10-19	11:00	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-3	2018-10-19	12:20	AS	05	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LMam-4	2018-10-19	14:30	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	RMam-2	2018-10-20	11:00	AS	05	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	MSN-1	2018-10-20	12:00	AS	05	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	DMCA-1	2018-10-20	13:00	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	CAAyo-2	2018-10-20	15:00	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

OBSERVACIONES GENERALES

Frasco de plastico de 500ml (cloruro, sulfatos, STD, fluoruro, fosfato, silicatos, carbonatos y bicarbonatos)

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS) / CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	Envases adecuados y en buen estado: SI [ ] NO [ ]; Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ]; Con Ice Pack: SI [X] NO [ ]; Dentro del tiempo de vida útil: SI [X] NO [ ]
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		(**) P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado
PABLO ENRÍQUEZ LIRA				Fecha de Recepción: 25-10-18; Hora de Recepción: 11:20; Recibido por: ENZO VEGA

ALS

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S.A.
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Jandi Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	949284712 / 940401270
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / jandi.quincho.olazabal@gmail
Referencia	EAT - LAGUNAS AZUL

DATOS DEL MUESTREO

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido [X] Sólido [ ]

UBICACIÓN

Departamento: AREQUIPA

Provincia: CASTILLA

Distrito: AYO

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enríquez

Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)

Hora: 14:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros: [ ]

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X):

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Arsénico + HM	OBSERVACIONES
	1 Cha - 1	2018-10-18	11:28	AS	01	-	-	X	
	2 Sub - 1	2018-10-18	13:10	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 1	2018-10-19	09:15	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 3	2018-10-19	12:20	AS	01	-	-	X	
	L Mam - 4	2018-10-19	14:30	AS	01	-	-	X	
	P Mam - 2	2018-10-20	11:00	AS	01	-	-	X	
	MSN - 1	2018-10-20	12:00	AS	01	-	-	X	
	DMCA - 1	2018-10-20	13:00	AS	01	-	-	X	
	CAA40 - 2	2018-10-20	15:00	AS	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
JANET QUINCHO	
RESPONSABLE 2	
	FIRMA:
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:
PAOLA ENRIQUEZ LARA	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo

BKV: Blanco Viajero

DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	[ ]	[ ]
Preservantes adecuados	[ ]	[ ]
Con Ice Pack	[✓]	[ ]
Dentro del tiempo de vida útil	[✓]	[ ]

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 23-10-18

Hora de Recepción: 11:20

Recibido por: ENZO VEGA

OBSERVACIONES

ALS — Recepción de Muestras — ALS S Peru S A

La conformidad de lo enviado [illegible] er la notificación Autom[illegible]

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Janet Quinocho Atencio
Teléfono/Anexo	949284212 / 949040220
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quinocho.atencio@gmail.com
Referencia	EAT - LAGUNA AZUL

DATOS DEL MUESTREO	
TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	Líquido: X — Sólido:
UBICACIÓN	
Departamento:	AREQUIPA
Provincia:	CASTILLA
Distrito:	APO

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enríquez

Fecha: 23/10/18 (AAAA/MM/DD)

Hora: 11:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
	Ácido Nítrico	HNO_3
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	AyG	DBO	Nitrógeno Amoniacal	Sulfuros	SST	Nitrito	Cloruro	Sulfato	STD	Fluoruro	Tiosulfato	Silicato	Carbonato	Bicarbonato	OBSERVACIONES
	PMam-4	2018-10-21	10:05	AS	06	02	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PCol-1	2018-10-21	11:05	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PCol-2	2018-10-21	12:00	AS	06	01	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	PMam-3	2018-10-22	10:30	AS	06	01	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

OBSERVACIONES GENERALES

Frasco de plástico de 500 ml (Cloruros, Sulfatos, STD, Fluoruro, Fosfato, Silicatos, Carbonatos y Bicarbonatos)

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quinocho	
RESPONSABLE 2	
	FIRMA:
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:
Paola Enríquez Lara	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo

BKV: Blanco Viajero

DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	X	
Preservantes adecuados		X
Con Ice Pack	X	
Dentro del tiempo de vida útil	X	

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 25-10-18

Hora de Recepción: 11:20

Recibido por: ENZO VEGA

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S A
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

OBSERVACIONES

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: OEFA-10-2018-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2173-2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enriquez Lora / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Paola Enriquez
Teléfono/Anexo	949534712 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: (AAAA/MM/DD) 23/10/18
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: (24 H) 14:00
Referencia		Distrito: APO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FILTRADA (Marcar con X)	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS	OBSERVACIONES
	PMam-1	X	2018-10-21	10:05	AS	01	-	-	X	
	P Col-1	X	2018-10-21	11:05	AS	01	-	-	X	
	P Col-2	X	2018-10-21	12:00	AS	01	-	-	X	
	P Mam-3	X	2018-10-22	10:30	AS	01	-	-	X	

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

	Ácido Nítrico	HNO_3
X	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS) / CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	Envases adecuados y en buen estado: SI [✓] NO [ ]; Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ]; Con Ice Pack: SI [✓] NO [ ]; Dentro del tiempo de vida útil: SI [✓] NO [ ]
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		[**] P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado
PAOLA ENRIQUEZ LORA				Fecha de Recepción: 25-10-18; Hora de Recepción: 11:20; Recibido por: ENZO VEGA; Recepción de Muestras Cercado AISIS Peru S A; La veracidad de lo enviado se emitira en la notificación Automatica

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO	C.U.C. N°: OM-10-208-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)	TDR N°: 2512 - 2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X] Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enríquez Tello / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN	Enviado por: Paola Enríquez
Teléfono/Anexo	949284212 / 940401220	Departamento: AREQUIPA	Fecha: 23-10-2018 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia: CASTILLA	Hora: 19:00 (24 H)
Referencia	EAI - LAGUNA AZUL	Distrito: AYO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FILTRADA (Marcar con X)	PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Total de Envases	OBSERVACIONES
			Ácido Nítrico	HNO_3								
			Ácido Sulfúrico	H_2SO_4								
			Hidróxido de Sodio	NaOH								
			Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$								
			Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$								
	DUP - 1				2018-10-19	—	AS	01	—	—	X	
	DUP - 2				2018-10-21	—	AS	01	—	—	X	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo BKV: Blanco Viajero DUP: Duplicado		Fecha de Recepción: 23-10-18	ENVIO VEGA
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección SUELO: SU : Suelo; SED: Sedimento; LD : Lodo OTROS		Envases adecuados y en buen estado: SI [✓] NO [ ] Preservantes adecuados: SI [ ] NO [ ] Con Ice Pack: SI [✓] NO [ ] Dentro del tiempo de vida útil: SI [✓] NO [ ]	Hora de Recepción: 11:20	
PAOLA ENRIQUEZ (AFA)				(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado	Recibido por:	

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Perú S A
La conformidad de lo enviado se emitirá por la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enríquez Laca / Janet Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	941928412 / 7140120
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	EAT - CAGUA AZUL

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido [X] Sólido [ ]

UBICACIÓN

Departamento:	AREQUIPA
Provincia:	CASTILLA
Distrito:	AYO

C.U.C. N°: OEFA-10-2018-401

TDR N°: 2173-2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por:	Paola Enríquez
Fecha: (AAAA/MM/DD)	2018/10/23
Hora: (24 H)	14:00
Medio de Envío:	
Aerolínea	[ ]
T.Privado	[ ]
Agencia	[X]
Otros:	

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
Ácido Nítrico	HNO_3	X
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
Hidróxido de Sodio	NaOH	
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales + Tóxicos + HS	OBSERVACIONES
	BKC	2018-10-22	—	AS	01	—	—	X	
	BKV	2018-10-12	11:50	AS	01	—	—	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
Janet Quincho		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	SI / NO: Envases adecuados y en buen estado [X]; Preservantes adecuados [ ]; Con Ice Pack [X]; Dentro del tiempo de vida útil [X]	Fecha de Recepción: 25-10-18	
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:	Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS		[**] P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado	Hora de Recepción: 14:20	ENZO LEGA. Recepción de Muestras Cercado. AISIS Peru S.A. La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automatica
PAOLA ENRIQUEZ LARA					Recibido por:	

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enriquez Lara / Janet Quincho Olazabal
Teléfono/Anexo	94928 4218 / 940467220
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	KAT - Laguna Azul.

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Sólido ☒

UBICACIÓN

Departamento: Arequipa

Provincia: Castilla

Distrito: Ayo

C.U.C. N°: 014-10-2018-401

TDR N°: 2175 - 2018

DATOS DEL ENVIO

Enviado por: Paola Enriquez

Fecha: 23-10-2018 (AAAA/MM/DD)

Hora: 14:00 (24 H)

Medio de Envío: Aerolínea ☐ T.Privado ☐ Agencia ☒ Otros: ____

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Natural Original	OBSERVACIONES
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	SED	01	-	-	X	
	R Mam - 3	2018-10-22	10:30	SED	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quincho Olazabal	
RESPONSABLE 2	**FIRMA:**
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	**FIRMA:**
Paola Enriquez Lara	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo
BKV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	☐	☐
Preservantes adecuados	☐	☐
Con Ice Pack	☐	☐
Dentro del tiempo de vida útil	☐	☐

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS / OBSERVACIONES

SGS del Perú S.A.C. CALLAO

Fecha de Recepción: 29 OCT. 2018

Hora de Recepción: 11:22

RECIBIDO Data Center - EHS

Recibido por: Antay Crispin

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados



CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Paola Enriquez Lara / Janet Quincho Olazábal
Teléfono/Anexo	949284212 / 990401220
Correo(s) Electrónico(s)	Penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com
Referencia	EAT - Laguna Aza

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Sólido ☒

UBICACIÓN
- Departamento: Arequipa
- Provincia: Castilla
- Distrito: Ayo

C.U.C. N°:

TDR N°: 0114-10-2018-OEFA / 2176-2018

DATOS DEL ENVIO
- Enviado por: Paola Enriquez
- Fecha: (AAAA/MM/DD) 23-10-18
- Hora: (24 H) 14:00
- Medio de Envío: Aerolínea ☐ T.Privado ☐ Agencia ☒ Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
	Ácido Nítrico	HNO_3
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales totales	OBSERVACIONES
	L Cha - 1	2018-10-18	11:28	SED	01	-	-	X	
	L Mam - 2	2018-10-19	11:00	SED	01	-	-	X	
	R Mam - 3	2018-10-22	10:30	SED	01	-	-	X	

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:
Janet Quincho Olazábal	
RESPONSABLE 2	**FIRMA:**
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	**FIRMA:**
Paola Enríquez Lara	Paola Enriquez

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
AS: Agua Superficial
ASB: Agua Subterránea

Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial

Agua Salina:
AMAR: Agua de Mar
AREY: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre

Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento
AAC: Agua de alimentación para
AL: Aguas de lixiviación
AC: Agua de calderas
AIR: Agua de inyección y reinyección

SUELO
SU : Suelo
SED: Sedimento
LD : Lodo

OTROS

CONTROL DE CALIDAD

BKC: Blanco de Campo
BKV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	☑	☐
Preservantes adecuados	☐	☐
Con Ice Pack	☑	☐
Dentro del tiempo de vida útil	☐	☐

(**) P = Plástico ; V = Vidrio; E = Esterilizado

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS
- Fecha de Recepción: 29-10-18
- Hora de Recepción: 16:00
- Recibido por: ENRIQUE VEGA

OBSERVACIONES

Recepción de Muestras Cercado
ALS LS Peru S A
La conformidad de lo enviado se emitirá en la notificación Automática

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MUESTREO		C.U.C. N°: 014-10-2018-401
Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)		TDR N°: 2173-2018
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima	Líquido [X]	Sólido [ ]	DATOS DEL ENVIO
Personal de contacto	Paola Enríquez Lara / Janet Quincho Olazabal	UBICACIÓN		Enviado por: Paola Enríquez
Teléfono/Anexo	949284212 / 940401220	Departamento:	AREQUIPA	Fecha: 23/10/2018 (AAAA/MM/DD)
Correo(s) Electrónico(s)	penriquez@oefa.gob.pe / janet.quincho.olazabal@gmail.com	Provincia:	CASTILLA	Hora: 14:00 (24 H)
Referencia	EAS - Laguna Azul	Distrito:	APO	Medio de Envío: Aerolínea [ ] T.Privado [ ] Agencia [X] Otros:

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	Metales Totales	OBSERVACIONES
	BKC	2018-10-22	10:30	AP	01	-	-	X	
	BKV	2018-10-12	11:50	AP	01	-	-	X	

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)			
	Ácido Nítrico	HNO_3	X
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	
	Hidróxido de Sodio	NaOH	
	Acetato de Zinc	$(CH_3COO)_2Zn$	
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS

OBSERVACIONES GENERALES

RESPONSABLE 1	FIRMA:	TIPO DE MATRIZ (*)	CONTROL DE CALIDAD	SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO		
JANET QUINCHO		AGUA (Ref.: NTP 214.042)		CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	OBSERVACIONES
RESPONSABLE 2	FIRMA:	Agua Natural: AS: Agua Superficial; ASB: Agua Subterránea. Agua Residual: ARD: Agua Residual Doméstica; ARI: Agua Residual Industrial. Agua Salina: AMAR: Agua de Mar; AREY: Agua de Reinyección; ASAL: Agua Salobre. Agua de Proceso: AP: Agua purificada; ACE: Agua de circulación o enfriamiento; AAC: Agua de alimentación para; AL: Aguas de lixiviación; AC: Agua de calderas; AIR: Agua de inyección y reinyección. SUELO: SU: Suelo; SED: Sedimento; LD: Lodo. OTROS	BKC: Blanco de Campo; BKV: Blanco Viajero; DUP: Duplicado	SI / NO: Envases adecuados y en buen estado; Preservantes adecuados; Con Ice Pack; Dentro del tiempo de vida útil	Fecha de Recepción: 25/10/2018; Hora de Recepción: 11:20 h	
LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:			(**) P = Plástico; V = Vidrio; E = Esterilizado	Recibido por: Fernando Acuña Vargas, COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS, ALS LS Perú S.A.C, DIA ..... MES ..... AÑO ..... HORA	
PAOLA ENRÍQUEZ LARA						

(*) TIPO DE MATRIZ - OTROS		
MATRIZ	**SUSTANCIA**	**PARÁMETROS RECOMENDADOS**
-	AD	PCBs(Aroclores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales
AGUA	AD-AGUA**	PCBs(Aroclores y/o Indicadores), TPH, Metales Totales
SUELO	AD-SU	PCBs(Aroclores e Indicadores), Fracciones de Hidrocarburos (F1, F2, F3), Metales Totales, Aceites y Grasas
-	SQD	BTEX, PHAs, VOC´s, Metales Totales, Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3), TPH
AGUA	SQD-AGUA**	BTEX, VOC´S, Metales Totales, Cromo Hexavalente, VOC´s, Cianuro Libre, TPH
SUELO	SQD-SU	BTEX, VOC´S, Metales Totales, PHAs,Cromo Hexavalente, Fracciones de Hidrocarburos (FI, F2, F3)
-	LIX	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales
AGUA	LIX-AGUA**	DQO, N-Orgánico, Aceites y Grasas, Metales Totales
SUELO	LIX-SU	DQO, Fenoles, N-Orgánico, Aceites y Grasas, DBO, Coliformes totales, Coliformes fecales, Metales Totales

**AGUA (Ref.: NTP 214.042)
AD: Aceites Dieléctricos
SQD: Sustancias Químicas Desconocidas
Lix: Lixiviados

ANEXO C

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

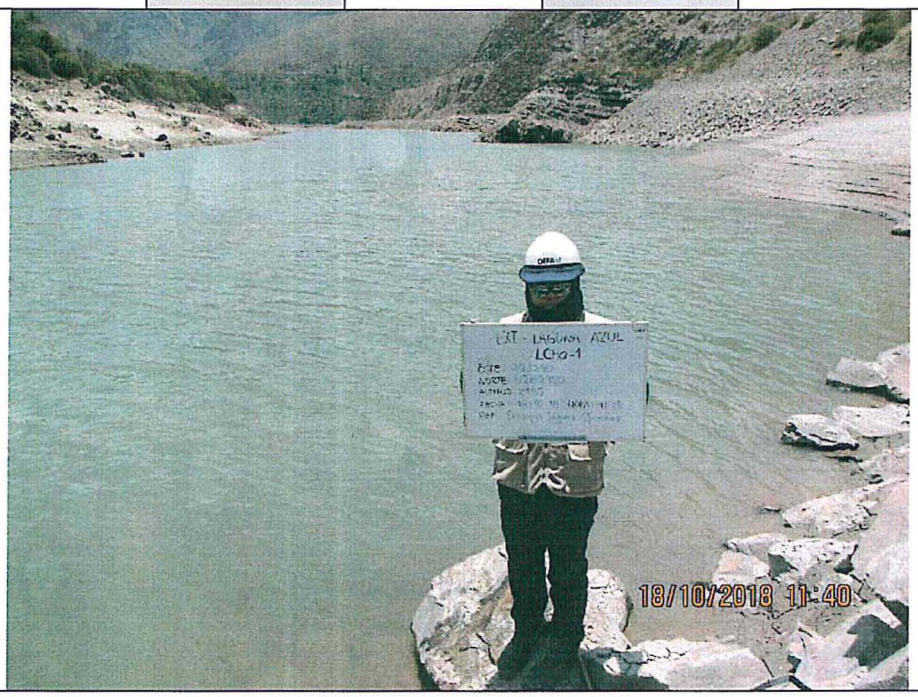
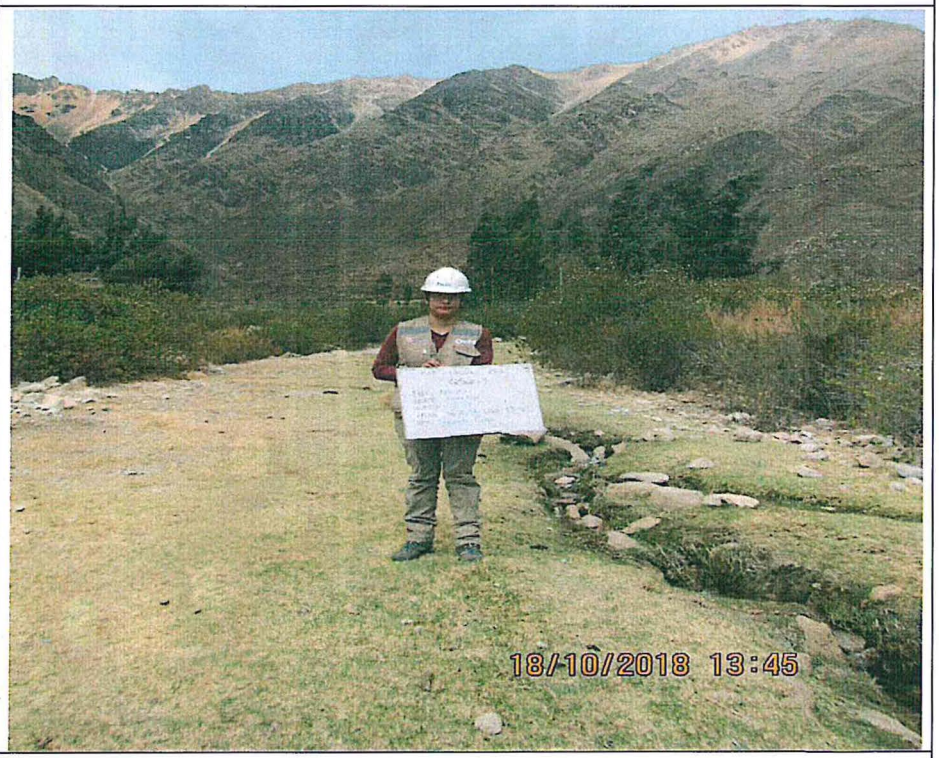
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

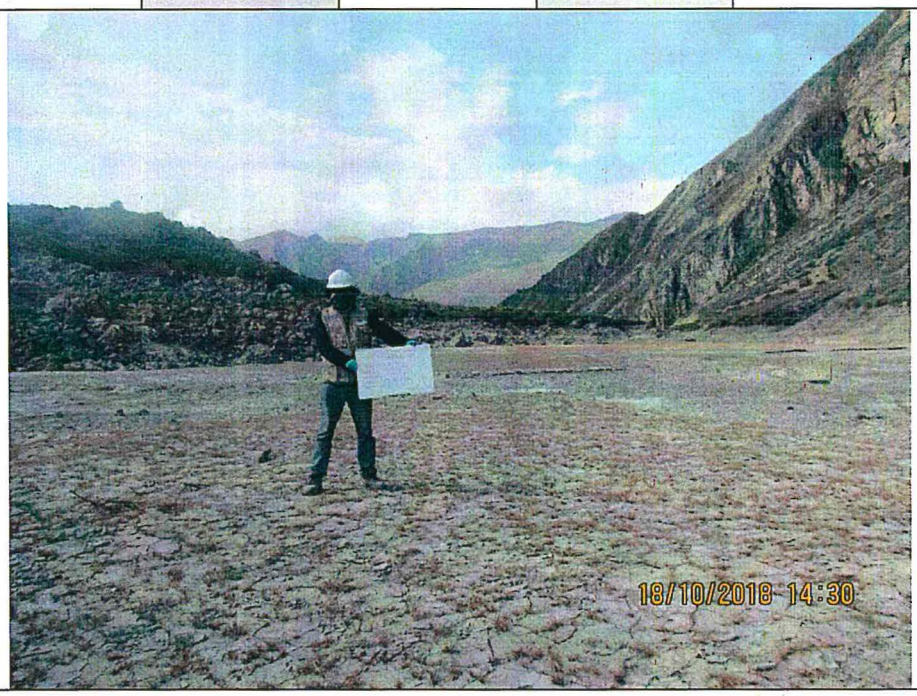
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 LCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 QSub-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 13:10	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 484	
Norte (m): 8 277 940	
Altitud (m s.n.m): 3 031	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

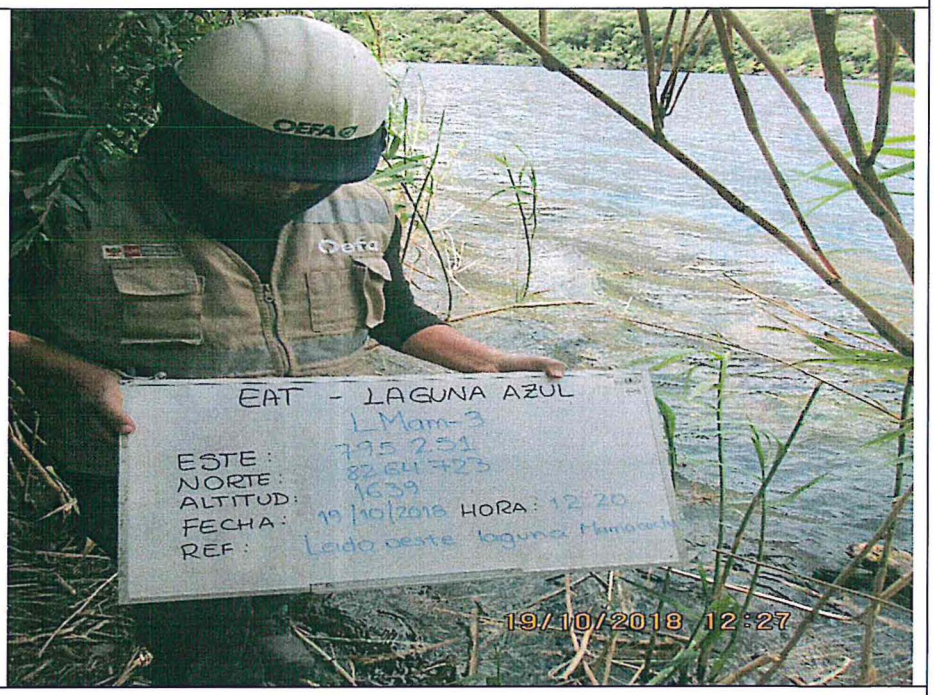
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 3 RCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 14:30	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 123	
Norte (m): 8 279 069	
Altitud (m s.n.m): 2 919	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Chachas, a 2 km de la descarga de la laguna Chachas
FOTOGRAFÍA N.° 4 LMam-1	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 09:15	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 153	
Norte (m): 8 264 905	
Altitud (m s.n.m): 1 745	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

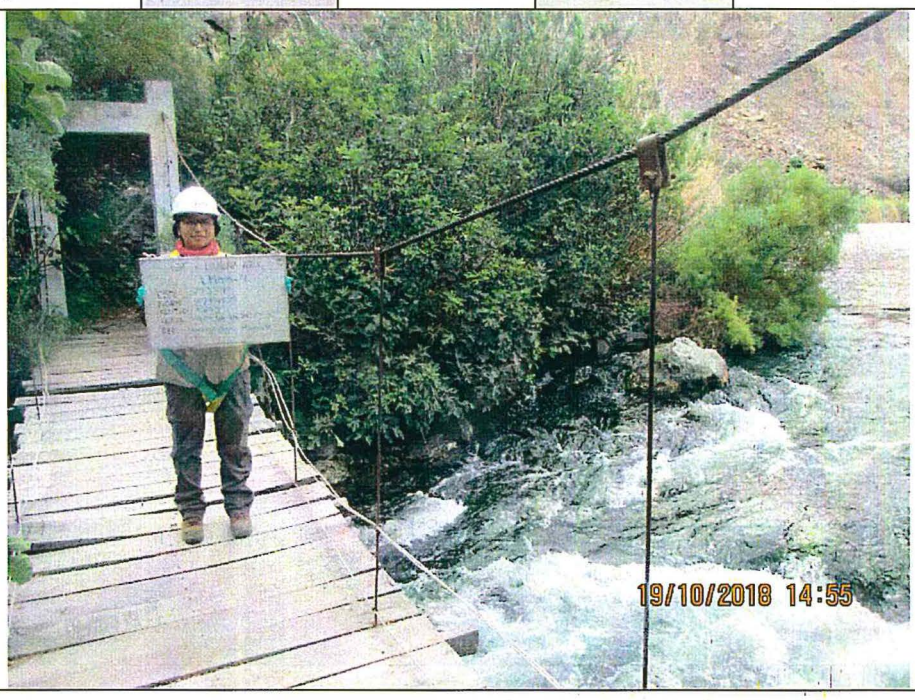
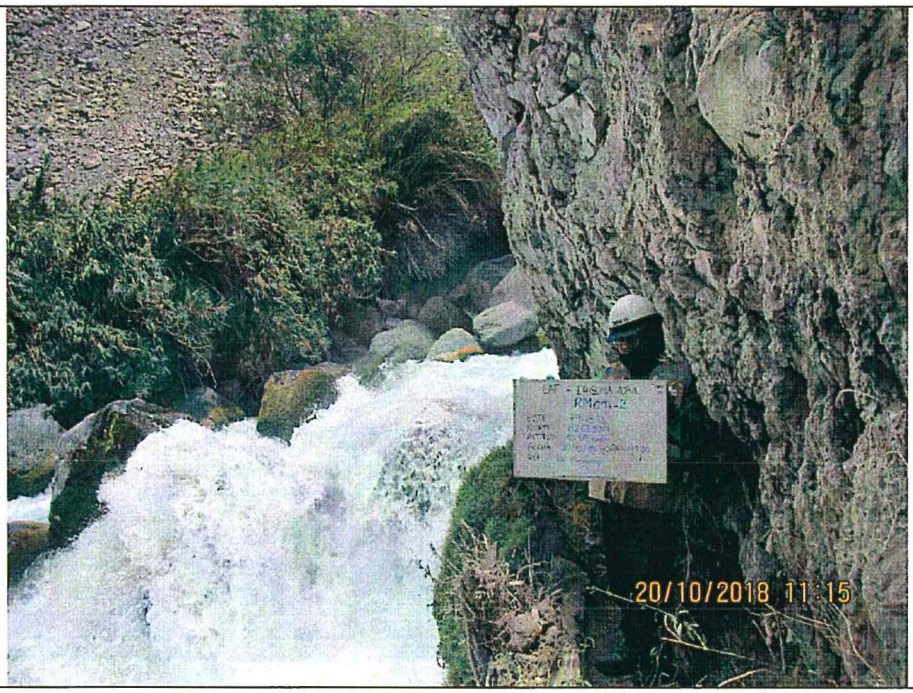
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 5 LMam-2	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este
FOTOGRAFÍA N.° 6 LMam-3	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 12:20	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 251	
Norte (m): 8 264 723	
Altitud (m s.n.m): 1 639	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 7 LMam-4	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 14:30	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 399	
Norte (m): 8 264 629	
Altitud (m s.n.m): 1 695	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 8 RMam-2	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 794 893	
Norte (m): 8 263 559	
Altitud (m s.n.m): 1 519	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha a 1,2 km de la descarga de la laguna Mamacocha

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

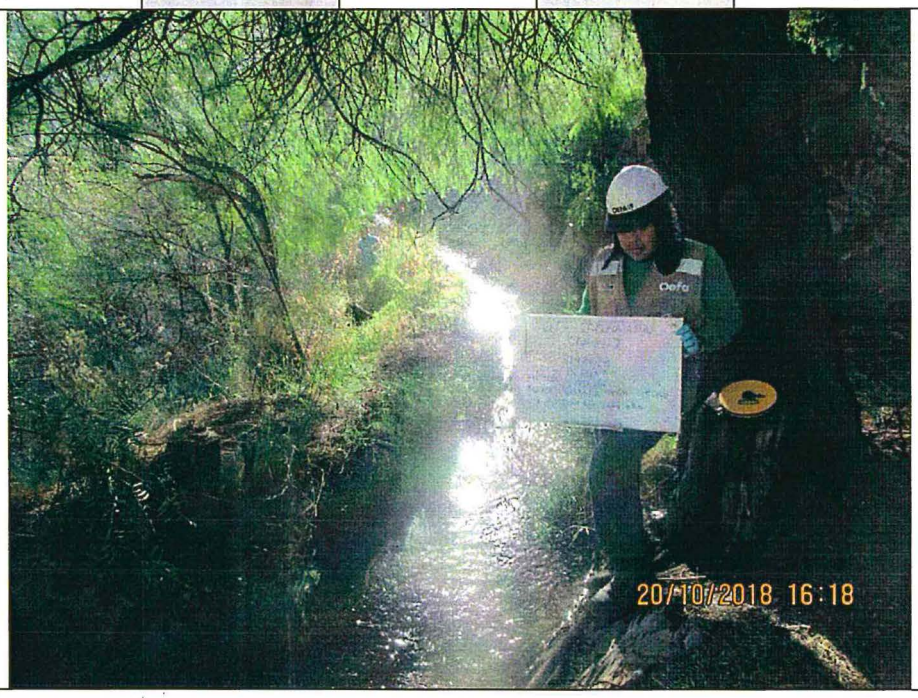
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 9 MSN-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 12:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 068	
Altitud (m s.n.m): 1 586	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el manantial sin nombre, a 650 m aguas abajo de la descarga de la laguna Mamacocha, lado este
FOTOGRAFÍA N.° 10 DMCA-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 13:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 467	
Norte (m): 8 264 570	
Altitud (m s.n.m): 1 684	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el canal de descarga de la microcentral Ayo

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

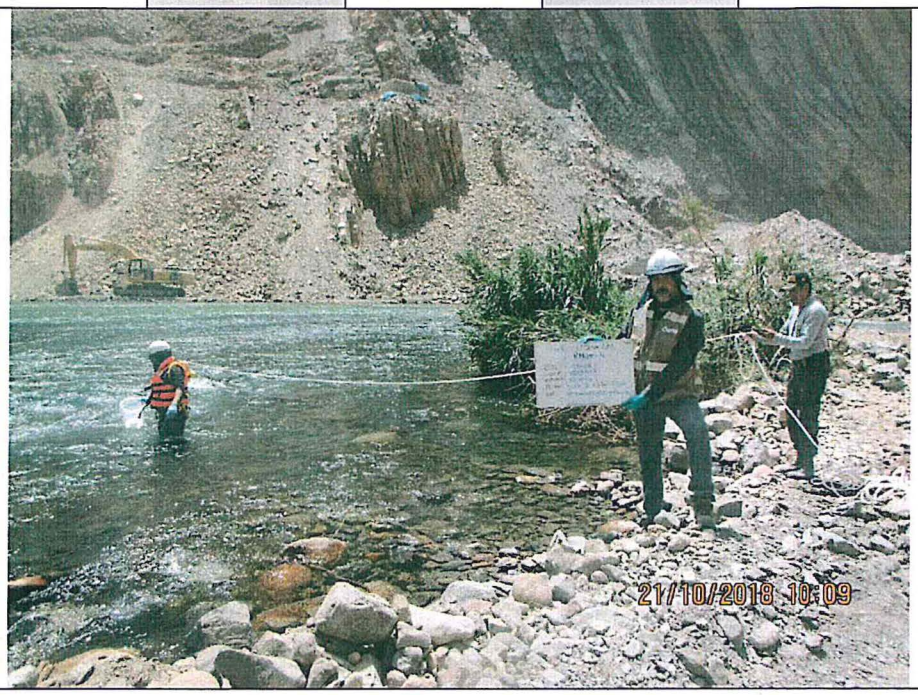
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 11 CAAyo-2	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 15:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 792 624	
Norte (m): 8 264 599	
Altitud (m s.n.m): 1 970	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte alta
FOTOGRAFÍA N.° 12 CAAyo-1	
Fecha: 20/10/2018	
Hora: 16:40	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 792 351	
Norte (m): 8 264 553	
Altitud (m s.n.m): 1 977	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el tramo final del canal de riego Ayo, parte baja

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

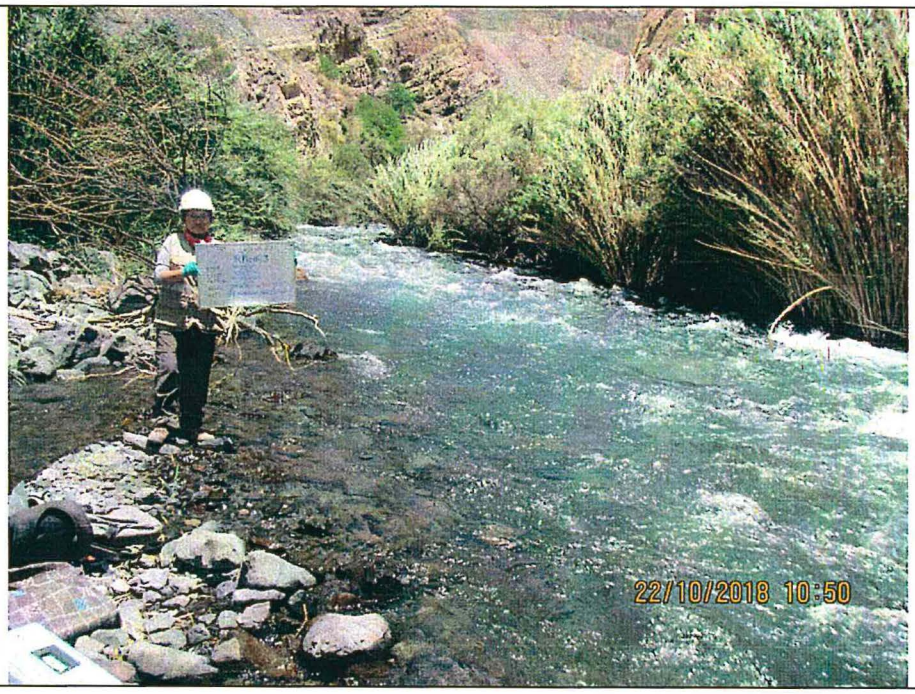
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 13 RMam-4	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 424	
Norte (m): 8 261 037	
Altitud (m s.n.m): 1 348	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca
FOTOGRAFÍA N.° 14 RCol-1	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 502	
Norte (m): 8 261 130	
Altitud (m s.n.m): 1 347	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

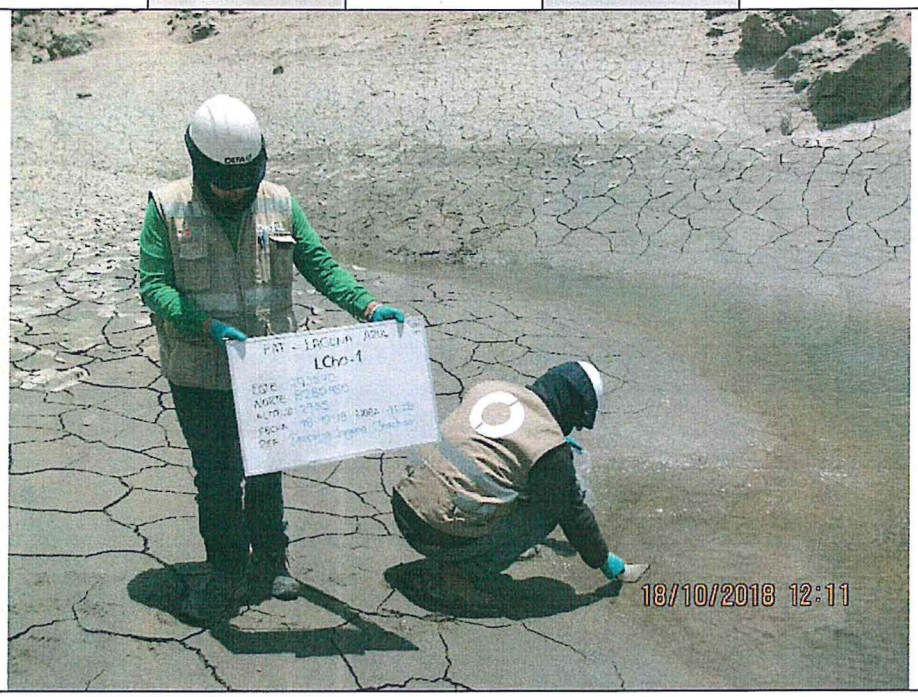
FOTOGRAFÍA N.° 15 RCol-2	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 482	
Norte (m): 8 260 962	
Altitud (m s.n.m): 1 355	
0Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha
FOTOGRAFÍA N.° 16 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE SEDIMENTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 **LCha-1**	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 **LMam-2**	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	**Provincia**	Castilla	**Departamento**	Arequipa

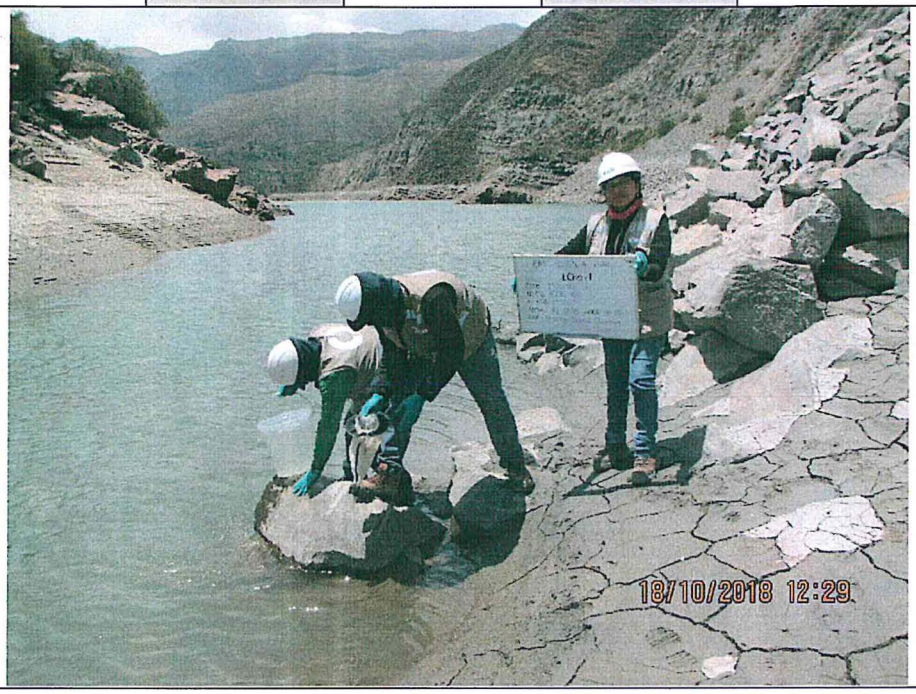
FOTOGRAFÍA N.° 3 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

Oefa	REGISTRO FOTOGRÁFICO

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 1 LCha-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 11:28	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 793 590	
Norte (m): 8 280 950	
Altitud (m s.n.m): 2 955	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Chachas, punto de descarga
FOTOGRAFÍA N.° 2 QSub-1	
Fecha: 18/10/2018	
Hora: 13:10	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 484	
Norte (m): 8 277 940	
Altitud (m s.n.m): 3 031	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la quebrada Subna, a 50 m al sur del colegio del anexo Subna

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

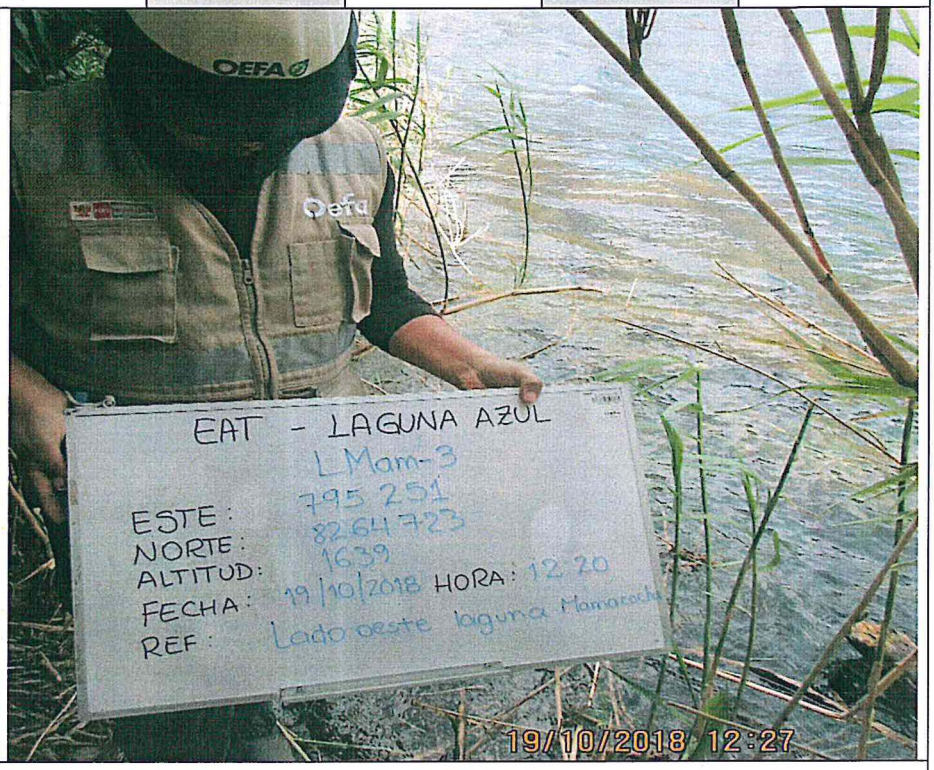
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 3 LMam-1	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 09:15	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 153	
Norte (m): 8 264 905	
Altitud (m s.n.m): 1 745	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, punto de recarga
FOTOGRAFÍA N.° 4 LMam-2	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 341	
Norte (m): 8 264 907	
Altitud (m s.n.m): 1 685	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado este

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

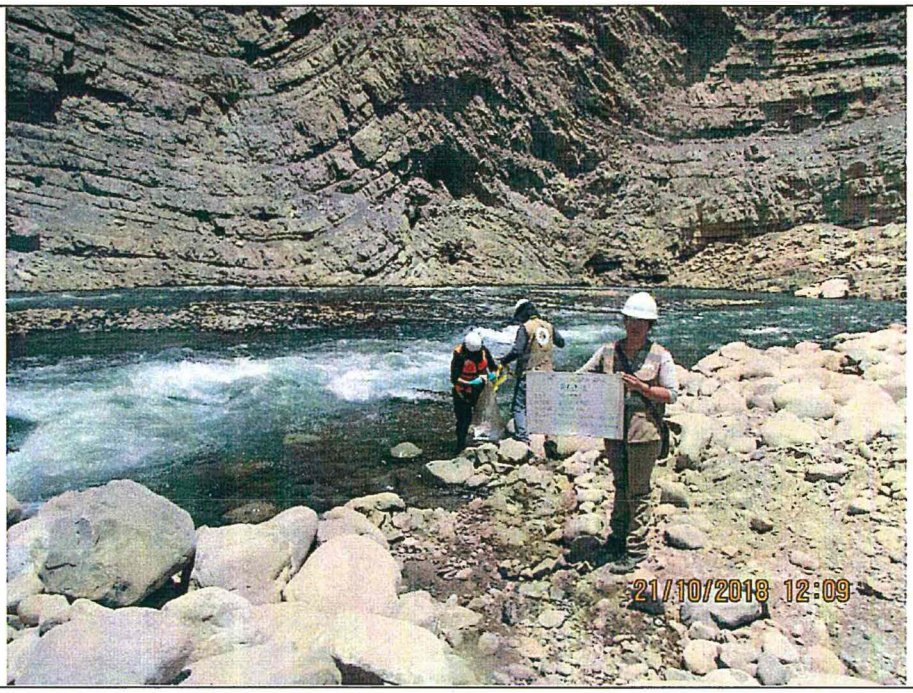
Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 5 LMam-3	
Fecha: 19/10/2018	
Hora: 12:20	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 251	
Norte (m): 8 264 723	
Altitud (m s.n.m): 1 639	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en la laguna Mamacocha, lado oeste
FOTOGRAFÍA N.° 6 RMam-4	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 424	
Norte (m): 8 261 037	
Altitud (m s.n.m): 1 348	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 200 m antes de la confluencia con el río Colca

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 7 RCol-1	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 11:00	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 502	
Norte (m): 8 261 130	
Altitud (m s.n.m): 1 347	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 100 m antes de la confluencia con el río Mamacocha
FOTOGRAFÍA N.° 8 RCol-2	
Fecha: 21/10/2018	
Hora: 10:05	
COORDENADAS UTM - WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 796 482	
Norte (m): 8 260 962	
Altitud (m s.n.m): 1 355	
0Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Colca, a 150 m después de la confluencia con el río Mamacocha

MONITOREO DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distrito	Ayo	**Provincia**	Castilla	**Departamento**	Arequipa

FOTOGRAFÍA N.° 9 RMam-3	
Fecha: 22/10/2018	
Hora: 10:30	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18 L	
Este (m): 795 320	
Norte (m): 8 261 226	
Altitud (m s.n.m): 1 392	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Ubicado en el río Mamacocha, a 1 km antes de la confluencia con el río Colca

ANEXO D

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

FICHAS DE VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE EQUIPOS

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 -10 -2018- 401
CUE: 2018 -03 -0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul. Fecha : 18/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	A5141	4,01	57,8 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,99
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6076	4,01	±0.1	3,98
HACH	A7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,39	0,36 cm^{-1}	HACH	07191	1000	± 16	1005	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	-	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazabal Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) : Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014-10-2018 -401
CUE: 2018-03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 19/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B

Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	A 5141	4,01	-57,49 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,99
HACH	A 6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6076	4,01	±0.1	3,99
HACH	A 7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B

Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,391	0,36 cm^{-1}	HACH	97191	1000	± 16	1002	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	—

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	—	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 - 10 - 2018 - 401
CUE: 2018 -03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 20/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ 40d	17 27 22567026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	AS141	4,01	-55,1 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	7,01
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	3,99
HACH	A7178	10,01			—	—	—	±0.1	—

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ 40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,401	0,36 cm^{-1}	HACH	0,719	1000	± 16	1001	—
—	—	—	—	0,44 cm^{-1}	—	—	—	—	—	—

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
—	—	—

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
—	100% ± 3%	—	—	—	—	—	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014 - 10 - 2018 - 401
CUE: 2018 - 03 - 0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul

Fecha : 24/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	172722567026

Método: SM 4500 H+ B

Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	05141	4,01	-57,39 mV	-53,1 mV	HACH	D7222	7,00	±0.1	7,041
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	4,02
HACH	A7178	10,1			-	-	-	±0.1	-

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B

Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	1413	0,39	0,36 cm^{-1}	HACH	0,7191	1000	± 16	1002	-
-	-	-	-	0,44 cm^{-1}	-	-	-	-	-	-

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
-	-	-

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
-	100% ± 3%	-	-	-	-	-	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazábal

Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) :

Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presion atmosferica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Calculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CAMPO «POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.), OXÍGENO DISUELTO (O.D.)»

1. DATOS

CUC: 014-10-2018-401
CUE: 2018-03-0013

Procedencia : Ayo - Castilla - Arequipa

Referencia : EAT - Laguna Azul. Fecha : 22/10/2018

2. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL PHMETRO

Marca	Modelo	Numero de serie - sensor
HACH	HQ40d	17272256 7026

Método: SM 4500 H+ B Pendiente óptimo: (-59 mV)

Solución de Ajuste					Solución de Verificación				
Marca	Lote	Valor pH Teórico	Pendiente del Ajuste	Rango	Marca	Lote	Valor pH Teórico	Tolerancia	Lectura pH
HACH	05141	4,01	-57,8 mV	-53,1 mV	HACH	07222	7,00	±0.1	6,98
HACH	A6082	7,00		-64,9 mV	HACH	A6072	4,01	±0.1	4,01
HACH	A7178	10,1			–	–	–	±0.1	–

3. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL CONDUCTÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
HACH	HQ40d	151332587028

Método: SM 2510 - B Constante celular: 0,40 cm^{-1} +/- 10 %

Solución de Ajuste					Solución de Verificación					
Marca	Lote	Concentración µS/cm^{-1} (Teórico)	Constante Celular (cm^{-1})	Rango	Marca	Lote	Valor Teórico µS/cm^{-1}	Tolerancia µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad µS/cm^{-1}	Lectura Conductividad mS/cm^{-1}
HANNA	1530	14,13	0,37	0,36 cm^{-1}	HACH	07191	1000	± 16	1003	–
–	–	–	–	0,44 cm^{-1}	–	–	–	–	–	–

4. AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL OXÍMETRO

Marca	Modelo	Número de serie - sensor
–	–	–

Método: NTP 2014.046:2013 / ASTM D 888 – 05

Ajuste con aire saturado en Agua		Verificación con aire saturado en Agua*					
Lectura (%)	Saturación Optima	Lectura (mg/L)	Altura (msnm)	Presión (mmHg)	Temperatura (°C)	Valor de Oxígeno Disuelto - Tabla de Saturación (mg/L)	Tolerancia Saturación Optima
–	100% ± 3%	–	–	–	–	–	± 2%

Especialistas Responsables : Janet Quincho Olazabal Líder del Equipo : Paola Enriquez Lara.

Firma(s) : Firma :

* : Los valores obtenidos se compara con el valor calculado de la tabla de solubilidad - referencia NTP 214.046
SM : Standard Methods for the Examination of Water and Waster -APHA-AWWA-WEF,22nd Edition. 2012
NTP 214.046. : Norma Técnica Peruana. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia

TABLA DE SOLUBILIDAD

Temperatura °C	Elevación de metros sobre el nivel del mar msnnm					
	0.0	1000.0	2000.0	3000.0	4000.0	5000.0
	Presión atmosférica mmHg					
	760	674	596	526	462	405
	Cálculo (mg/l)					
0.00	14.62	12.96	11.45	10.09	8.86	7.75
2.00	13.83	12.26	10.83	9.54	8.37	7.33
4.00	13.11	11.61	10.26	9.04	7.93	6.94
6.00	12.45	11.03	9.74	8.58	7.52	6.58
8.00	11.84	10.49	9.26	8.16	7.15	6.25
10.00	11.29	10.00	8.82	7.77	6.81	5.95
12.00	10.78	9.54	8.42	7.41	6.49	5.67
14.00	10.31	9.12	8.05	7.08	6.20	5.42
16.00	9.87	8.73	7.70	6.78	5.93	5.18
18.00	9.47	8.37	7.38	6.49	5.68	4.95
20.00	9.09	8.04	7.09	6.23	5.44	4.75
22.00	8.74	7.73	6.81	5.98	5.22	4.55
24.00	8.42	7.44	6.55	5.75	5.02	4.37
26.00	8.11	7.16	6.30	5.53	4.82	4.19
28.00	7.83	6.91	6.07	5.33	4.64	4.03
30.00	7.56	6.67	5.86	5.13	4.47	3.87
32.00	7.30	6.44	5.65	4.95	4.30	3.73
34.00	7.06	6.22	5.46	4.77	4.14	3.58
36.00	6.84	6.02	5.27	4.60	3.99	3.45
38.00	6.62	5.82	5.09	4.44	3.84	3.31
40.00	6.41	5.63	4.92	4.28	3.70	3.18

Para valores de temperatura o altura no encontrados en esta tabla, ingresar al sgte. Link https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/

ANEXO E

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS AMBIENTALES

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-1612018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	**. N° de serie del instrumento**	: 150500000789
. Marca	: HACH	**. N° de serie de sensor**	: 171793028010
. Modelo	: HQ40d	**. Intervalo de Indicación**	: 0,0 °C a 80,0 °C
. Identificación	: 60226471-0033	**. Resolución**	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-26

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,4	58,5
Final	24,0	61,2

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9,95	10,0	-0,05	0,11
24,92	25,0	-0,08	0,09
39,89	40,0	-0,11	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 7 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de ORP en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 1652018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de ORP*	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000789
.Marca	: HACH	**.N° de serie de sonda**	: 171793028010
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: -1200,0 mV a 1200,0 mV
.Identificación	: 60226471-0033	**.Resolución**	: 0,1 mV

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-27

6 **Método de calibración**

La calibración fue realizada por comparación y ajuste con patrón trazable de acuerdo a lo establecido en el manual de fabricante.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)
inicial	24,2	66,6
final	24,7	62,8

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
ORP Standard	GGP-S-12.2	VZ1	2019-01-31
ORP Standard	GGP-S-12.4	1074	2022-02-28

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mV)	Lectura del Instrumento (mV)	Error (mV)	Incertidumbre (mV)
220,0	219,0	-1,0	0,09
468,0	467,9	-0,1	0,09

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión de la solución declarado en el certificado del fabricante es: para 220 mV ± 1 mV y para 468 mV ± 2 mV.
* La calibración del medidor de ORP se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 0522018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa 3ra Etapa - Chorrillos

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de oxígeno *	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000789
.Marca	: HACH	**.N°de serie de la sonda**	: 151282597014
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: 0,00 mg/L a 20,00 mg/L
.Identificación	: 60226471-0033	**.Resolución**	: 0,01 mg/L

4 **Lugar de calibración** : Instalación del OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-02

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
inicial	25,1	60,3	1003
final	25,0	62,2	1003

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.8	12697	2019-04-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2017	2019-07-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,01	0,01	0,01
8,40	8,23	-0,17	0,01

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± 0,1 mg/L para 0 mg/L a 8 mg/L ; ± 0,2 mg/L para más de 8 mg/L.
(*) Medidor perteneciente al multiparámetro

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-03-06

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

Certificado de Calibración

LA-128-2018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Medidor de Conductividad*	. N° de serie del instrumento	: 150500000789
. Marca	: HACH	. N° de serie de sonda	: 151142587016
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
. Identificación	: 60226471-0033	. Resolución	: 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-22

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad especifica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,9	53,6
Final	25,3	55,5

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.27	CC16134	2018-06-07
MRC 1410 uS/cm	GGP-S-05.25	CC16108	2018-05-31
MRC 9975 uS/cm	GGP-S-07.23	CC16446	2018-09-14

9 **Resultados de medición**

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,0 uS/cm	98,6 uS/cm	0,4 uS/cm	2,2 uS/cm
1413 uS/cm	1410 uS/cm	3 uS/cm	7 uS/cm
9,92 mS/cm	9,98 mS/cm	-0,06 mS/cm	0,05 mS/cm

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.

b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,5 % de la lectura)

* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-03-26

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC -019

Peru Group

Certificado de Calibración

LA-647-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	:	Medidor de pH*	. N° de serie del Instrumento	:	150500000789
. Marca	:	HACH	. N° de serie sonda	:	172762568064
. Modelo	:	HQ40d	. Intervalo de indicación	:	2,00 pH a 14,00 pH
. Identificación	:	No indica	. Resolución	:	0,01 pH

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE SAC.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%hr)
Inicial	25,1	58,1
Final	25,4	54,6

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.17	CC499467	2019-04-28
MRC pH 7	GGP-S-02.18	CC506435	2019-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.17	CC496050	2019-03-31

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,00	4,003	-0,003	0,016
7,00	7,001	-0,001	0,013
10,01	10,012	-0,002	0,013

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1,000
c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002 ,"Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures",es: ± pH 0,03

* *La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.*

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

LA-646-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	. N° de serie del instrumento	: 150500000789
. Marca	: HACH	. N° de serie de sensor	: 172762568064
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,0 °C a 50,0 °C
. Identificación	: No indica	. Resolución	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,2	56,1
Final	25,4	53,5

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	*Indicación del Termómetro* (°C)	*Corrección* (°C)	*Incertidumbre* (°C)
10,01	10,0	0,01	0,11
24,96	25,0	-0,04	0,09
34,94	35,0	-0,06	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 5 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó del medidor de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL ,SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

Perú Group

Certificado de Calibración

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

LA-649-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	:	Medidor de pH*	. N° de serie del Instrumento	:	150500000935
. Marca	:	HACH	. N° de serie sonda	:	172722567026
. Modelo	:	HQ40d	. Intervalo de Indicación	:	2,00 pH a 14,00 pH
. Identificación	:	No indica	. Resolución	:	0,01 pH

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE SAC.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%hr)
Inicial	25,1	58,1
Final	25,5	54,0

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.17	CC499467	2019-04-28
MRC pH 7	GGP-S-02.18	CC506435	2019-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.17	CC496050	2019-03-31

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,01	4,006	0,004	0,013
7,00	6,998	0,002	0,016
10,01	10,012	-0,002	0,013

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1,000
c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002 ,"Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures",es: ± pH 0,03

* *La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.*

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

Certificado de Calibración

LA-648-2017

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Termómetro digital*	. N° de serie del instrumento	: 150500000935
. Marca	: HACH	. N° de serie de sensor	: 172722567026
. Modelo	: HQ40d	. Intervalo de Indicación	: 0,0 °C a 50,0 °C
. Identificación	: No indica	. Resolución	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2017-12-05

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,2	56,1
Final	25,4	53,2

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
10,01	10,0	0,01	0,11
24,91	25,0	-0,09	0,09
34,89	35,0	-0,11	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6 cm

b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.

c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C

* La calibración del termómetro digital se realizó del medidor de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- *La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de* la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2017-12-05

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 0442018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa 3ra Etapa - Chorrillos

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de oxígeno *	**.N°de serie del Instrumento**	:	150500000935
.Marca	: HACH	**.N°de serie de la sonda**	:	152892599016
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	:	0,00 mg/L a 20,00 mg/L
.Identificación	: 60226471-0025	**.Resolución**	:	0,01 mg/L

4 **Lugar de calibración** : Instalación del OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-02

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
inicial	25,1	60,7	1002
final	25,0	56,9	1003

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.8	12697	2019-04-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2017	2019-07-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,05	0,05	0,01
8,40	8,24	-0,16	0,02

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± 0,1 mg/L para 0 mg/L a 8 mg/L ; ± 0,2 mg/L para más de 8 mg/L.
(*) Medidor perteneciente al multiparámetro

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxigeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-03-06

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-103-2018

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

Registro N°LC -019

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Av. Faustino Sánchez Carrión Nro. 603 Lima - Lima - Jesús María

3 **Datos del Instrumento**

. Instrumento de medición	: Medidor de Conductividad*	**. N° de serie del instrumento**	: 150500000935
. Marca	: HACH	**. N° de serie de sonda**	: 151332587028
. Modelo	: HQ40d	**. Intervalo de Indicación**	: 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
. Identificación	: 60226471-0025	**. Resolución**	: 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2018-03-16

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad especifica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,3	55,9
Final	25,5	57,5

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.28	CC16134	2018-06-07
MRC 1410 uS/cm	GGP-S-05.26	CC16108	2018-05-31
MRC 9975 uS/cm	GGP-S-07.22	CC16446	2018-09-14

9 **Resultados de medición**

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,0 uS/cm	98,6 uS/cm	0,4 uS/cm	2,2 uS/cm
1411 uS/cm	1410 uS/cm	1 uS/cm	7 uS/cm
9,99 mS/cm	9,98 mS/cm	0,01 mS/cm	0,05 mS/cm

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,5 % de la lectura)
* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-03-19

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA - 1662018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento :**

.Instrumento de Medición	: Medidor de ORP*	**.N°de serie del Instrumento**	: 150500000935
.Marca	: HACH	**.N° de serie de sonda**	: 171983028002
.Modelo	: HQ40d	**.Alcance**	: -1200,0 mV a 1200,0 mV
.Identificación	: 60226471-0025	**.Resolución**	: 0,1 mV

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-27

6 **Método de calibración**

La calibración fue realizada por comparación y ajuste con patrón trazable de acuerdo a lo establecido en el manual de fabricante.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)
inicial	24,4	67,4
final	24,8	64,8

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
ORP Standard	GGP-S-12.2	VZ1	2019-01-30
ORP Standard	GGP-S-12.4	1074	2022-02-28

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mV)	Lectura del Instrumento (mV)	Error (mV)	Incertidumbre (mV)
220,0	220,2	0,2	0,09
468,0	468,1	0,1	0,13

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) La precisión de la solución declarado en el certificado del fabricante es: para 220 mV ± 1 mV y para 468 mV ± 2 mV.
* La calibración del medidor de ORP se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Perú Green Group

Certificado de Calibración

LA-1622018

1 **Cliente** : ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA

2 **Dirección** : Calle Puerto Salaverry MZ. E LT. 21 Urb. Los Cedros de Villa tercera Etapa Chorrillos - Lima

3 **Datos del Instrumento**

. **Instrumento de medición**	: Termómetro digital*	. **N° de serie del instrumento**	: 150500000935
. **Marca**	: HACH	. **N° de serie de sensor**	: 171983028002
. **Modelo**	: HQ40d	. **Intervalo de Indicación**	: 0,0 °C a 80,0 °C
. **Identificación**	: 60226471-0025	. **Resolución**	: 0,1 °C

4 **Lugar de calibración** : Instalación de la OEFA - Chorrillos

5 **Fecha de calibración** : 2018-06-26

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23,5	66,6
Final	23,9	64,4

8 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2017 INACAL/DM	2019-08-22
	GGP-26	LT-417-2017 INACAL/DM	2019-08-09

9 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
9,94	10,0	-0,06	0,11
24,90	25,0	-0,10	0,09
39,86	40,0	-0,14	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 **Observaciones**

a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 8 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de ORP en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2018-07-02

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Av. Aviación 4200-4210 - Surquillo Central: 580-6134 / 273-3550 www.greengroup.com.pe

ANEXO F

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

CÁLCULO DE CAUDAL

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

CALCULO DEL CAUDAL

MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distritos	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

AFORO CON CORRENTÓMETRO (HIDROESTA 2)

N°	1	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	LMam-4	FECHA	19/10/2018	HORA	12:20

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m
Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

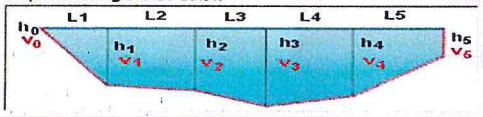
Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	1.0	0.44	1.0
2	1.0	0.54	2.5
3	1.0	0.54	2.8
4	1.0	0.48	2.5
5	1.0	0.61	2.0
6	1.0	0.54	0.8
7	1.0	0.51	1.9
8	0.5	0.48	0.75
[->]			

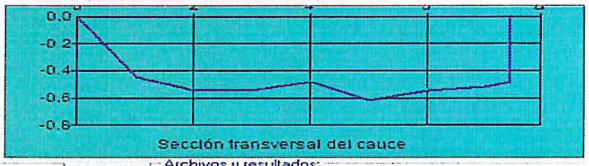
¿Calcular velocidad?
Si
No
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.22	0.5	0.11
2	0.49	1.75	0.8575
3	0.54	2.65	1.431
4	0.51	2.65	1.3515
5	0.545	2.25	1.2263
6	0.575	1.4	0.805
7	0.525	1.35	0.7088

Caudal total (Q): 6.8179 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal | Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

N°	2	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	DMCA-1	FECHA	20/10/2018	HORA	13:00

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m
Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

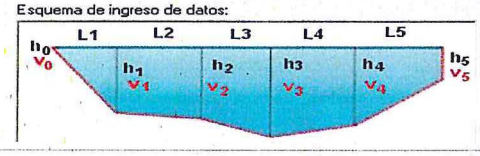
Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	0.0	0.64	0.5
2	0.2	0.64	0.5
3	0.3	0.64	0.5
4	0.2	0.64	0.5
5	0.28	0.64	0.5
[?]			

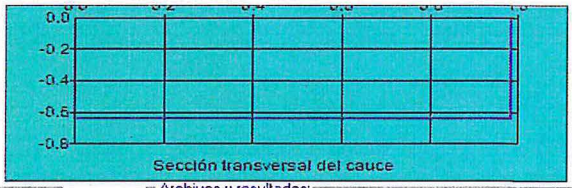
¿Calcular velocidad?
Si
No
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.0	0.25	0.0
2	0.128	0.5	0.064
3	0.192	0.5	0.096
4	0.128	0.5	0.064
5	0.1792	0.5	0.0896

Caudal total (Q): 0.3136 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal | Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL – OCTUBRE 2018

CUE: 2018-03-0013 **CUC: 014-10-2018-401**

Distritos	Ayo	Provincia	Castilla	Departamento	Arequipa

AFORO CON CORRENTÓMETRO (HIDROESTA 2)

N°	3	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	CAAyo-2	FECHA	20/10/2018	HORA	15:00

Aforo con correntómetro o molinete

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Profundidad en el margen (ho): 0 m

Velocidad en el margen (vo): 0 m/s

Tramo	L (m)	h (m)	Vm (m/s)
1	0.1	0.145	0.1
2	0.35	0.2	0.5
3	0.4	0.16	0.4
4	0.07	0.15	0.1
[->]			

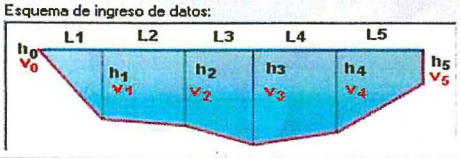
¿Calcular velocidad?
- Si
- No

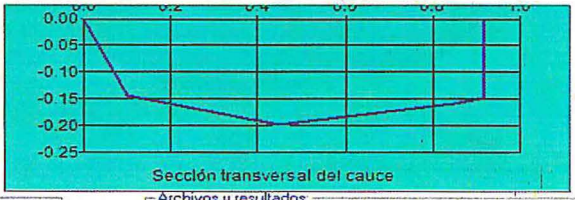
v = a n + b
donde: n = NR/ t

Tramo	Area (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)
1	0.0073	0.05	0.0004
2	0.0604	0.3	0.0181
3	0.072	0.45	0.0324
4	0.0109	0.25	0.0027

Caudal total (Q): 0.0536 m3/s

Esquema de ingreso de datos:





Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal

Archivos y resultados: Crear | Accesar | Excel | Reporte

ANEXO G

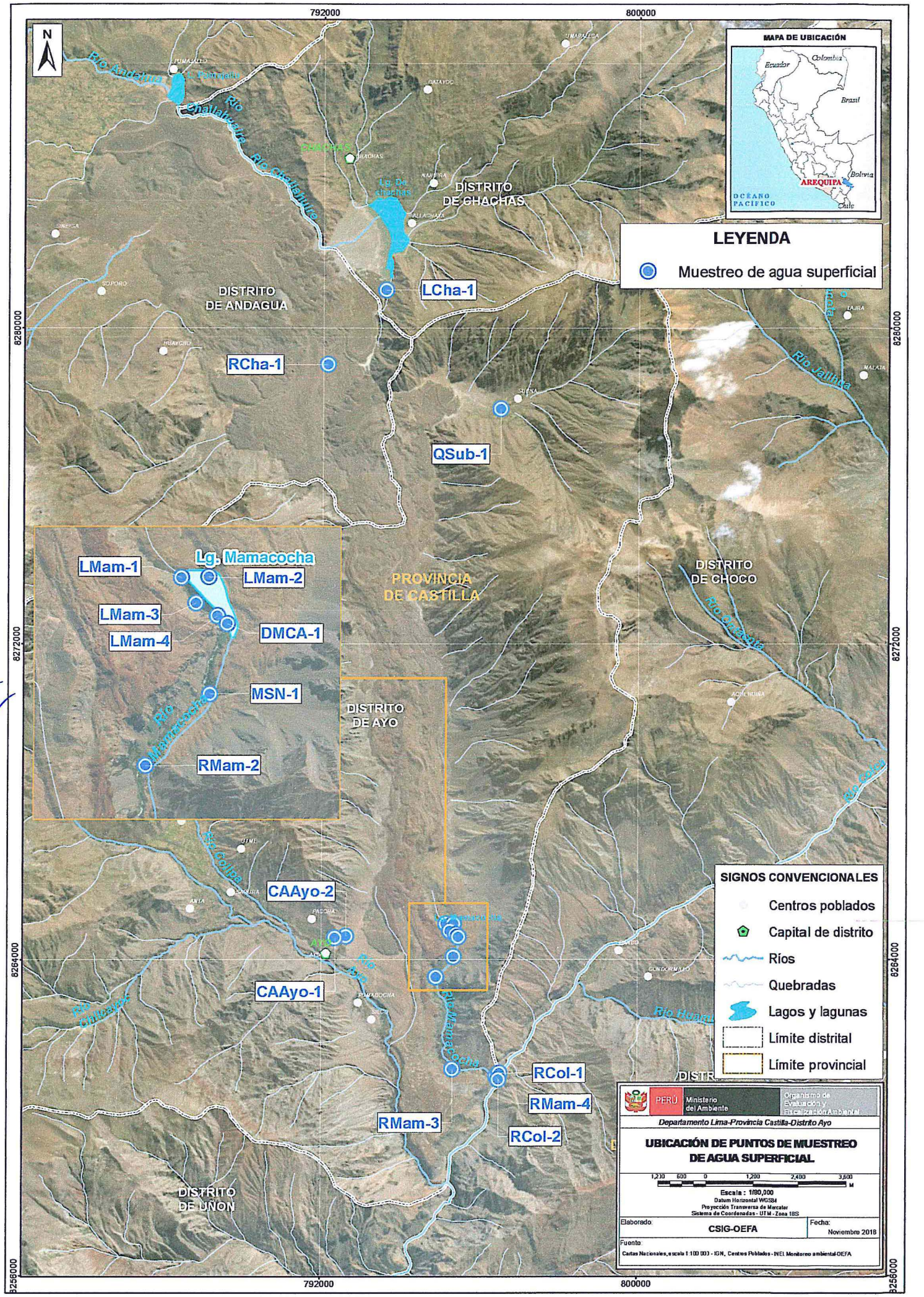
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

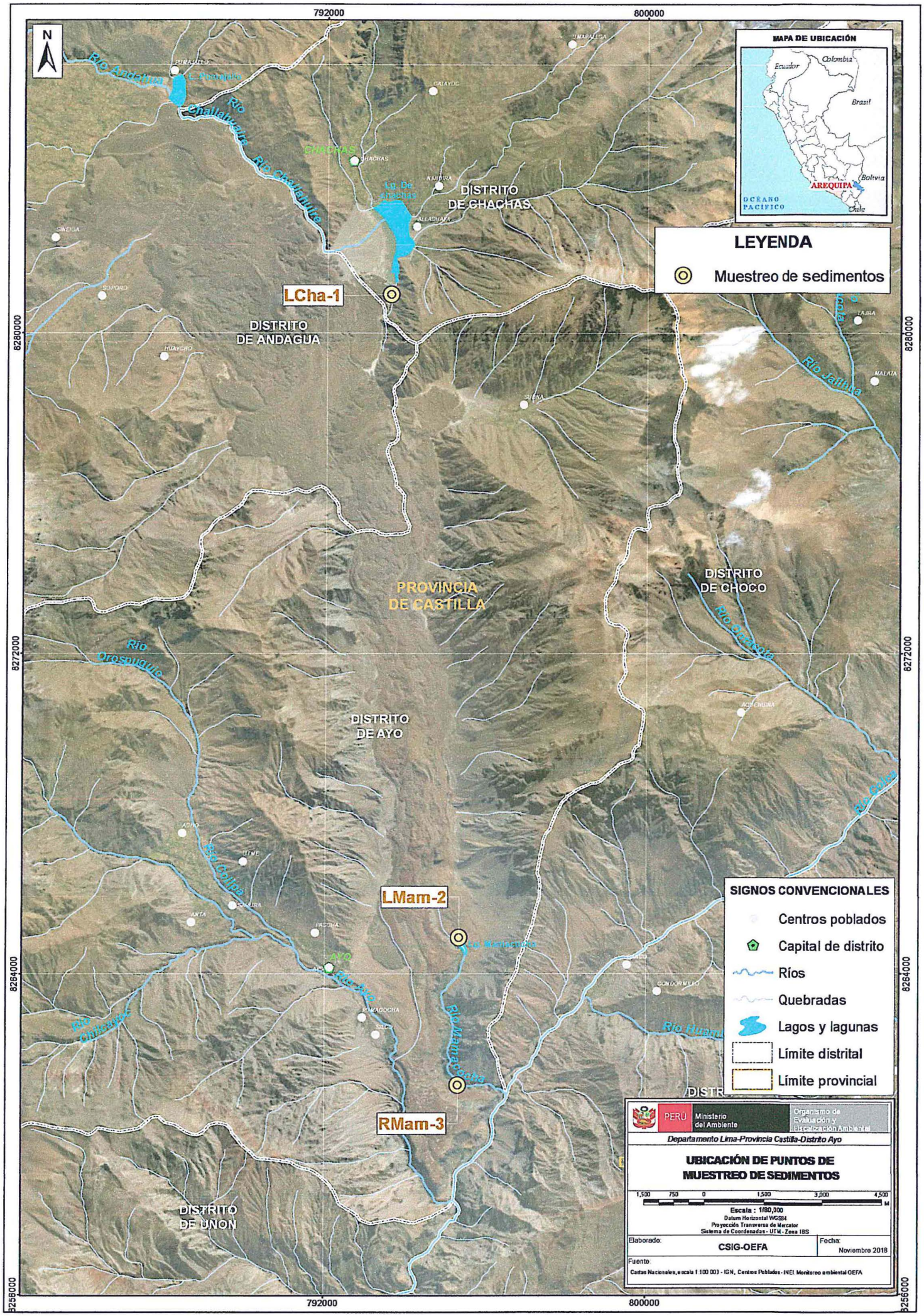
MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

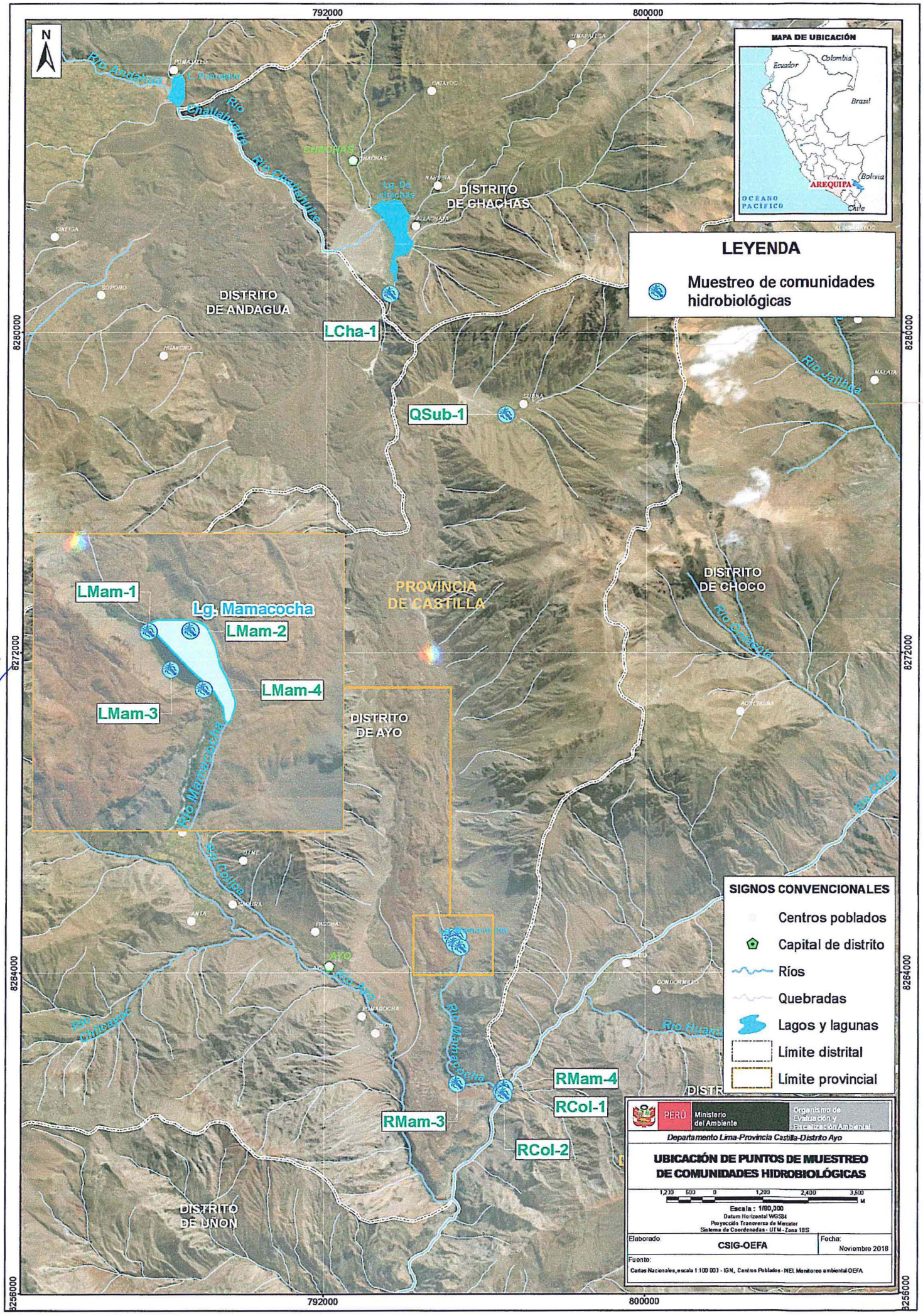
Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Ecuador
Colombia
Brasil
Bolivia
AREQUIPA
Chile
OCÉANO PACÍFICO
LEYENDA
Muestreo de agua superficial
LCha-1
RCha-1
QSub-1
LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
DMCA-1
MSN-1
RMam-2
CAAyo-2
CAAyo-1
RCol-1
RMam-4
RMam-3
RCol-2
Lg. Mamacocha
Lg. De Chachas
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andamarca
Río Challahualla
Río Chalhuahuito
Río Jallihua
Río Ocoña
Río Colca
Río Mamacocha
Río Ayo
Río Huaruy
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL
1,200 600 0 1,200 2,400 3,600 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI Monitoreo ambiental-OEFA


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Colombia
Ecuador
Brasil
Bolivia
AREQUIPA
OCÉANO PACÍFICO
Chile
LEYENDA
Muestreo de sedimentos
LCha-1
LMam-2
RMam-3
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andagua
Río Challahuallo
Río Orcopuquio
Río Colca
Río Jallpa
Río Ayo
Río Huanu
CHACHAS
AYO
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SEDIMENTOS
1,500 750 0 1,500 3,000 4,500 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI, Monitoreo ambiental-OEFA


792000
800000
8280000
8272000
8264000
8256000
N
MAPA DE UBICACIÓN
Colombia
Ecuador
Brasil
Bolivia
Chile
AREQUIPA
OCEANO PACIFICO
LEYENDA
Muestreo de comunidades hidrobiológicas
LCha-1
QSub-1
LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
Lg. Mamacocha
RMam-3
RMam-4
RCol-1
RCol-2
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON
PROVINCIA DE CASTILLA
Río Andahua
Río Chalhuanca
Río Jallape
Río Ocoña
Río Colca
Río Mamacocha
Río Ayo
Río Huanca
Río Chilcayoc
SIGNOS CONVENCIONALES
Centros poblados
Capital de distrito
Ríos
Quebradas
Lagos y lagunas
Límite distrital
Límite provincial
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Departamento Lima-Provincia Castilla-Distrito Ayo
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS
1,200 600 0 1,200 2,400 3,600 M
Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S
Elaborado: CSIG-OEFA
Fecha: Noviembre 2018
Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI Monitoreo ambiental-OEFA

ANEXO 4

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ERROR DE BALANCE IÓNICO

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla 4.1.1. Balance iónico de los puntos de muestreo evaluados en octubre de 2018

N.°	Código de Muestreo	Concentraciones (mg/L)																Concentraciones (meq/L)																EBI
		(Al^{3+})	(Fe^{2+})	(Mn^{2+})	(Ba^{2+})	(Sr^{2+})	(Li^{+})	(Ca^{2+})	(Mg^{2+})	(K^{+})	(Na^{+})	∑Cationes	(HCO_3^{-})	(Cl^{-})	(SO_4^{2-})	(CO_3^{2-})	∑Aniones	(Al^{3+})	(Fe^{2+})	(Mn^{2+})	(Ba^{2+})	(Sr^{2+})	Li^{+}	(Ca^{2+})	(Mg^{2+})	(K^{+})	(Na^{+})	∑Cationes	(HCO_3^{-})	(Cl^{-})	(SO_4^{2-})	(CO_3^{2-})	∑Aniones	
1	QSub-1	0,0560	0,0277	0,2075	0,0157	0,1125	0,0154	28,8200	10,3200	4,0600	15,3600	58,9948	9,0000	2,1750	136,6000	0,6000	148,3750	0,0062	0,0010	0,0076	0,0002	0,0026	0,0022	1,4381	0,8492	0,1038	0,6681	3,0791	0,1475	0,0613	2,8441	0,0300	3,0830	-0,06%
2	RMam-2	0,0020	0,0004	0,0007	0,0119	0,1866	0,0356	30,6900	6,4080	3,0100	17,5700	57,9152	88,5000	14,6700	59,8500	0,6000	163,6200	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0043	0,0051	1,5314	0,5273	0,0770	0,7643	2,9098	1,4504	0,4138	1,2461	0,0300	3,1403	-3,81%
3	MSN-1	0,0070	0,0209	0,0008	0,0122	0,1618	0,0279	30,9600	5,8270	2,6100	16,0000	55,6276	82,7000	12,9400	61,2700	0,6000	157,5100	0,0008	0,0007	0,0000	0,0002	0,0037	0,0040	1,5449	0,4795	0,0668	0,6960	2,7966	1,3554	0,3650	1,2757	0,0300	3,0260	-3,94%
4	DMCA-1	0,0020	0,0079	0,0005	0,0112	0,1658	0,0337	28,6400	6,1520	2,8300	17,2200	55,0631	82,7000	13,3500	54,0200	0,6000	150,6700	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0038	0,0049	1,4291	0,5062	0,0724	0,7490	2,7661	1,3554	0,3766	1,1247	0,0300	2,8867	-2,13%
5	CAAyo-2	0,0550	0,0254	0,0042	0,0187	1,6570	0,0054	122,8000	24,2400	2,6100	7,2490	158,6647	116,4000	2,0580	326,0000	0,6000	445,0580	0,0061	0,0009	0,0002	0,0003	0,0378	0,0008	6,1277	1,9947	0,0668	0,3153	8,5505	1,9077	0,0580	6,7876	0,0300	8,7833	-1,34%
6	RMam-4	0,0090	0,0112	0,0015	0,0124	0,1908	0,0340	32,7700	6,7860	2,9500	18,7000	61,4649	96,0000	15,6300	64,8000	0,6000	177,0300	0,0010	0,0004	0,0001	0,0002	0,0044	0,0049	1,6352	0,5584	0,0755	0,8134	3,0934	1,5733	0,4409	1,3492	0,0300	3,3934	-4,62%
7	RCol-1	0,0540	0,0389	0,0078	0,0242	0,6435	0,2957	59,1900	12,3900	9,2400	92,3300	174,2141	140,2000	115,9000	144,5000	0,6000	401,2000	0,0060	0,0014	0,0003	0,0004	0,0147	0,0426	2,9536	1,0195	0,2363	4,0161	8,2909	2,2977	3,2691	3,0086	0,0300	8,6054	-1,86%
8	RCol-2	0,0110	0,0160	0,0021	0,0134	0,2301	0,0630	34,8000	7,3700	3,6100	26,8700	72,9856	100,5000	26,2800	72,5400	0,6000	199,9200	0,0012	0,0006	0,0001	0,0002	0,0053	0,0091	1,7365	0,6065	0,0923	1,1688	3,6205	1,6471	0,7413	1,5103	0,0300	3,9287	-4,08%
9	RMam-3	0,0020	0,0004	0,0008	0,0134	0,1920	0,0356	33,6300	6,9640	2,9400	19,2600	63,0382	96,0000	15,8000	63,2900	0,6000	175,6900	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0044	0,0051	1,6781	0,5731	0,0752	0,8378	3,1741	1,5733	0,4457	1,3178	0,0300	3,3667	-2,94%
10	LCha-1	0,0180	0,0540	0,1748	0,0199	0,1295	0,0101	22,7000	4,0220	3,1000	10,0400	40,2683	44,7000	3,7980	51,0200	0,6000	100,1180	0,0020	0,0019	0,0064	0,0003	0,0030	0,0015	1,1327	0,3310	0,0793	0,4367	1,9947	0,7326	0,1071	1,0623	0,0300	1,9320	1,60%
11	LMam-1	0,0020	0,0004	0,0003	0,0123	0,1684	0,0346	28,5500	6,2600	2,9600	17,0300	55,0180	82,9000	13,9100	53,4200	0,6000	150,8300	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0038	0,0050	1,4247	0,5151	0,0757	0,7408	2,7655	1,3586	0,3924	1,1122	0,0300	2,8932	-2,26%
12	LMam-2	0,0020	0,0004	0,0011	0,0118	0,1642	0,0328	27,6400	5,9540	2,8500	16,6400	53,2963	82,9000	13,6000	54,4900	0,6000	151,5900	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0037	0,0047	1,3792	0,4899	0,0729	0,7238	2,6748	1,3586	0,3836	1,1345	0,0300	2,9068	-4,16%
13	LMam-3	0,0020	0,0083	0,0008	0,0109	0,1591	0,0324	27,1200	5,9260	2,7600	16,3900	52,4095	82,4000	13,6400	54,5300	0,6000	151,1700	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0036	0,0047	1,3533	0,4876	0,0706	0,7129	2,6335	1,3504	0,3847	1,1354	0,0300	2,9005	-4,83%
14	LMam-4	0,0020	0,0133	0,0015	0,0114	0,1624	0,0344	28,2200	6,0920	2,8700	16,6700	54,0770	82,9000	13,2400	52,7500	0,6000	149,4900	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0037	0,0050	1,4082	0,5013	0,0734	0,7251	2,7176	1,3586	0,3735	1,0983	0,0300	2,8604	-2,56%

Al^{3+}: ión aluminio, Fe^{2+}: ión hierro, Mn2+: ión manganeso, Ba2+: ión bario, Sr2+: ión estroncio, Li+: ión litio, Ca2+: ión calcio, Mg2+: ión magnesio, K+: ión potasio, Na+: ión sodio, HCO3-: ión bicabonato, Cl-: ión cloruro, SO42-: ión sulfato y CO3-: ión carbonato.
∑Cat.: Suma de cationes, ∑An.: Suma de aniones, EBI: Error de balance iónico, CE: Conductividad eléctrica.
*Las concentraciones en mg/L de los iones cuyos valores fueron menores al límite de cuantificación se calculó asumiendo el mismo valor del límite.
EBI: Error de balance iónico
: Diferencia negativa entre el valor calculado y el valor absoluto del EBI, EBI<+-20%

ANEXO 5

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

ACTA DE EJECUCIÓN - 2018

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ACTA

Ejecución de la evaluación ambiental temprana en el distrito de Ayo, Provincia Caylloma departamento de Arequipa.

Acompañamiento en el monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología

Fecha: 18/10/18

Sr. José Vera Aguilar

Fecha: 20/10/18

Sr. Abigael Mejía Vega

Fecha: 21/10/18

Sr. Clemente Arroyo Cahuana DNI. 29325738
Sr. Hitler Molina Vega DNI. 29360439
Sr. Abigael Mejía Vega (ALCALDÍA)
Sr. Luis Tintaya (POLICÍA)

Fecha: 22/10/18

Sr. Jainor Condor Riveros (Empresa Laguna Azul)
Sr. Luis Tintaya
Sr. Abigael Mejía Vega.

- Se informó de los puntos de monitoreo y los componentes ambientales evaluados, asimismo se informó que la evaluación continuará durante el año 2019.

Paola Chávez
45417569
Especialista
Monitoreos Ambientales
OEFA

Myla
09888745
ABIGAEL MEJIA VEGA
ALCALDE

776000 784000 792000 800000

8280000 8272000 8264000

N

Qda. Misahuana
Qda. Anchacota
Río Jollpayaca
Río Soporo
Qda. Atoctocila
Qda. Ojroja
Qda. Quimsaturia
Río Orospuquio
Río Quiñual
Qda. Cochana
Qda. Chullluyoc
Río Pirautho
Qda. Onquecha
Río Colliba
Qda. Huitucano
Qda. Jencho
Río Ayo
Río Mamacocha
Qda. Pichillhuay
Qda. Sucna
Río Jallhua
Río Ontaccota
Río Huambo
Qda. Ajinayoco
Qda. Pucahuayco

Lg. De chachas

DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE MACHAGUAY
DISTRITO DE UÑON
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE HUAMBO

PROVINCIA DE CASTILLA
PROVINCIA DE CAYLLOMA

CERRO YANAHUARA

Lg. Mamacocha
ÁREA DEL PROYECTO
AYO

SOPORO
ALLACHAYA
ANDAGUA
YANAHUARA
PUMACOLLA
CONDORMILLO
PUNQUE
UCALQUIMA
HUAMBO
CASTILLA

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Capital de distrito
- Centro poblado
- Aeropuerto
- Puerto
- Río principal
- Quebrada
- Laguna
- Área urbana
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Distrital
- Red vial nacional
- Red vial departamental

LEYENDA

- Laguna mamacocha
- Área de influencia indirecta

UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN PROVINCIAL



PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

MAPA DE UBICACIÓN

1,500 750 0 1,500 3,000 4,500 M

Escala : 1/100,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **SIG-OEFA**

Fecha: Junio 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

784000 792000 800000

8280000 8272000 8264000

N

Allacha / Allachaya
Soporo
Huaycho
Hurycha
Sejuela
Totora
Sucha
Arhuay
Malata
Orospuquio
Tunupacha Chico
Acho
Utme
Anta
Paccha
Silco
Ayo
Pumacocha
Udcune
Canco
Condormillo
Cochahuasa
Yanacoto
Apuria
Catara
Santa María
Anan Salla
Llisquen

DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE UÑON
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE HUAMBO

RIO JOLLIPAYACA
RIO PUNCOCUCHO
RIO SOPORO
Q. Atoctocila
Q. Ojroja
Q. Quimsaturia
RIO OROSPUQUIO
Q. Cochana
RIO COLLPA
Q. Huitucano
RIO CHILCAYOC
Q. Jencho
RIO AYO
RIO MAMACOCHA
Q. Sucha
RIO ACHACOTA
RIO JALLHUA
RIO CUSCA
RIO ONTACOTA
RIO COLCA

LCha-1
RCha-1
QSub-1
CAAyo-1
CAAyo-2
MSN-1
RMam-2
RMam-3
RMam-4
RCol-1
RCol-2

LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
DMCA-1

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LMam-1	795153	8264905	1745
LMam-2	795341	8264907	1685
LMam-3	795251	8264723	1639
LMam-4	795399	8264629	1695
LCha-1	793543	8280748	2948
DMCA-1	795467	8264570	1684
CAAyo-2	792624	8264599	1970
CAAyo-1	792351	8264553	1977
MSN-1	795361	8264064	1588
QSub-1	796484	8277940	3034
RMam-4	796424	8261037	1348
RCol-2	796482	8260962	1355
RCha-1	793149	8279156	2920
RMam-2	794893	8263559	1519
RMam-3	795320	8261226	1392
RCol-1	796502	8261130	1347

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

LEYENDA

Puntos de agua superficial

- 2018
- 2018-2019
- 2019

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE PUNTOS DE AGUA SUPERFICIAL PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**
Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI, Monitoreo ambiental-OEFA

784000
792000
800000
8280000
8272000
8264000

N

Allacha / Allachaya
DISTRITO DE CHACHAS
LCha-1
Soporo
Huaycho
Hurycha
Sejuela
Totora
Sucna
Arhuay
Malata
Orospuquio
Tunupacha Chico
Acho
Utme
Anta
Paccha
Silco
Ayo
Pumacocha
Udcune
Canco
Condormillo
Cochahuasa
Tentayquisma
Santa María
Apuria
Catara
Yanacoto
Anan Salla
Llisquen
LMam-2
RMam-3

Q. Sucna
Q. Atoctocila
Q. Ojroja
Q. Quimsaturia
Q. Cochana
Q. Onquecha
Q. Huitucano
Q. Jancho

RIO JOLLPAYACA
RIO PUNCOCUCHO
RIO SOPORO
RIO OROSPUQUIO
RIO CHILCAYOC
RIO COLLPA
RIO AYO
RIO MAMACOCHA
RIO JALLHUA
RIO ACHACOTA
RIO CUSCA
RIO ONTACOTA
RIO COLCA

DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE UÑON
DISTRITO DE UÑON
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE HUAMBO

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LMam-2	795341	8264907	1685
LCha-1	793590	8280950	2948
RMam-3	795320	8261226	1392

LEYENDA

Puntos de Sedimentos

2018

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE PUNTOS DE SEDIMENTOS PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Junio 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

784000 792000 800000

8280000 8272000 8264000

N

Allacha / Allachaya

DISTRITO DE CHACHAS

LCha-1

RCha-1

QSub-1

Soporo

Huaycho

Hurycha

Sejuela

Totora

Sucha

DISTRITO DE ANDAGUA

Arhuay

Malata

Orospuquio

Tunupacha Chico

DISTRITO DE AYO

Udcune

Acho

Utme

DISTRITO DE UÑON

Anta

Paccha

Silco

Ayo

Canco

Condormillo

DISTRITO DE HUAMBO

Cochahuasa

Pumacocha

Yanacoto

Apuria

Catara

Santa María

Anan Salla

Llisquen

Q. Ojroja

Q. Quimsaturia

Q. Cochana

Q. Onquecha

Q. Huitucano

Q. Jencho

Q. Atoctocila

Q. Sucha

RIO JOLLIPAYACA

RIO PUNCOCUCHO

RIO SOPORO

RIO OROSPUQUIO

RIO ACHACOTA

RIO JALLHUA

RIO CUSCA

RIO COLLPA

RIO AYO

RIO CHILCAYOC

RIO MAMACOCHA

RIO ONTACOTA

RIO COLCA

DISTRITO DE CHOCO

RMam-4

RMam-3

RCol-1

RCol-2

LMam-1

LMam-2

LMam-3

LMam-4

LEYENDA

Puntos de hidrobiología

- 2018
- 2018-2019
- 2019

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LMam-1	795153	8264905	1745
LMam-2	795341	8264907	1685
LMam-3	795251	8264723	1639
LMam-4	795399	8264629	1695
LCha-1	793543	8280748	2948
QSub-1	796484	8277940	3034
RMam-4	796424	8261037	1348
RCol-2	796482	8260962	1355
RCha-1	793149	8279156	2920
RMam-3	795320	8261226	1392
RCol-1	796502	8261130	1347

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE PUNTOS DE HIDROBIOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

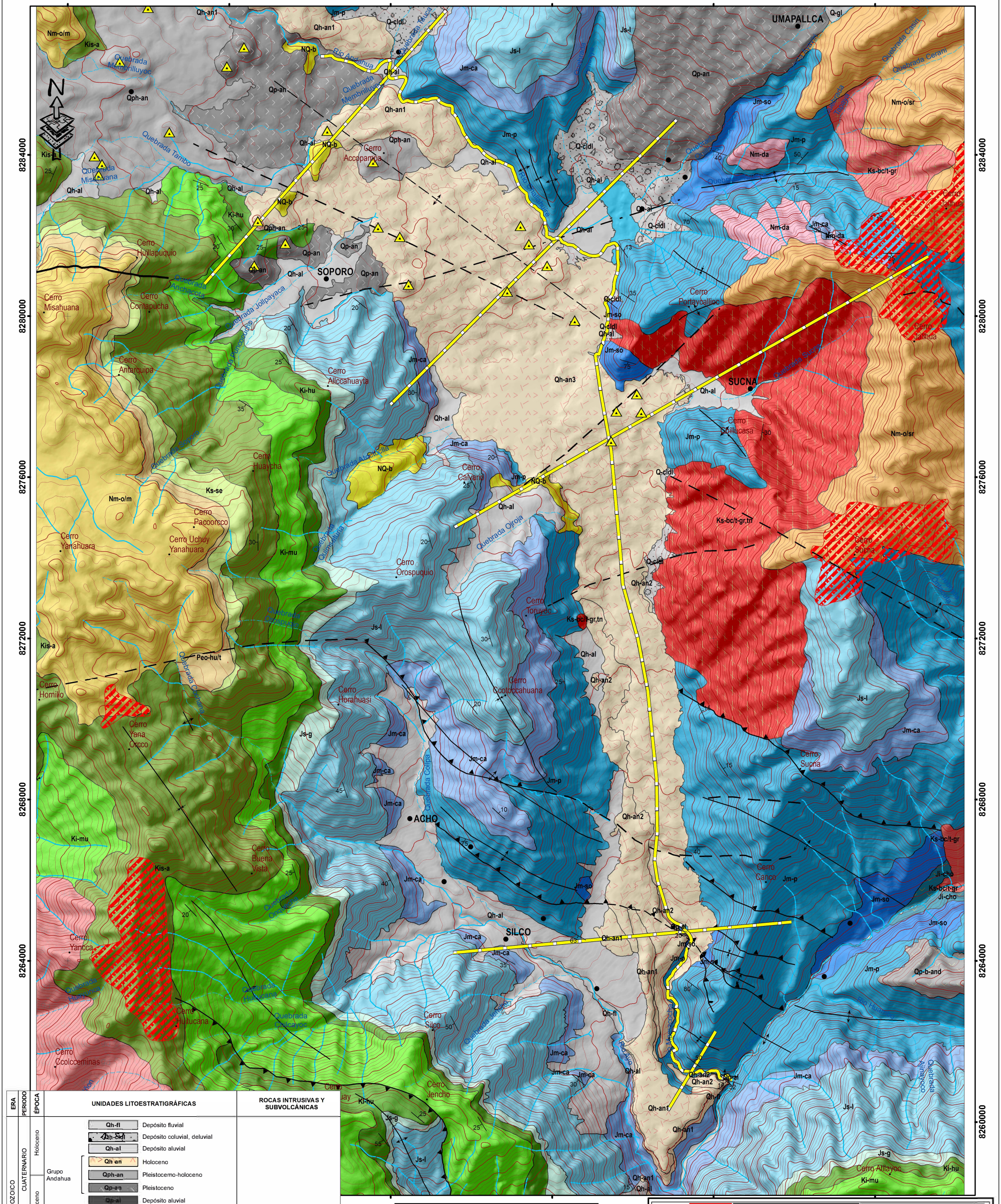
Escala : 1/80,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

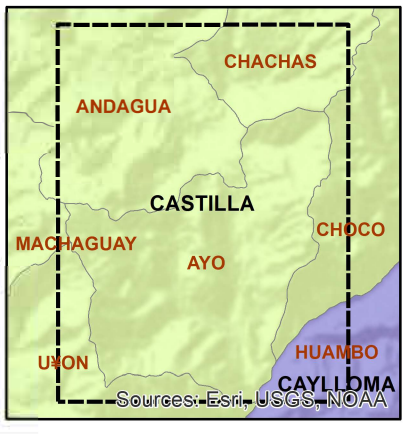
Fecha: Junio 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA



ERA	PERIODO	ÉPOCA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCÁNICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Qh-fl	Depósito fluvial		
			Qh-sd	Depósito coluvial, deluvial		
			Qh-al	Depósito aluvial		
			Qh an	Holoceno (Grupo Andahua)		
		Pleistoceno	Qph-an	Pleistocemo-holoceno (Grupo Andahua)		
			Qp-an	Pleistoceno (Grupo Andahua)		
			Qp-al	Depósito aluvial		
			Qp-gl	Depósito glaciar		
			Qp- b- and	Complejo volcánico Hualca Hualca (Grupo Barroso)		
			NQ-b	Indiferenciado (Grupo Barroso)		
	NEÓGENO	Plioc.	Nm-o/m	Miembro Manto (Formación Orcopampa)		
		Mioc.	Nm-o/sr	Miembro Santa Rosa (Formación Orcopampa)	Nm-da	Dacita
		Eoc. Olig.	Peo-hu/t	Formación Huanca Miembro Tarucani	Pe-hu-gr,tn	Granito, tonalita
MESOZOICO	CRETÁCICO	Superior	Ks-se	Formación Seraj	**Súper unidad Tiabaya**	
		Inferior	Kis-a	Formación Arcurquina	Ks-bc/t-gr	Granito
			Ki-mu	Formación Murco		Granito, tonalita
			Ki-hu	Formación Hualhuani (Grupo Yura)		
	JURÁSICO	Superior	Js-g	Formación Gramadal (Grupo Yura)		
			Js-l	Formación Labra (Grupo Yura)		
		Medio	Jm-ca	Formación Cachios (Grupo Yura)		
			Jm-p	Formación Puente (Grupo Yura)		
			Jm-so	Formación Socosani (Grupo Yura)		
		Inf.	Ji-cho	Formación Chocolate		

MAPA DE UBICACION



PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento de Arequipa

MAPA GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MAMACOCHA

0 650 1 300 2 600 3 900 5 200 6 500 Metros

Escala : 1/88 000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 S

Elaborado:	Fecha:
CSIG-OEFA	Junio 2019

Fuente:
- Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN
- Centros Poblados - INEI
- Monitoreo ambiental - OEFA

784000 792000 800000

8280000 8272000 8264000

N

LCha-1 QSub-1 LMam-1 LMam-2 LMam-3 LMam-4 DMCA-1 CAAyo-2 RMam-2 RMam-3 MSN-1 RCol-1 RMam-4 RCol-2

Allacha / Allachaya
Soporo
Huaycho
Hurycha
Sejuela
Totora
Orospuquio
Sucna
Arhuay
Malata
Udcune
Utme
Paccha
Silco
Ayo
Pumacocha
Canco
Cochahuasa

DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON

RIO JOLLPAYACA
RIO PUNCOCUCHO
RIO SOPORO
Q. Atoctocila
Q. Ojroja
Q. Quimsaturia
Q. Sucna
RIO ACHACOTA
RIO JALLHUA
RIO CUSCA
RIO ONTACOTA
RIO COLCA
Q. Onquecha
Q. Huitucano
RIO CHILCAYOC
Q. Jencho
RIO AYO
RIO MAMACOCHA
RIO COLLPA

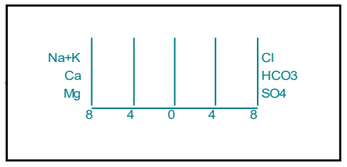
S04 < 1 meq/L
2 meq/L > S04 > 1 meq/L
3 meq/L > S04 > 2 meq/L
S04 > 6 meq/L
Cl > 1 meq/L

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable



LEYENDA

Puntos

- Hidroquímica

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

MAPA HIDROQUÍMICA - 2018

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000
Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: **CSIG-OEFA**
Fecha: Junio 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

784000
792000
800000
8280000
8272000
8264000

N

Allacha / Allachaya
Soporo
Huaycho
Hurycha
Sejuela
Totora
Orospuquio
Sucna
Arhuay
Malata
Udcume
Utme
Pacchia
Silco
Ayo
Pumacocha
Canco
Cochahuasa

DISTRITO DE CHACHAS
DISTRITO DE ANDAGUA
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE UÑON

RIO JOLLIPAYACA
RIO PUNCOCUCHO
RIO SOPORO
Q. Atoctocila
Q. Ojroja
Q. Quimsaturia
Q. Onquecha
Q. Huitucano
RIO CHILCAYOC
Q. Jencho
RIO AYO
RIO MAMACOCHA
Q. Sucha
RIO ACHACOTA
RIO JALLHUA
RIO CUSCA
RIO ONTACOTA
RIO COLCA

LCha-1
RCha-1
QSub-1
CAAyo-1
MSN-1
RCol-1
RCol-2
LMam-1
LMam-2
LMam-3
LMam-4
DMCA-1

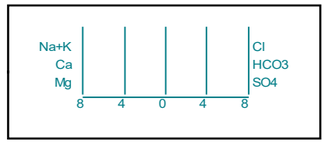
S04 < 1 meq/L
2 meq/L > S04 > 1 meq/L
3 meq/L > S04 > 2 meq/L
S04 > 6 meq/L
Cl > 1 meq/L

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable



LEYENDA

Puntos

- Hidroquímica

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

MAPA HIDROQUÍMICO - 2019

1,000 500 0 1,000 2,000 3,000 Metros

Escala : 1/80,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Junio 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI, Monitoreo ambiental-OEFA

795000 795300 795600

8265000 8264700 8264400

LA-FL-T1 LA-FL-T2 LA-FL-T3 LA-FL-T4 LA-FL-T5 LA-FL-T6 LA-FL-T7 LA-FL-T8

DISTRITO DE AYO

Laguna mamacocha

Zona 1

RIO MAMACOCHA

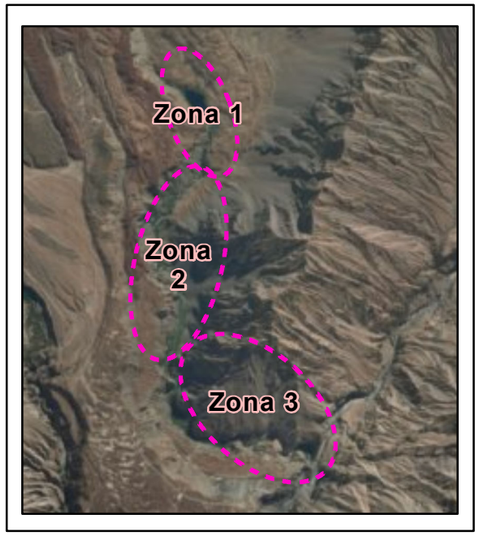
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m)
LA-FL-T1	795149	8264912	1660	795188	8264930	1694
LA-FL-T2	795229	8264971	1704	795270	8264952	1705
LA-FL-T3	795341	8264902	1693	795360	8264850	1992
LA-FL-T4	795448	8264806	1680	795412	8264842	1705
LA-FL-T5	795403	8264713	1691	795383	8264754	1693
LA-FL-T6	795323	8264654	1729	795294	8264679	1718
LA-FL-T7	795252	8264715	1710	795224	8264756	1705
LA-FL-T8	795209	8264690	1739	795167	8264717	1742

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

Transectos de Flora

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE LA EVALUACIÓN DE FLORA EN LA ZONA 1 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

40 20 0 40 80 120 Metros

Escala : 1/3,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:

Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

794800 795200 795600

8264000 8263600 8263200

N

Zona 1

LA-FL-T12

DISTRITO DE AYO

RÍO MAMACOCHA

LA-FL-T10

Zona 2

LA-FL-T11

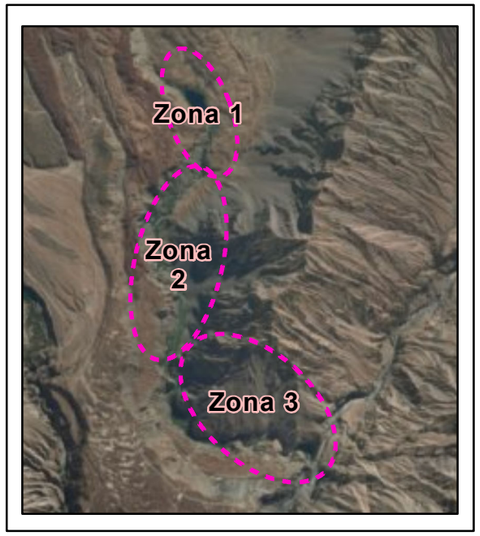
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m)
LA-FL-T10	794905	8263547	1512	794891	8263511	1513
LA-FL-T11	794919	8263196	1473	794947	8263165	1469
LA-FL-T12	795353	8264058	1593	795339	8264419	1569

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

Transectos de Flora

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE LA EVALUACIÓN DE FLORA EN LA ZONA 2 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

40 20 0 40 80 120 Metros

Escala : 1/4,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:

Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

796200 796400 796600

8261200 8261000

N

DISTRITO DE CHOCO

DISTRITO DE AYO

DISTRITO DE HUAMBO

RIO MAMACOCHA

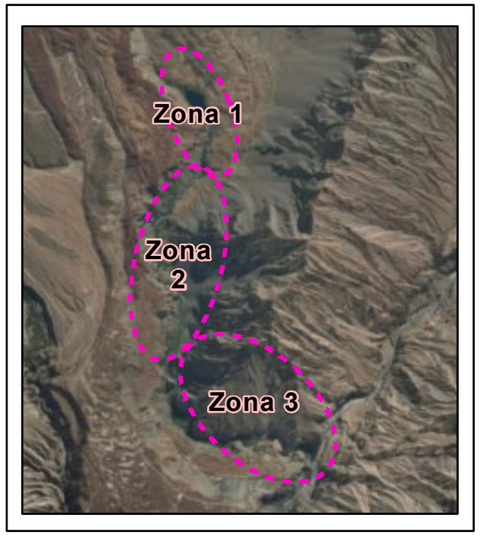
LA-FL-T14

LA-FL-T13

Zona 3

MAPA DE UBICACIÓN





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

LEYENDA

Zonas

Linea

Transectos de Flora

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m)
LA-FL-T13	796405	8261045	1422	796371	8261079	1467
LA-FL-T14	796260	8261170	1885	796325	8261150	1874

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS DE LA EVALUACIÓN DE FLORA EN LA ZONA 3 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

30 15 0 30 60 90 Metros

Escala : 1/2,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:

Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

793200 794900 796600 798300

8263800

8262100

N

LA-HE-V9
LA-HE-V7
LA-HE-V8
LA-HE-V2
LA-HE-V1
LA-HE-V3
LA-HE-V4
LA-HE-V5
ZONA-1
LA-HE-V6
LA-HE-V10
LA-HE-V14
LA-HE-V13
LA-HE-V11
LA-HE-V12
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE CHOCO
ZONA-2
Pumacocha
RIO AYO
RIO MAMACOCHA
DISTRITO DE HUAMBO
ZONA-3
LA-HE-V16
LA-HE-V15

LEYENDA

Zonas

Linea

VES de herpetología

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-HE-V1	795381	8264798	1694	795362	8264891	1706
LA-HE-V2	795314	8264911	1713	795228	8264937	1718
LA-HE-V3	795118	8264893	1719	795159	8264816	1714
LA-HE-V4	795201	8264764	1705	795295	8264671	1691
LA-HE-V5	795494	8264595	1812	795492	8264488	1746
LA-HE-V6	795428	8264380	1712	795416	8264286	1695
LA-HE-V7	795313	8264998	1730	795215	8265045	1721
LA-HE-V8	795094	8264994	1734	795055	8265081	1762
LA-HE-V9	795118	8265183	1746	795222	8265182	1737
LA-HE-V10	795398	8264206	1661	795396	8264101	1648
LA-HE-V11	794898	8263530	1539	794889	8263445	1513
LA-HE-V12	794937	8263393	1508	794931	8263304	1500
LA-HE-V13	795024	8263606	1570	795114	8263677	1570
LA-HE-V14	795212	8263717	1586	795239	8263826	1586
LA-HE-V15	796452	8260995	1363	796372	8261088	1365
LA-HE-V16	796265	8261147	1368	796340	8261144	1367

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE BÚSQUEDAS POR ENCUENTROS VISUALES (VES) DE LA EVALUACIÓN DE FAUNA (HERPETOLOGÍA) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELECTRICA LAGUNA AZUL

200 100 0 200 400 600 Metros

Escala : 1/17,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

795000
795500
796000
8265000
8264500
8264000

N

LA-HE-V9
LA-HE-V8
LA-HE-V7
LA-HE-V2
LA-HE-V1
LA-HE-V3
LA-HE-V4
LA-HE-V5
LA-HE-V6
LA-HE-V10

Laguna mamacocha
DISTRITO DE AYO
RIO MAMACOCHA
Zona 1
Zona 2

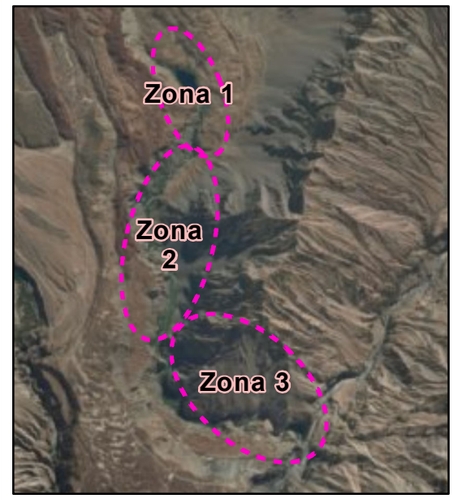
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-HE-V1	795381	8264798	1694	795362	8264891	1706
LA-HE-V2	795314	8264911	1713	795228	8264937	1718
LA-HE-V3	795118	8264893	1719	795159	8264816	1714
LA-HE-V4	795202	8264764	1705	795295	8264671	1691
LA-HE-V5	795494	8264595	1812	795492	8264488	1746
LA-HE-V6	795428	8264380	1712	795416	8264286	1695
LA-HE-V7	795313	8264998	1730	795215	8265045	1721
LA-HE-V8	795094	8264994	1734	795055	8265081	1762
LA-HE-V9	795118	8265183	1746	795222	8265182	1737
LA-HE-V10	795398	8264206	1661	795396	8264101	1648

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

- Zonas
- Línea
- VES de herpetología

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE BÚSQUEDAS POR ENCUENTROS VISUALES (VES) DE LA EVALUACIÓN DE FAUNA (HERPETOLOGÍA) EN LA ZONA 1 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

60 30 0 60 120 180 Metros

Escala : 1/5,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

794700 795000 795300

8263800 8263500 8263200

N

LA-HE-V14

LA-HE-V13

LA-HE-V11

LA-HE-V12

RIO MAMACOCHA

DISTRITO DE AYO

Zona 2

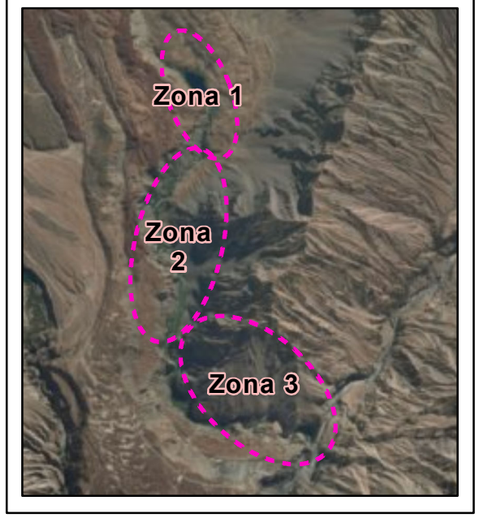
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-HE-V11	794898	8263530	1539	794889	8263445	1513
LA-HE-V12	794937	8263393	1508	794931	8263304	1500
LA-HE-V13	795024	8263606	1570	795114	8263677	1570
LA-HE-V14	795212	8263717	1586	795239	8263826	1586

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

VES de herpetología

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE BÚSQUEDAS POR ENCUENTROS VISUALES (VES) DE LA EVALUACIÓN DE FAUNA (HERPETOLOGÍA) EN LA ZONA 2 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

40 20 0 40 80 120 Metros

Escala : 1/3,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

796200
796400
796600
8261200
8261000
8260800

N

DISTRITO DE CHOCO

DISTRITO DE AYO

DISTRITO DE HUAMBO

RIO MAMACOCHA

LA-HE-V16

LA-HE-V15

Zona 3

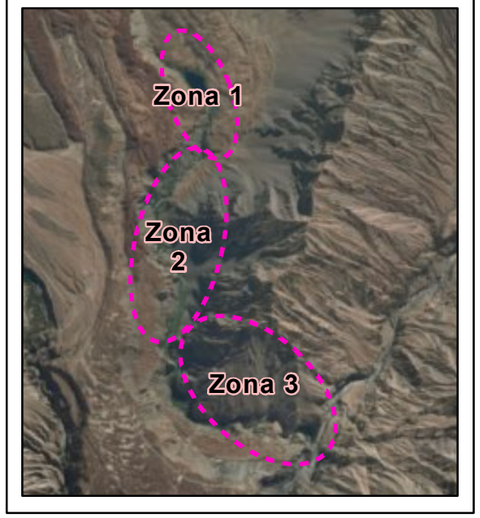
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Código	COORDENADAS UTM					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-HE-V15	796452	8260995	1363	796372	8261088	1365
LA-HE-V16	796265	8261147	1368	796340	8261144	1367

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

VES de herpetología

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE BÚSQUEDAS POR ENCUENTROS VISUALES (VES) DE LA EVALUACIÓN DE FAUNA (HERPETOLOGÍA) EN LA ZONA 3 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

30 15 0 30 60 90 Metros

Escala : 1/2,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

794900
795250
795600
8265150
8264800
8264450
N
LA-Av-03
LA-Av-06
LA-Av-07
LA-Av-05
LA-Av-04
LA-Av-02
LA-Av-01
Zona 1
DISTRITO DE AYO
RED 03
RED 02
RED 01
RIO MAMACOCHA

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Red de Niebla

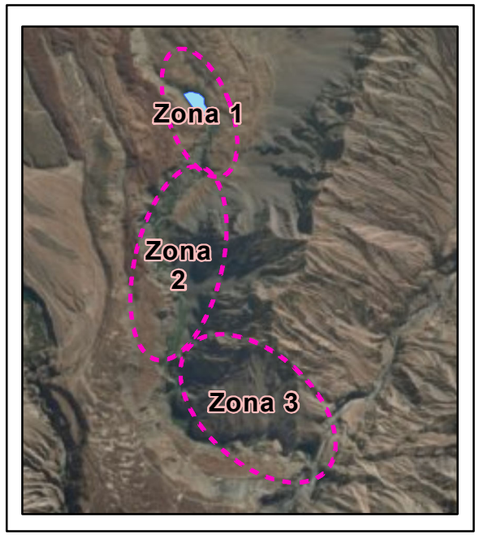
Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
RED 01	795436	8264622	1705
RED 02	795406	8264632	1691
RED 03	795361	8264639	1702

Busqueda intensiva

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicio (m)	Norte inicio (m)	Altitud inicio (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Av-01	795422	8264647	1694	795429	8264349	1696
LA-Av-02	795437	8264298	1694	795417	8264831	1732
LA-Av-03	795435	8264905	1731	795163	8265184	1729
LA-Av-04	795376	8264640	1693	795193	8264807	1697
LA-Av-05	795406	8264707	1698	795347	8264874	1706
LA-Av-06	795340	8264896	1712	795156	8264908	1705
LA-Av-07	795172	8264810	1711	795076	8264938	1713

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

- Zonas
- **Linea**
- Búsqueda intensiva de Aves
- **Puntos**
- Red de Niebla de Aves

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE BÚSQUEDAS INTENSIVAS Y RED DE NIEBLA DE FAUNA SILVESTRE (AVES) EN LA ZONA 1 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

50 25 0 50 100 150 Metros

Escala : 1/3,500

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

794550 795000 795450 795900

8264100

8263650

8263200

N

Zona 1

LA-Av-10

LA-Av-09

DISTRITO DE AYO

RIO MAMACOCHA

Zona 2

LA-Av-08

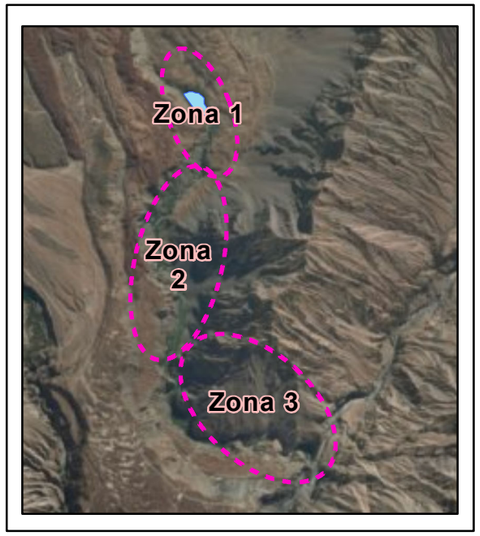
SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Busqueda intensiva						
Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicio (m)	Norte inicio (m)	Altitud inicio (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Av-08	795049	8263031	1717	794886	8263497	1610
LA-Av-09	795003	8263570	1573	795370	8264011	1502
LA-Av-10	795357	8264062	1492	795357	8264062	1492

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

Búsqueda intensiva de Aves

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE BÚSQUEDAS INTENSIVAS Y RED DE NIEBLA DE FAUNA SILVESTRE (AVES) EN LA ZONA 2 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

50 25 0 50 100 150 Metros

Escala : 1/4,500

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

796000 796200 796400 796600

8261200 8261000 8260800

N

RIO MAMACOCHA

LA-Av-11

Zona 3

DISTRITO DE CHOCO

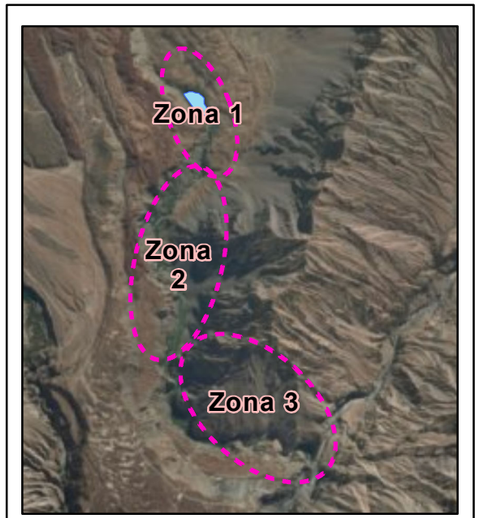
DISTRITO DE AYO

DISTRITO DE HUAMBO

LA-Av-12

MAPA DE UBICACIÓN





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Busqueda intensiva

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicio (m)	Norte inicio (m)	Altitud inicio (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Av-11	796455	8260976	1356	796261	8261115	1353
LA-Av-12	796425	8260851	1357	796425	8260851	1357

LEYENDA

Zonas

Linea

Búsqueda intensiva de Aves

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE BÚSQUEDAS INTENSIVAS Y RED DE NIEBLA DE FAUNA SILVESTRE (AVES) EN LA ZONA 3 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

20 10 0 20 40 60 Metros

Escala : 1/2,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

795000 795300 795600

8265000

8264700

8264400

N

LA-Ma2 LA-Ma1 LA-CT2 LA-CT3 LA-CT1 LA-CT4

Laguna mamacocha

DISTRITO DE AYO

Zona 1

RIO MAMACOCHA

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Cámaras trampa

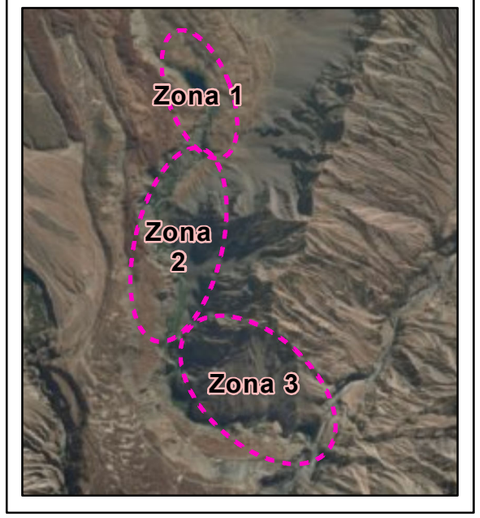
Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LA-CT1	795255	8264730	1695
LA-CT2	795350	8264879	1698
LA-CT3	795193	8264807	1706
LA-CT4	795479	8264484	1679

Transectos

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Ma1	795404	8264718	1706	795390	8264796	1710
LA-Ma2	795358	8264641	1695	795115	8264730	1766

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

Zonas

Linea

Transectos de Mamíferos

Puntos

Cámaras Trampa

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS Y CÁMARAS TRAMPA DE LA EVALUACIÒN DE FAUNA (MAMÍFEROS) EN LA ZONA 1 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA

LAGUNA AZUL

40 20 0 80 120 Metros

Escala : 1/3,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: CSIG-OEFA

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

794400 795000 795600

8264400 8263800 8263200

N

LA-CT7

LA-Ma3

DISTRITO DE AYO

RÍO MAMACOCHA

Zona 2

LA-CT6

LA-CT5

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Cámaras trampa

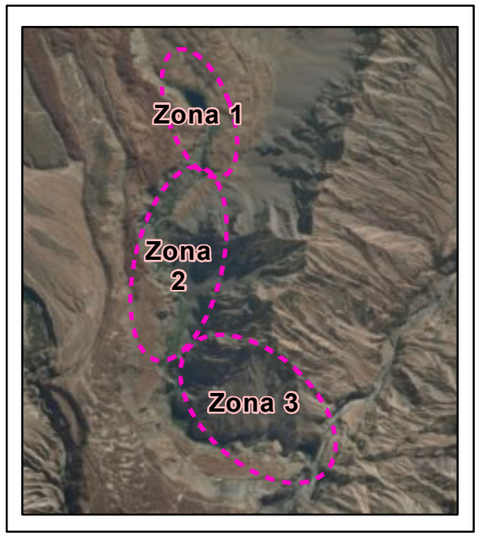
Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LA-CT5	795071	8263009	1447
LA-CT6	794890	8263420	1499
LA-CT7	795458	8264054	1632

Transectos

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Ma3	795503	8264574	1670	795016	8263069	1449

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

- Zonas
- **Linea**
- Transectos de Mamíferos
- **Puntos**
- Cámaras Trampa

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS Y CÁMARAS TRAMPA DE LA EVALUACIÒN DE FAUNA (MAMÍFEROS) EN LA ZONA 2 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

40 20 0 40 80 Metros

Escala : 1/6,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA

795600
796000
796400
8261200
8260800

RIO MAMACOCHA
Zona 3
DISTRITO DE CHOCO
DISTRITO DE AYO
DISTRITO DE HUAMBO
LA-CT9
LA-CT10
LA-CT8
LA-Ma4

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Río Principal
- Quebradas
- Lagunas
- Límite de Departamento
- Límite de Provincia
- Límite de Distrito
- Vía Asfaltada
- Vía Afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha Carrozable

Cámaras trampa

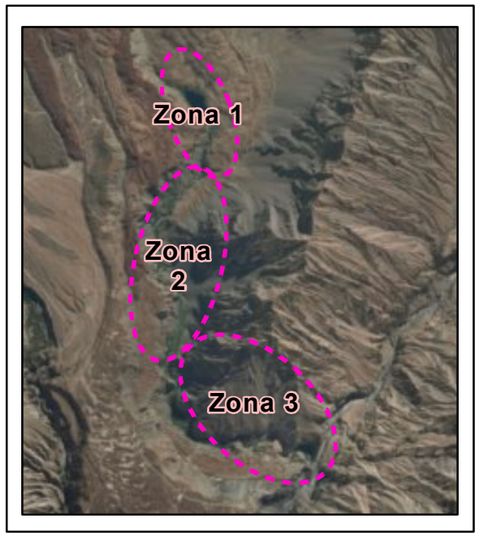
Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S		Altitud (m s.n.m)
	Este (m)	Norte (m)	
LA-CT8	796511	8260874	1333
LA-CT9	796317	8261161	1384
LA-CT10	795472	8261017	1530

Transectos

Código	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 18 S					
	Este inicial (m)	Norte inicial (m)	Altitud inicial (m s.n.m)	Este final (m)	Norte final (m)	Altitud final (m s.n.m)
LA-Ma4	796091	8260464	1318	796506	8260912	1328

MAPA DE UBICACIÓN





LEYENDA

- Zonas
- **Linea**
- Transectos de Mamíferos
- **Puntos**
- Cámaras Trampa

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Departamento Arequipa-Provincia Castilla

UBICACIÓN DE TRANSECTOS Y CÁMARAS TRAMPA DE LA EVALUACIÒN DE FAUNA (MAMÍFEROS) EN LA ZONA 3 EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE LA CENTAL HIDROELÉCTRICA LAGUNA AZUL

40 20 0 40 80 120 Metros

Escala : 1/4,000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18S

Elaborado: **CSIG-OEFA**

Fecha: Mayo 2019

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, Centros Poblados - INEI. Monitoreo ambiental-OEFA