"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

INFORME N° 090 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
RECIBIDO
21 DIC. 2017
V°B° ..... Hora: 16:30
Firma ....

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación

SONIA BEATRÍZ ARANÍBAR TAPIA
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental

DE : **PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO**
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

LLOJAN CHUQUISENGO PICÓN
Especialista en Monitoreo y Vigilancia ambiental

FELICITA LISET MORENO SANDOVAL
Tercera evaluadora

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN
RECIBIDO
21 DIC. 2017
V°B° ..... Hora: 17:00
Firma ....

HEBER OCAS RUMAY
Tercero evaluador

JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA
Tercero Evaluador

JORGE LUÍS FERNÁNDEZ NAJARRO
Tercero Evaluador

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

LISVETH MADELEINE VALENZUELA MENDOZA
Tercera Evaluadora

OSCAR CORTEZ NAVARRO
Tercero Evaluador

MARIO ESCOBEDO TORRES
Tercero Evaluador

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE
Tercero Evaluador

ASUNTO : Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, durante el año 2017.

REFERENCIA: Planefa 2017

FECHA : Lima, 21 DIC. 2017

2017-I01-16473

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted con relación al asunto de la referencia, a fin de informar lo siguiente:

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. Detalles del monitoreo ambiental:

a.	**Ubicación general**	Distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	
b.	**Ámbito de influencia**	Área de influencia del proyecto minero La Granja, enfocada principalmente a la ubicación proyectada de los componentes mineros, los cuales involucran a las microcuencas de los ríos La Iraca y La Lima, quebradas Checos y Honda, y la subcuenca del río Paltic .	
c.	**Problemática**	Posible alteración de las condiciones ambientales, producto de las futuras actividades de explotación del proyecto minero La Granja, propiedad de la minera Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.	
d.	**Motivo por el cual se realiza la actividad**	Actividad establecida en el Planefa 2017 del OEFA.	
e.	**Tipo de Evaluación Ambiental**	**Participativo**	[X]
		No Participativo	
		Vigilancia Ambiental	
f.	**Periodo de ejecución**	• Visita de reconocimiento: del 04 al 09 de junio de 2017. • Coordinación previa: del 04al 14 de julio de 2017. • Taller de inducción y presentación de la propuesta del plan de evaluación ambiental temprana: del 20 al 26 de julio de 2017. • Ejecución de la evaluación ambiental temprana: del 02 al 14 de setiembre de 2017.	

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

2. Equipo profesional:

Tabla 2-1. Profesionales encargados de la evaluación ambiental temprana

Ítem	Evaluador	Profesión	Actividad	Colegiatura
1	Chuquisengo Picón, Llojan (*)	Lic. Químico	Evaluación de agua	CQP 906
2	Ocas Rumay, Heber	Bach. en Ing. Ambiental		---
3	Moreno Sandoval, Felicita Liset	Ing. Química	Evaluación de comunidades hidrobiológicas	CIP 129518
4	Valenzuela Mendoza, Lisveth Madeleine	Bach. en Biología		---
5	García Riega, Jorge Iván	Ing. Electrónico	Evaluación de calidad de aire	CIP 138099
6	Cortez Navarro, Oscar	Ing. Pesquero	Evaluación de calidad de suelo	CIP 180700
7	Fernández Najarro, Jorge Luís	Bach. en Ing. Ambiental		---
8	Escobedo Torres, Mario	Biólogo	Evaluación de fauna silvestre	CBP 10814
9	Crespo More, Segundo Israel	Biólogo		CBP 10463

(*) Líder de equipo

3. Resumen

Tabla 3-1. Componentes ambientales evaluados y resumen de los resultados obtenidos

Componentes evaluados	N° de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?				¿Qué parámetros?	¿En qué puntos?
Agua [a]	41	Sí	X	No		pH	**Microcuenca del río La Iraca:** • Quebrada sin nombre: **QSnbr1** • Quebrada Tendal: **QTend1** • Río La Iraca: **RLIra2** • Quebrada Salada: **QSald1** **Microcuenca del río La Lima:** • Río La Lima: **RLLim2** • Quebrada Chorro Blanco: **QSnbr2** **Subcuenca del río Paltic:** • Río Paltic: **RPalt2** • Río Paltic: **RPalt3** **Manantiales:** • Manantial del caserío de La Palma: **FLPal1** • Manantial del caserío Paraguay: **FPara1** • Manantial del caserío Santa Isabel: **FSIsa1** • Manantial del caserío de Checos-La Granja: **FNatu5**
						Oxígeno disuelto	**Manantiales:** • Manantial del caserío de Checos-La Granja: **FNatu5** • Manantial del caserío de La Pampa: **FLPam1** • Manantial del caserío de La Fila: **FLFil1**
						Fósforo (P)	**Manantiales:** • Manantial del caserío de La Iraca: **FNatu1**
						Aluminio (Al)	**Microcuenca del río La Iraca:** • Quebrada Salada: **QSald1** **Subcuenca del río Paltic:** • Río Paltic: **RPalt6** **Manantiales:** • Manantial del caserío de La Iraca: **FNatu1**
						Cadmio (Cd)	**Microcuenca del río La Iraca:** • Quebrada Salada: **QSald1**
						Cobre (Cu)	**Microcuenca del río La Iraca:** • Quebrada Salada: **QSald1**
						Hierro (Fe)	**Subcuenca del río Paltic:** • Río Paltic: **RPalt6**

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Componentes evaluados	N° de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?				¿Qué parámetros?	¿En qué puntos?
							Manantiales: • Manantial del caserío de La Iraca: **FNatu1** • Manantial ubicado en el caserío de La Iraca: **FLIra2**
						Manganeso (Mn)	**Microcuenca del río La Iraca:** • Quebrada Salada: **QSald1** **Subcuenca del río Paltic:** • Río Paltic: **RPalt6** **Plataforma de perforación:** • PPerf2
Comunidades hidrobiológicas	20	Sí	-	No	-	-	-
Aire [(b)]	2	Sí	-	No	X	-	-
Suelo	25	Sí	-	No	-	-	-
Fauna silvestre (mamíferos)	11	Sí	-	No	-	-	-
Fauna silvestre (Aves)	9	Sí	-	No	-	-	-

(a) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
(b) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.
(-) No aplica.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

II. OBJETIVO

4. Presentar los resultados de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, realizada del 2 al 14 de setiembre de 2017.

III. ANTECEDENTES

5. La actividad que es materia del presente informe fue planificada en cumplimiento a la función del OEFA establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, Sinefa), cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma puntual, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA, comprendiendo acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

6. Como parte de las actividades de ejecución del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 (en adelante, Planefa 2017) aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD y en base a los criterios de priorización establecidos en dicho plan para la realización de evaluaciones ambientales, la Dirección de Evaluación planificó una evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, realizada del 2 al 14 de setiembre de 2017.

7. Las evaluaciones ambientales tempranas se realizan en zonas de influencia de proyectos mineros o energéticos que actualmente se encuentran en etapa

exploratoria, de construcción o de reciente inicio de explotación, y permiten obtener información de los principales componentes ambientales (agua, hidrobiología, aire, suelo y fauna silvestre) a través un diagnóstico ambiental en el que el OEFA fomenta la participación ciudadana.

8. Los objetivos específicos de las evaluaciones ambientales tempranas son: (i) contribuir a la prevención de los potenciales conflictos socioambientales, (ii) brindar soporte técnico a las acciones de supervisión y fiscalización ambiental que realiza el OEFA, (iii) proporcionar información a otras instituciones públicas y/o privadas para que actúen en el marco de sus competencias y (iv) constituir la etapa inicial de un sistema de vigilancia ambiental periódico. Estos objetivos buscan contribuir con el desarrollo sostenible de las actividades extractivas desarrolladas en cada zona.

9. Para ello, parte del equipo profesional encargado de desarrollar la evaluación ambiental temprana realizó una visita de reconocimiento al área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, del 04 al 09 de junio de 2017, para la ejecución de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja.

10. Finalmente, el presente informe corresponde al desarrollo de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, durante el año 2017.

IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

11. El análisis de la información se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, denominado Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, realizada del 2 al 14 de setiembre de 2017, que se adjunta y forma parte del presente informe.

V. CONCLUSIÓN

(i) El presente informe contiene el resumen de los resultados de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, durante el año 2017, y además anexa el detalle metodológico y el sustento técnico que conllevó a dichos resultados por cada componente ambiental evaluado.

VI. RECOMENDACIÓN

(i) Los suscritos recomiendan elevar el presente informe a la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, a efectos de que se proponga su aprobación ante la Dirección de Evaluación.

VII. ANEXO

- **Anexo N° 1**: Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, ubicado en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, durante el año 2017.

Atentamente,

LLOJAN CHUQUISENGO PICÓN
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

FELICITA LISET MORENO SANDOVAL
Tercera Evaluadora
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

HEBER OCAS RUMAY
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

LISVETH MADELEINE VALENZUELA MENDOZA
Tercera Evaluadora
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

JORGE IVÁN GARCÍA RIEGA
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

JORGE LUIS FERNÁNDEZ NAJARRO
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

OSCAR CORTEZ NAVARRO
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

MARIO ESCOBEDO TORRES
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE
Tercero Evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lima, 21 DIC. 2017

Visto el Informe N° 090 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y habiéndose verificado que su contenido se encuentra enmarcado en el ejercicio de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

SONIA BEATRIZ ARANÍBAR TAPIA
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Visto el Informe N° 090 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y en atención a la recomendación de la Coordinación de Monitoreo y Vigilancia Ambiental, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN
Director de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

INFORME Nº 090 - 2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MINERO LA GRANJA, EN EL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DURANTE EL AÑO 2017

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

COORDINACIÓN MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Diciembre de 2017

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO LEGAL 2
3. ANTECEDENTES 3
4. JUSTIFICACIÓN 9
5. OBJETIVOS 10
5.1. Objetivo general 10
5.2. Objetivos específicos 10
6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 10
7. CONTEXTO SOCIAL 14
7.1. Etapas previas a la ejecución del monitoreo 15
7.2. Ejecución de la evaluación ambiental temprana. 17
7.3. Actores involucrados 17
8. MARCO CONCEPTUAL 18
8.1. Agua superficial 18
8.1.1. Parámetros físicos analizados 19
8.1.2. Principales características químicas del agua 20
8.2. Comunidades hidrobiológicas 23
8.3. Aire 25
8.3.1. Generalidades 25
8.3.2. Factores que afectan la concentración de los contaminantes del aire 27
8.4. Suelo 27
8.4.1. Textura 28
8.4.2. Capacidad de intercambio catiónico CIC 29
8.5. Fauna silvestre 30
9. METODOLOGÍA 31
9.1. Calidad de agua 31
9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo 32
9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 36
9.1.3. Estándares de comparación y análisis de datos 38
9.2. Comunidades hidrobiológicas 40
9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo 40
9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 42
9.2.3. Estándares de comparación y análisis de datos 44
9.3. Calidad de aire 46

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.3.1. Ubicación de las estaciones de muestreo 46
9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 46
9.3.3. Estándares de comparación y análisis de datos 47
9.4. Calidad de suelo 48
9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo 48
9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de monitoreo 51
9.5. Fauna silvestre 52
9.5.1. Mamíferos silvestres 52
9.5.2. Aves silvestres 56
10. RESULTADOS Y ANÁLISIS 60
10.1. Calidad de agua 60
10.1.1. Comparación con los ECA para agua 2017 60
10.1.2. Análisis histórico de calidad de agua. 77
10.1.3. Evaluación del comportamiento de los metales disueltos y suspendidos 82
10.2. Comunidades hidrobiológicas 92
10.2.1. Microcuenca del río La Iraca 92
10.2.2. Microcuenca del río La Lima 98
10.2.3. Microcuenca de la quebrada Checos 103
10.2.4. Microcuenca de la quebrada Honda 108
10.2.5. Subcuenca del río Paltic 113
10.2.6. Análisis realizados en toda el área de evaluación 118
10.3. Calidad de aire 119
10.4. Calidad de suelo 124
10.5. Fauna silvestre 134
10.5.1. Mamíferos silvestres 134
10.5.2. Aves 140
11. DISCUSIONES 147
11.1. Calidad de agua 147
11.2. Comunidades hidrobiológicas 152
11.3. Calidad de aire 154
11.4. Calidad de suelo 155
11.5. Fauna silvestre 156
11.5.1. Mamíferos silvestres 156
11.5.2. Aves 157
12. CONCLUSIONES 159

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

12.1. Calidad de agua 159
12.2. Comunidades hidrobiológicas 161
12.3. Calidad de aire 162
12.4. Calidad de suelo 162
12.5. Fauna silvestre 162
12.5.1. Mamíferos silvestres 162
12.5.2. Aves 163
13. RECOMENDACIONES 164
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 164
15. ANEXOS 173

MONITOREO Y VIGILANCIA
V°B°
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Información documentaria asociada al proyecto minero La Granja de Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C. 3

Tabla 3-2. Cuerpos de agua de interés de acuerdo a los IGA asociados al proyecto minero La Granja 5

Tabla 3-3. Componentes mineros de interés respecto al proyecto minero La Granja ... 5

Tabla 3-4. Componentes de interés evaluados de acuerdo a los IGA, asociados al proyecto minero La Granja 6

Tabla 3-5. Resultados de los monitoreos realizados por la AAAIV Marañón 8

Tabla 3-6. Denuncia ambiental atendida por el SINADA del OEFA en el año 2015 8

Tabla 7-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo de la EAT 17

Tabla 8-1. Parámetros de calidad de aire 25

Tabla 8-2. Contaminantes de aire en función a las principales fuentes 26

Tabla 8-3. Clasificación granulométrica de las partículas del suelo 28

Tabla 8-4. Rangos interpretativos para la CIC 29

Tabla 9-1. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua 32

Tabla 9-2. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua de manantiales 35

Tabla 9-3. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua proveniente de pasivos 36

Tabla 9-4. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de agua 37

Tabla 9-5. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua 38

Tabla 9-6. Estándares de comparación de la calidad de agua 39

Tabla 9-7. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas . 40

Tabla 9-8. Equipos y materiales utilizados para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas 42

Tabla 9-9. Métodos de ensayo utilizados para los análisis hidrobiológicos 43

Tabla 9-10. Valoración de la calidad biológica con el índice ABI 46

Tabla 9-11. Ubicación de puntos de muestreo de calidad de aire 46

Tabla 9-12. Características de los equipos accesorios y otros materiales utilizados en las estaciones de monitoreo de calidad de aire 47

Tabla 9-13. Métodos de ensayo utilizados por la medición de material particulado 47

Tabla 9-14. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (2017) 48

Tabla 9-15. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (2001) 48

Tabla 9-16. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo agrícola 49

Tabla 9-17. Descripción de los puntos de muestreo de suelo agrícola 50

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-18. Normas utilizadas para establecer los puntos de muestreo de suelo..... 51

Tabla 9-19 Equipos utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de suelo..... 51

Tabla 9-20. Parámetros de calidad para los suelos evaluados 51

Tabla 9-21. Puntos de ubicación de las cámaras trampa 52

Tabla 9-22. Puntos de ubicación de las zonas de monitoreo 56

Tabla 9-23. Búsqueda intensiva por hábitat en las zonas de monitoreo. 57

Tabla 10-1. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca del río La Iraca..... 83

Tabla 10-2. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca del río La Lima 85

Tabla 10-3. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en las microcuenca de la quebrada Checos..... 86

Tabla 10-4. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca de la quebrada Honda 87

Tabla 10-5. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la subcuenca del río Paltic..... 88

Tabla 10-6. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en los manantiales evaluados 90

Tabla 10-7. Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de muestreo 92

Tabla 10-8. Calidad de agua según el índice ABI en las cinco zonas evaluadas..... 118

Tabla 10-9. Parámetros meteorológicos de las estaciones de monitoreo 119

Tabla 10-10. Concentraciones de 24 horas de metales en la estación de monitoreo CA-LGran1 121

Tabla 10-11. Concentraciones de 24 horas de metales en la estación de monitoreo CA-Parag1..... 122

Tabla 10-12. Resultados de análisis textual en suelos de uso agrícola 124

Tabla 10-13. Clasificación de los suelos según el valor del pH (USDA)..... 125

Tabla 10-14. Resultados de parámetros de fertilidad en suelos de uso agrícola 126

Tabla 10-15. Mediciones de conductividad eléctrica y clases de salinidad, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA 127

Tabla 10-16. Nivel de carbonato de calcio de acuerdo a porcentaje en el suelo..... 129

Tabla 10-17. Nivel de materia orgánica de acuerdo a su porcentaje en el suelo 129

Tabla 10-18. Rangos interpretativos para la CIC 130

Tabla 10-19. Resultados de laboratorio para el complejo de cambio y determinación de la CIC 130

Tabla 10-20. Rangos interpretativos para el fósforo 131

Tabla 10-21. Rangos interpretativos para el potasio..... 132

Tabla 10-22. Rangos interpretativos para el calcio 132

Tabla 10-23. Rangos interpretativos para el magnesio..... 133

Tabla 10-24. Rangos interpretativos para el sodio 133

Tabla 10-25. Riqueza y composición de especies registradas por las cámaras trampa en el ámbito del proyecto La Granja 134

Tabla 10-26. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima 139

Tabla 10-27. Especie de fauna silvestre comprendida en alguna categoría de conservación 139

Tabla 10-28. Orden, familia y númerto de especies de aves regsitradas en el área de estudio 140

Tabla 10-29. Resumen de la riqueza de especies y abundancia en los tres tipos de hábitat 142

Tabla 10-30. Abundancia, riqueza e índices de diversidad en los hábitats evaluados 145

Tabla 10-31. Especies comprendidas entre los hábitats y valores del índice de Similitud de Morisita 145

Tabla 10-32. Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio 146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-1. Mapa de ubicación geográfica del área de influencia del proyecto minero La Granja. 12

Figura 6-2. Delimitación de las áreas de estudio del proyecto minero La Granja. 14

Figura 8-1. Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del suelo 29

Figura 10-1. Valores de pH en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja.. 63

Figura 10-2. Concentraciones de aluminio total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja..... 66

Figura 10-3. Concentraciones de cadmio total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja..... 66

Figura 10-4. Concentraciones de cobre total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja..... 69

Figura 10-5. Concentraciones de hierro total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja..... 69

Figura 10-6. Concentraciones de manganeso total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja 73

Figura 10-7. Valores de pH en los manantiales evaluados. 74

Figura 10-8. Concentraciones de oxígeno disuelto en los manantiales evaluados..... 74

Figura 10-9. Concentraciones de fósforo total en las zonas evaluadas..... 75

Figura 10-10. Concentraciones de aluminio total en los manantiales evaluados..... 76

Figura 10-11. Concentraciones de hierro total en los manantiales evaluados..... 76

Figura 10-12. Comportamiento histórico del parámetro pH en la quebrada Tendal.... 77

Figura 10-13. Comportamiento histórico del parámetro pH en la quebrada Salada ... 78

Figura 10-14. Comportamiento histórico del parámetro pH en el río Paltic 78

Figura 10-15. Comportamiento histórico del parámetro aluminio en la quebrada Salada 79

Figura 10-16. Comportamiento histórico del parámetro aluminio en el río Paltic..... 79

Figura 10-17. Comportamiento histórico del parámetro cadmio en la quebrada Salada 80

Figura 10-18. Comportamiento histórico del parámetro cobre en la quebrada Salada80

Figura 10-19. Comportamiento histórico del parámetro manganeso en la quebrada Salada. 81

Figura 10-20. Comportamiento histórico del parámetro manganeso en el río Paltic... 81

Figura 10-21. Comportamiento histórico del parámetro hierro en el río Paltic..... 82

Figura 10-22. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 93

Figura 10-23. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.. 94

Figura 10-24. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 94

Figura 10-25. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 95

Figura 10-26. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 96

Figura 10-27. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la Microcuenca del río La Iraca. 96

Figura 10-28. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 97

Figura 10-29. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca..... 97

Figura 10-30. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima. 98

Figura 10-31. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 99

Figura 10-32. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 99

Figura 10-33. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 100

Figura 10-34. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 101

Figura 10-35. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima 101

Figura 10-36. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 102

Figura 10-37. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima..... 102

Figura 10-38. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 103

Figura 10-39. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 104

Figura 10-40. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 104

Figura 10-41. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 105

Figura 10-42. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 106

Figura 10-43. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos 106

Figura 10-44. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 107

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Figura 10-45. Dendrograma de similitud de los macroinvertenrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos..... 107

Figura 10-46. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda 108

Figura 10-47. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda. 109

Figura 10-48. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda.. 109

Figura 10-49. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Honda 110

Figura 10-50. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda 111

Figura 10-51. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda..... 111

Figura 10-52. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Honda. 112

Figura 10-53. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda 112

Figura 10-54. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic..... 113

Figura 10-55. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic..... 114

Figura 10-56. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic..... 114

Figura 10-57. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic.. 115

Figura 10-58. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic..... 116

Figura 10-59. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic 116

Figura 10-60. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic..... 117

Figura 10-61. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la en la subcuenca del río Paltic. 117

Figura 10-62. Rosas de viento de las estaciones de monitoreo 119

Figura 10-63. Ubicación de las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1 y sus rosas de vientos..... 120

Figura 10-64. Resultados de PM_{10} en las estaciones de monitoreo, según ECA vigente 120

Figura 10-65. Resultados de PM_{10} en las estaciones de monitoreo, según el IGA (2001)..... 123

Figura 10-66. El pH y la disponibilidad de nutrientes en el suelo 126

Figura 10-67. Riqueza y composición de mamíferos silvestre registrados en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La iraca y La Lima..... 136

Figura 10-68. Diversidad y abundancia de mamíferos medianos en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima..... 138

Figura 10-69. Distribución de familias de aves registradas en el área de estudio 141

Figura 10-70. Especies con mayor abundancia total en el área de estudio..... 143

Figura 10-71. Dendrograma de Similitud de Morisita entre los hábitats evaluados. . 146

Figura 11-1. Zonas de evaluación en el área de influencia del proyecto minero La Granja 150

Figura 11-2. Concentración de STS en la cuenca del río Paltic y microcuenca de la quebrada Honda..... 151

Figura 11-3. Concentraciones de PM_{10} de las estaciones de monitoreo del proyecto minero La Granja..... 155

MONITOREO Y VIGILANCIA
VºBº
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1. Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C. (en adelante, RTMP) desarrolla las actividades del proyecto de exploración La Granja, ubicado en el caserío La Granja, distrito de Querocoto, provincia de Chota y departamento de Cajamarca. El Proyecto está localizado en un rango altitudinal entre 2000 m s.n.m. y 2800 m s.n.m.[1], y corresponde a la unidad hidrográfica del Alto Marañón IV.

2. El área del proyecto La Granja (en adelante el Proyecto) ha sido explorada anteriormente por Cambior Inc. (Cambior) entre los años 1994 y 1997. Posteriormente, en el año 2000, Cambior, vendió la concesión a la empresa Billiton Invesment B.V., luego de los estudios realizados en el área, el Proyecto fue devuelto al Estado Peruano.

3. El 16 de diciembre de 2005, como resultado de una nueva licitación pública internacional, se adjudicó la buena pro a la empresa Río Tinto Western Holding Limited. El 31 de enero de 2006, se firmó el contrato de trasferencia de las acciones y derechos de la concesión La Granja a favor de Río Tinto[2].

4. Actualmente, el Proyecto abarca nueve concesiones mineras para ejecutar las actividades de exploración, abarcando 11 500 ha. Sin embargo, las actividades se desarrollan en seis de las nueve concesiones, las cuales son: Florcita 2, Florcita 7, Florcita 8, Florcita 9, Florcita 10 y La Granja con 8900 ha en total.[3]

5. Hidrográficamente, el área del proyecto está ubicada en la subcuenca del río Paltic, cubriendo parte de las subcuencas del río Ayraca, la quebrada Checos y la quebrada Honda; todos tributarios por la margen derecha del río Paltic. Antes de la confluencia con el río Ayraca, el río Paltic se denomina río La Lima, y abarca los caseríos de La Granja, La Pampa, La Iraca y el centro poblado Paraguay.

6. En la zona, se ha identificado la presencia de pasivos ambientales de actividades mineras anteriores a RTMP (33 pasivos), los cuales no han sido remediados; al respecto, el manejo y forma de remediación (o reutilización de ser el caso) de los pasivos ambientales en la concesión La Granja se encuentra bajo la responsabilidad del Estado Peruano y Activos Mineros S.A.C., de acuerdo al Contrato de Privatización que RTMP firmó con el Estado Peruano que produjo efectos frente al Estado y terceros a partir del 03 de marzo de 2006[4]. Asimismo, se indica que las 460 plataformas de exploración que tiene el Proyecto, están ubicadas fuera de cualquier polígono o sitio arqueológico.

7. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD publicada el 01 de febrero de 2017 en el Diario Oficial el Peruano, se aprobó el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 (en adelante, Planefa 2017); el cual indica que la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA), a diferencia de la función supervisora permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas por el OEFA, con la finalidad de brindar información o soporte técnico para la supervisión directa.

---

1 2do Informe Técnico Sustentatorio de la 11ra MEIAsd Proyecto de Exploración La Granja, Capítulo 1.0.
2 11ra Modificación del EIASD del Proyecto de Exploración La Granja, ítem 5.2 Historia y Antecedentes.
3 2do Informe Técnico Sustentatorio de la 11ra MEIAsd Proyecto de Exploración La Granja, Capítulo 9.0.
4 11ra Modificación del EIASD del Proyecto de Exploración La Granja, ítem 2.2 Pasivos ambientales.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8. En consecuencia, como parte de esta función, se desarrollan las Evaluaciones Ambientales Tempranas (en adelante, EAT) para determinar el estado de la calidad del ambiente en el ámbito de influencia del universo de administrados, conformado por el total de empresas pertenecientes a los sectores supervisados por el OEFA.

9. La EAT, se constituye sobre una revisión exhaustiva de la información existente sobre el estado ambiental del área de influencia del proyecto La Granja del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, proveniente de fuentes oficiales de diversas instituciones, tales como instrumentos de gestión ambiental de los administrados, informes de supervisión del OEFA e informes de monitoreo ambiental que el propio administrado reporta a las autoridades competentes.

10. Del análisis de la referida documentación se determinó en primer lugar, la problemática socioambiental, así mismo, a los actores sociales involucrados, los objetivos y el área de estudio, y de esta manera se estableció preliminarmente la metodología de trabajo a utilizar, identificando los componentes ambientales a evaluar, la red de muestreo ambiental, los parámetros de muestreo, las herramientas de análisis necesarias para realizar una evaluación temprana de las condiciones ambientales en la zona de interés.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

11. Finalmente, el presente informe corresponde a la ejecución de la evaluación ambiental temprana, realizada del 02 al 14 de setiembre de 2017 (época de estiaje), en el área de influencia del proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

2. MARCO LEGAL

12. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y sus modificatorias.

13. Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental y sus modificatorias.

14. Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y sus modificatorias, así como su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2005-PCM.

15. Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, así como sus modificatorias.

16. Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.

17. Resolución Ministerial N° 247-2013-MINAM, que aprueba el Régimen Común de Fiscalización Ambiental.

18. Decreto Supremo N° 022-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

19. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

20. Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire.

21. Decreto Supremo N° 033-2007-PCM - Aprueban el Procedimiento para la aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental.

22. Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Decreto Supremo que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para aire.

23. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.

24. Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD, que aprueba el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental del OEFA, correspondiente al año 2017.

25. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales". Publicado el 11 de enero de 2016.

26. Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD, "Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental" y su modificatoria aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.

27. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, "Aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas"

3. ANTECEDENTES

28. En el año 2006, RTMP inició sus actividades, a través del desarrollo de un estudio del yacimiento por etapas, obteniendo diversos permisos ambientales para la ejecución de las actividades de exploración del Proyecto La Granja.

29. En ese sentido, se realizó la revisión de los Instrumentos de Gestión Ambiental (en adelante, IGA), informes emitidos por otras instituciones, y denuncias ambientales realizadas; la información en mención, se detalla brevemente en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Información documentaria asociada al proyecto minero La Granja de Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.

INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)				
N°	**Administrado**	**Título del IGA**	**Número de resolución aprobada por el Minem**	**Fecha de aprobación**
1	Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.	Aprueba la Declaración Jurada del proyecto de exploración "La Granja", que se realizará dentro del área de las concesiones mineras "La Granja" y "Florcita 4"	R.D. N° 465-2006-MEM/AAM	06 de noviembre de 2006

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)				
N°	**Administrado**	**Título del IGA**	**Número de resolución aprobada por el Minem**	**Fecha de aprobación**
2		Aprueba la Modificación de la Declaración Jurada del proyecto de exploración "La Granja", "Florcita 4" y "Florcita 10"	R.D. N° 509-2006-MEM/AAM	20 de diciembre de 2006
3		Aprueba la Evaluación Ambiental-Categoría C del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 133-2007-MEM/AAM	02 de abril de 2007
4		Aprueba la Primera Modificación de la Evaluación Ambiental del proyecto de exploración La Granja.	R.D. N° 223-2007-MEM/AAM	02 de julio de 2007
5		Aprueba la Segunda Modificación de la Evaluación Ambiental del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 379-2007-MEM/AAM	16 de noviembre de 2007
6		Aprueba la Tercera Modificación de la Evaluación Ambiental del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 047-2008-MEM/AAM	03 de marzo de 2008
7		Aprueba la Cuarta Modificación de la Evaluación Ambiental del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 190-2008-MEM-AAM	25 de julio de 2008
8		Aprueba la Quinta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración minero "La Granja".	R.D. N° 046-2010-MEM-AAM	09 de febrero de 2010
9		Aprueba la Sexta Modificación al Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 267-2010-MEM/AAM	20 de agosto de 2010
10		Aprueba la Séptima Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración minero "La Granja".	R.D. N° 165-2011-MEM/AAM	31 de mayo de 2011
11		Aprueba la Octava Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de Exploración Minero "La Granja".	R.D. N° 050-2012-MEM/AAM	17 de febrero de 2012
12		Aprueba la Novena Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Exploración Minero "La Granja".	R.D. N° 402-2012-MEM/AAM	03 de diciembre de 2012
13		Aprueba la Décima Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración minera "La Granja".	R.D. N° 491-2013-MEM/AAM	16 de diciembre de 2013
14		Primer Informe Técnico Sustentatorio, cuyo objetivo fue precisar los cambios al Proyecto de exploración La Granja, específicamente a componentes aprobados (plataformas y accesos peatonales) en la décima Modificación.	R.D. N° 487-2014-MEM-DGAAM	25 de agosto de 2014
15		Aprobar la Décimo Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (MEIAsd) del proyecto de exploración minero "La Granja".	R.D. N° 432-2015-MEN/DGAAM	11 de noviembre de 2015

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)				
N°	**Administrado**	**Título del IGA**	**Número de resolución aprobada por el Minem**	**Fecha de aprobación**
16		Primer Informe Técnico Sustentatorio de la Décimo Primera MEIAsd Proyecto de Exploración minero "La Granja".	R.D. N° 486-2015-MEN/DGAAM	22 de diciembre de 2015
17		Segundo Informe Técnico Sustentatorio de la décimo primera MEIAsd Proyecto de Exploración minero "La Granja".	R.D. N° 144-2016-MEN/DGAAM	10 de mayo de 2016

INFORMES DE OTRAS INSTITUCIONES			
N°	**Nombre del estudio**	**N° Informe**	**Fecha de aprobación**
1	Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la Cuenca del río Chamaya	Informe N° 034-2014-ANA-AAA.M-SDGCRH	Setiembre de 2014
2	IV Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la Cuenca del río Llaucano, región Cajamarca	Informe N° 063-2015-ANA-AAA.M-SDGCRH	Octubre de 2015
3	II Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la Cuenca del río Chamaya	Informe N° 059-2016-ANA-AAA.M-SDGCRH	Agosto de 2016

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Minem, ALA Chotano-Llaucano

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

30. De la revisión, análisis y sistematización de la información relevante de los IGA aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (en adelante, Minem), se describe en la Tabla 3-2 un breve resumen de los resultados recopilados en la línea base de los componentes ambientales evaluados, cuyos resultados servirían como fuente de referencia para la determinación de zonas críticas de cuerpos de agua de interés para la EAT.

Tabla 3-2. Cuerpos de agua de interés de acuerdo a los IGA asociados al proyecto minero La Granja

N°	Cuenca	Titular	Proyecto minero	IGA revisado	Zonas de posible influencia
1	Cuenca del río Paltic	Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.	La Granja	11ra. Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (MEIAsd) del proyecto de exploración minero "La Granja" (11 de noviembre de 2015)	Río Arcaya
					Quebrada Checos
					Quebrada Honda
					Río La Lima

Fuente: Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas – Minem.

31. Por otro lado, de la revisión de los IGA, se presentan los componentes propuestos para el desarrollo del proyecto minero La Granja; dicha información fue tomada en cuenta como un criterio más en la determinación de la red de puntos de muestreo de la evaluación ambiental temprana (ver Tabla 3-3).

Tabla 3-3. Componentes mineros de interés respecto al proyecto minero La Granja

N°	Cuenca	Titular	Proyecto	IGA revisado	Componentes mineros
1		Río Tinto Mineria Perú	La Granja	2do Informe Técnico	460 plataformas de perforación (365 nuevas y 95 existentes o ubicadas en

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Cuenca	Titular	Proyecto	IGA revisado	Componentes mineros
	Cuenca Alto Marañón	Limitada S.A.C.		Sustentatorio de la 11ra MEIAsd Proyecto de Exploración La Granja	áreas disturbadas) y 1840 pozas de sedimentación
					55 calicatas (3 m x 5 m x 5 m) con apertura a maquinaria
					Planta de tratamineto de aguas residuales domésticas
					Áreas de almacenamiento
					Campamento
					Instalación de pruebas metalúrgicas
					Mas de 180 km de acceso

Fuente: Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas – Minem.

32. De acuerdo con la información descrita en los IGA aprobados para el proyecto minero La Granja, los componentes evaluados ubicados en el área de influencia presentan características que en algunos casos han excedido las normas de comparación establecidas en nuestro país. Al respecto, en la Tabla 3-4 se presenta un breve resumen de la línea base del componente agua, evaluado en los IGA del proyecto minero La Granja en función de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales, subcategoría D1: vegetales de Tallo Bajo y Alto, y Subcategoría D2: Bebido de Animales, vigentes para aquel entonces (D.S. 002-2008-MINAM), así mismo, el componente aire fue comparado con el D.S. 003-2008-MINAM y D.S. 074-2001-PCM. Los resultados corresponden a los monitoreos realizados en los años 2012, 2013, 2014 y 2015.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 3-4. Componentes de interés evaluados de acuerdo a los IGA, asociados al proyecto La Granja

N°	Cuenca	IGA Revisado	Zonas críticas	Parámetros excedidos en calidad de agua	Parámetros excedidos en calidad de aire
1	Cuenca Alto Marañón, subcuenca del río Chotano	2do. Informe Técnico Sustentatorio de la 11ra MEIAsd Proyecto de Exploración La Granja – Linea Base R.D. N° 144-2016-MEN/DGAAM	La Pampa El Sauce	---	$PM_{2,5}$
			Río Paltic	pH, fenoles y hierro	---
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda	Fenoles y hierro	---
			Quebrada Honda, antes de la confluencia con río Paltic	pH, fenoles y hierro	---
			Quebrada S/N, margen izquierda de río Paltic	pH, fenoles, aluminio y hierro	----
			Quebrada S/N, margen izquierda del río Paltic	pH, nitrito, fenoles, y hierro	----
			Quebrada S/N, afluente por la margen izquierda del río Paltic, a 200 m de El Sauce	Hierro	----
			Río Paltic, aguas abajo de La Loma	Hierro y mercurio	----
2	Cuenca Alto Marañón, subcuenca del río Chotano	1er. Informe Técnico Sustentatorio de la 11ra MEIAsd Proyecto de Exploración La Granja R.D. N° 486-2015-MEN/DGAAM	La Granja La Iraca La Pampa Paraguay	---	$PM_{2,5}$
			Río Paltic; río Paltic, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Checos; quebrada S/N de la margen izquierda, en la cuenca alta con el río Ayraca; quebrada Honda, antes de la confluencia con río el Paltic.	pH, fenoles, hierro	----
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda; Río Paltic, aguas abajo de la	Fenoles y hierro	----

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Cuenca	IGA Revisado	Zonas críticas	Parámetros excedidos en calidad de agua	Parámetros excedidos en calidad de aire
			confluencia con la quebrada Checos; Río Ayraca, antes de la confluencia con el río La Lima		
			Río La Lima, aguas arriba de la confluencia con el río Ayraca	pH, fenoles, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, mercurio, manganeso y plomo	----
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia de los ríos La Lima y Ayraca; Río Paltic, aguas abajo de la descarga de la Planta de Contingencia	Hierro	----
			Río Ayraca, en su cuenca media, aguas abajo de la confluencia con la quebrada La Granja; quebrada El Rollo, parte alta de la microcuenca del río Ayraca	pH, fenoles	----
			Quebrada Tendal, aguas arriba de las actividades de exploración; quebrada Checos, brazo izquierdo aguas arriba de la estación LGW3-04	pH	----
			Quebrada La Granja, agua arriba de las actividades de exploración	pH, Fenoles y plomo	----
			Quebrada Salada, aguas arriba de la confluencia con río Ayraca	pH, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso y plomo	----
			Quebrada Checos, cuenca baja, aguas arriba de la confluencia con el río Paltic; quebrada Checos, en la cuenca media; quebarda S/N margen izquierda del río Paltic	pH, fenoles, aluminio y hierro	----
			Quebarda S/N margen izquierda del río Paltic	pH, nitritos, fenoles y hierro	----
			Quebrada S/N margen izquierda del río Paltic	pH, carbonatos, aluminio, hierro y manganeso	----
3		11ra. Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de exploración minera "La Granja" (monitoreo 2012) RD N° 432-2015-MEN/DGAAM	La Granja La Iraca	----	$PM_{2,5}$
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda	Fe	----
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Checos	Fe	----
			Río La Lima, aguas arriba de su confluencia con el río Ayraca	Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn y Pb	----
			Río Paltic, aguas abajo de la confluencia de los ríos La Lima y Ayraca, aguas arriba de la descarga de la Planta N° 2 (antes denominada Planta de Contingencia)	Fe	----
			Río Paltic aguas abajo de la descarga de la Planta N° 2 (antes denominada Planta de Contingencia)	Fe	----
			Río Ayraca, antes de su confluencia con el río La Lima, aproximadamente a 250 m aguas abajo de vertimiento LG-W2 (SAT-POZ-1).	Fe	----
			Quebrada Salada, antes de la confluencia con el río Ayraca	pH, Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb	----
			Subcuenca La Lima (monitoreo puntual enero-febrero 2013)	pH, Cd, Cu, Fe, Mn	----

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Cuenca	IGA Revisado	Zonas críticas	Parámetros excedidos en calidad de agua	Parámetros excedidos en calidad de aire
			Subcuenca Ayraca(monitoreo puntual enero-febrero 2013)	pH	----
			Subcuenca Checos(monitoreo puntual enero-febrero 2013)	pH	----
			Subcuenca Paltic (monitoreo puntual enero-febrero 2013)	pH, Fe, Hg, Mn	----

Fuente: Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas – Minem

33. De manera semejante, los resultados obtenidos de los monitoreos de calidad de agua superficial realizados por la Autoridad Administrativa del Agua IV Marañón (en adelante, AAAIV Marañón) de la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, ANA), se presentan en la siguiente Tabla 3-5.

Tabla 3-5. Resultados de los monitoreos realizados por la AAAIV Marañón

N°	Informes revisados	Zonas críticas	Parámetros que excedieron la normativa (D.S. N° 015-2015-MINAM)
1	Informe N° 059-2016-ANA-AAA.M-SDGCRH, "II Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chamaya"	Río Ayraca, aguas arriba del vertimiento de la PTAR de la empresa minera río Tinto	Eschericha Coli
		Río Ayraca, aguas abajo del vertimiento de la PTAR de la empresa minera río Tinto	Eschericha Coli
		Río Paltic después de la confluencia de la quebrada Checos	Eschericha Coli
		Río Paltic después de la confluencia con el río Lama	Eschericha Coli
2	Informe N° 063-2015-ANA-AAA.M-SDGCRH, "IV Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Llaucano, región Cajamarca"	Quebrada Chorro Blanco	Coliformes fecales

Fuente: Informes de Monitoreos de la ANA

34. En la Tabla 3-6, se describe un breve resumen de una denuncia ambiental registrada en el portal del Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales-SINADA durante el año 2015 con relación a la minera Río Tinto Minera Limitada S.A.C.

Tabla 3-6. Denuncia ambiental atendida por el SINADA del OEFA en el año 2015

Año	Componente asociado a la denuncia	Administrado relacionado con la denuncia	Recurso afectado según denuncia
2015	Agua	Río Tinto Minera Limitada S.A.C.	Presunta contaminación de la quebrada Cayalti - río La Iraca, por actividades de la minera.

Fuente: Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales-SINADA

35. El Proyecto La Granja se encuentra dentro de los bosques montanos sudamericanos. Los primeros trabajos realizados en el área de estudio son los Estudios de Línea Base de Flora y Fauna realizados por Golder Associates S.A. (Golder, 2008) en la cual registraron 60 especies de insectos, 11 especies de

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

anfibios y/o reptiles y 16 especies de mamíferos (considerando mayores y menores). Estudios posteriores realizados en las zonas cercanas al área del proyecto minero, han registrado 168 especies y 51 familias de plantas vasculares (Amec, 2013)[5]. Respecto a la fauna, no existe información detallada sobre diversos grupos biológicos.

4. JUSTIFICACIÓN

36. De los 120 conflictos socioambientales activos y latentes registrados durante el mes de octubre de 2017, el 64,2 % (77 casos) corresponde a conflictos relacionados a la actividad minera; le siguen los conflictos por actividades hidrocarburíferas con 13,3 % (16 casos) y conflictos por otras actividades representan el 22,5 %. Los conflictos activos relacionados a la actividad minera representaron durante este mes el 62,4 % (53 casos), de los cuales el 20,7 % (11 casos) se presentaron en el departamento de Cajamarca[6].

37. La gran minería en Cajamarca difunde la idea de que el "desarrollo minero y el desarrollo económico y social son inseparables" dentro de este marco conceptual, lo que las sociedades debieran esperar para alcanzar el desarrollo sostenible es la minería[7]. Si bien la contribución del sector minero en los indicadores macroeconómicos es innegable y constituye más del 50 % de los ingresos del país por exportaciones, el impacto que genera en el medio ambiente y en las comunidades en donde se asientan las minas, es motivo de constante preocupación, pues la población espera algún beneficio u obtener mayor empleo en la explotación minera, pero estos no se concretan y por lo común reciben daños y perjuicios[8].

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

38. La evaluación de la calidad ambiental con participación ciudadana para el ejercicio 2017, a través de evaluaciones ambientales tempranas, se enfocan en las áreas de influencia de los proyectos que son materia de la función evaluadora, ello de acuerdo con la priorización determinada en el Planefa 2017, con la finalidad de (i) contribuir a la prevención de los potenciales conflictos socioambientales, (ii) brindar soporte técnico a las acciones de supervisión y fiscalización ambiental que realiza el OEFA, (iii) proporcionar información a otras instituciones públicas y/o privadas para que actúen en el marco de sus competencias y (iv) constituir la etapa inicial de un sistema de vigilancia ambiental periódico.

39. Por ello, el OEFA determinó que una de las evaluaciones de calidad ambiental a ser ejecutadas a través de una evaluación ambiental temprana por la Dirección de Evaluación para el año 2017, corresponde al área de influencia del proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, ello mediante actividades de caracterización y monitoreo de los componentes ambientales asociados a las actividades fiscalizables por el OEFA.

---

5 10ma modificación del EIAsd del proyecto de exploración La Granja, Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C. (2013)

6 Defensoría del Pueblo. Conflictos sociales activos por departamento. Disponible en: http://www.defensoria.gob.pe/conflictos-sociales/conflictosactivos.php?it=6

7 Impactos Ambientales de la Gran Minería en Cajamarca– Perú, Grupo de formación e intervención para el desarrollo sostenible. Disponible en: http://www.grufides.org/sites/default/files/documentos/reportes_semestrales/Art%C3%ADculo%2028%20-%20Impactos%20Ambientales%20de%20Minera%20Yanacocha.pdf

8 Servicio de Información Indígena N° 57 - SERVINDI - (2004). La Minería y sus impactos, Problemática del sector minero

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

40. Para lograr lo anterior, fue necesario realizar un diagnóstico ambiental que comprenda la evaluación de distintos componentes ambientales en consenso con la población del área de influencia del proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, ello mediante los mecanismos establecidos en la normativa respecto a monitoreos ambientales participativos, aplicados para la realización de evaluaciones ambientales tempranas.

41. El presente informe se realiza dando cumplimiento a la función evaluadora del OEFA establecida en la Ley 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Sinefa, donde se establece que la función evaluadora comprende las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares que realiza el OEFA, según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

42. Realizar la evaluación ambiental temprana con participación ciudadana en el área de influencia del proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, durante el año 2017.

5.2. Objetivos específicos

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

43. Evaluar la calidad ambiental del agua superficial.

44. Evaluar las condiciones de las comunidades hidrobiológicas.

45. Evaluar la calidad ambiental de aire.

46. Evaluar la calidad ambiental de suelo.

47. Determinar la riqueza de especies, diversidad y abundancia de mamíferos y aves silvestres

6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

48. Políticamente, el Proyecto se encuentra ubicado en el caserío La Granja, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes en el norte del Perú y a 100 km en línea recta del océano Pacífico.

49. El área de estudio comprende la zona de influencia del proyecto minero La Granja. El área de influencia directa social, incluye los caseríos de: La Granja, La Iraca, La Pampa y Paraguay; así como específicamente los anexos de El Sauce, La Fila, Cundín y La Lima, ubicados dentro o muy cercano a la huella del proyecto, tomando en cuenta la ubicación de las plataformas de perforación, las vías de acceso a las plataformas y los demás componentes auxiliares, los cuales se ubicarían en las proximidades de estos caseríos, anexos y en terrenos utilizados

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

por los habitantes de estos para el desarrollo de sus actividades productivas[9]. (ver Figura 6-1).

50. El proyecto minero La Granja se encuentra dentro de los bosques montanos sudamericanos que se inician en las primeras estribaciones andinas y llegan a considerables altitudes (Young & Valencia, 1992). Los bosques húmedos de montaña denominados también como selva alta, montanas húmedas y cejas de montaña, se encuentran entre los 800 m s.n.m. y 3200 m s.n.m (llegando incluso hasta los 3700 m s.n.m.) de las vertientes orientales andinas (Brack, 2008).

51. Hidrográficamente, el área del proyecto está definida como el área geográfica que comprende la subcuenca del río Paltic, los ríos Ayraca, La Lima, quebrada Checos, quebrada Honda y otros afluentes del río Paltic, los cuales forman parte de la cuenca del río Marañón.

52. El río Paltic se une al río Chongoyapito, formando el río Ingueryacu para finalmente desembocar en el río Chotano, aproximadamente a unos 25 km aguas abajo del área del proyecto. El Río Chotano es afluente del río Huancabamba y éste del Chamaya, el cual, a su vez, es tributario por la marguen izquierda del río Marañón.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

[9] Área de Influencia Social Aprobada en la 11ra Modificatoria del EIAsd del proyecto de exploración minero "La Granja" aprobado mediante R.D. N° 432-2015-MEN/DGAAM

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

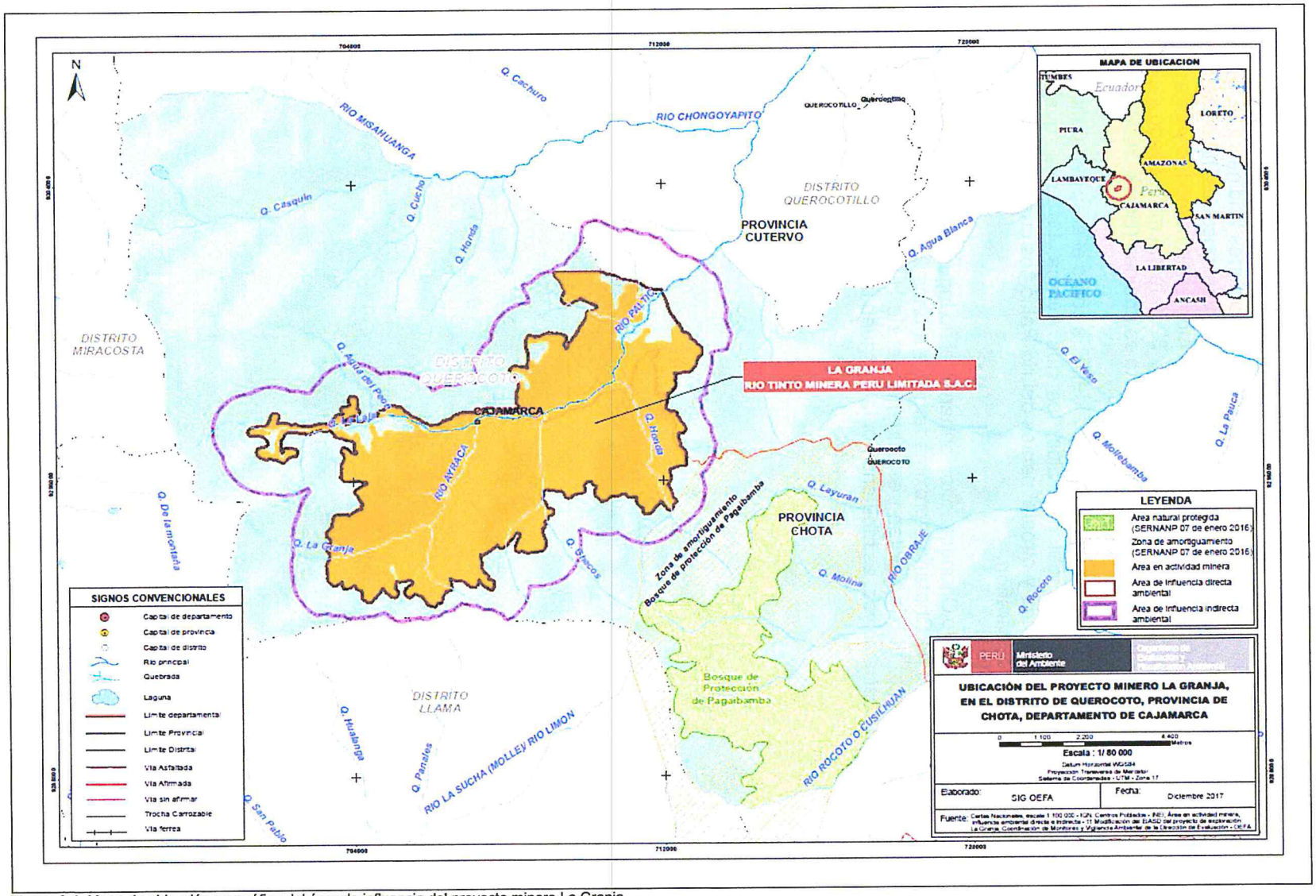


Figura 6-1. Mapa de ubicación geográfica del área de influencia del proyecto minero La Granja

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

6.1. Área de estudio de calidad de agua y comunidades hidrobiológicas

53. Para fines prácticos, el área de estudio fue agrupada teniendo en cuenta los cuerpos de agua evaluados en toda la zona de influencia del proyecto minero La Granja (ver Figura 6-2), las cuales se describen a continuación:

a) Microcuenca del río La Iraca
Esta microcuenca abarca las quebradas La Granja, Tendal y la quebrada Salada, cuyas aguas drenan al río La Iraca.

b) Microcuenca del río La Lima
Esta microcuenca recibe las aguas de las quebradas La Laja, Pampa Verde, Corro Blanco que forman el río La Lima.

c) Microcuenca de la quebrada Checos
En esta microcuenca se han establecido tres puntos de muestreo a lo largo de la quebrada Checos, y además se ha considerado un punto en la quebrada sin nombre que es afluente de la quebrada Checos por la margen izquierda.

d) Microcuenca de la quebrada Honda
En esta microcuenca se han establecido dos puntos de muestreo en la quebrada Honda y además un punto en la quebrada Mal Paso, aguas arriba de la carretera que une La Granja con el caserío EL Sauce.

e) Subcuenca del río Paltic
En esta subcuenca se han establecido seis puntos de muestreo a lo largo del río Paltic, considerando los puntos aguas arriba y aguas abajo de sus principales aportantes.

6.2. Área de estudio de calidad de aire

54. El área de estudio comprende los centros poblados de La Granja y Paraguay, las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, fueron ubicados en los poblados situados alrededor del área de influencia del proyecto La Granja, en el distrito de Querocoto.

6.3. Área de estudio de calidad de suelo

55. El área de estudio para evaluar la calidad de suelo agrícola, comprenden las tierras de cultivo (granadilla, yuca, café, etc.) o pastoreo (ganado vacuno) de propiedad de los pobladores de los centros poblados de la Granja (caseríos La Iraca, La Lima, La Granja, Checos, La Uñiga, El Sauce y La Pampa) y Paraguay (caseríos La Fila, Paraguay, La Palma, El Verde, Cundín, Nuevo Amanecer y Santa Isabel) que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto minero La Granja.

6.4. Área de estudio de fauna silvestre

56. El área de evaluación de fauna silvestre, que abarca el estudio de mamíferos y aves; la evaluación de mamíferos se realizó en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima, pertenecientes al distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca y la evaluación de aves del presente estudio abarcó los hábitats de bosques nublados, bosque ribereño y áreas intervenidas de los centros poblados La Palma, La Granja, La Lima y La

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Iraca, pertenecientes al distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

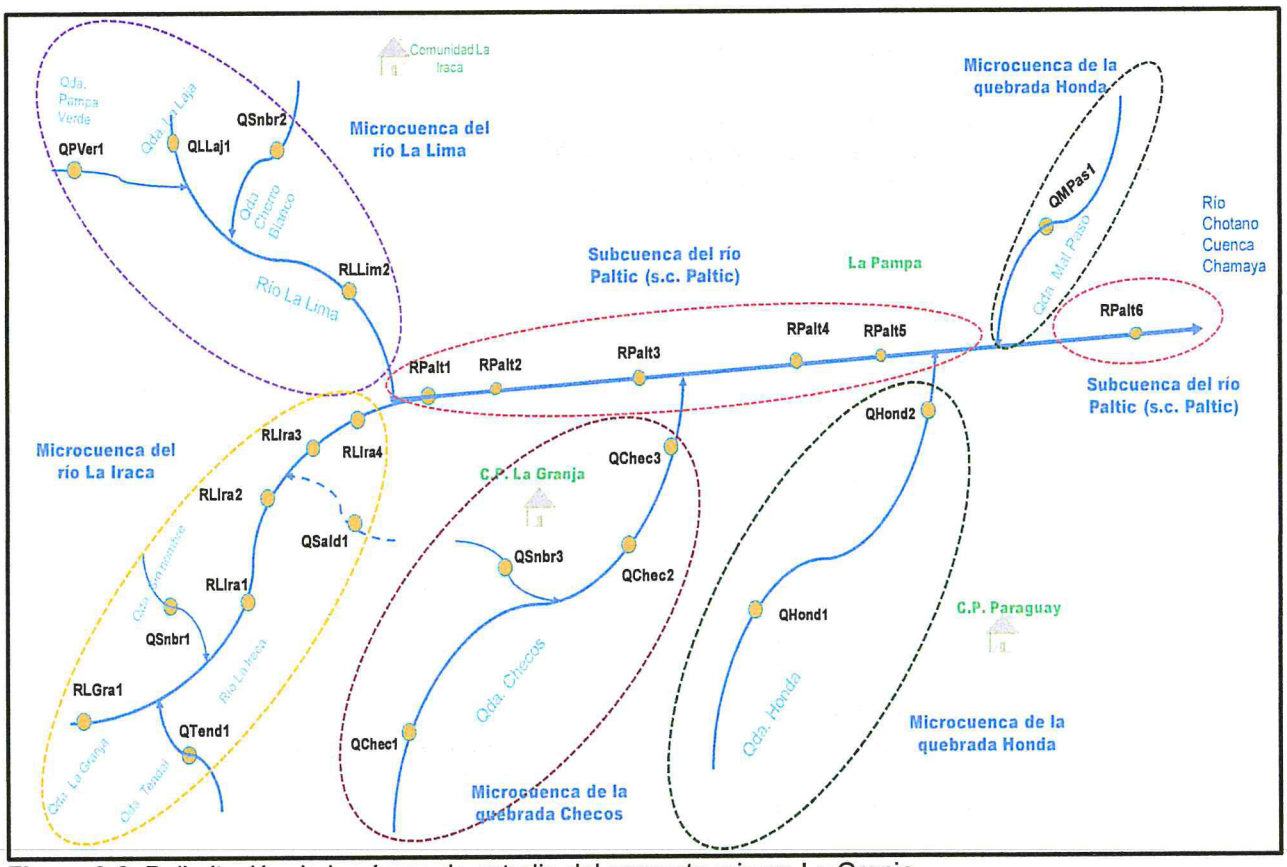


Figura 6-2. Delimitación de las áreas de estudio del proyecto minero La Granja

7. CONTEXTO SOCIAL

57. El contexto social se refiere a todas aquellas circunstancias que enmarcan la situación en la que se encuentra el área de interés; en este caso, el lugar donde se desarrolló la evaluación ambiental y en el que también están incluidos todas las personas que forman parte de la población residente en esa área.

58. La información del contexto social fue obtenida mediante la revisión de fuentes bibliográficas, lo que fue complementado con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento previa al desarrollo de la evaluación ambiental temprana y durante las etapas previas a la ejecución del mismo.

59. En el Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental a cargo del OEFA[10], se describen las etapas para la ejecución del monitoreo ambiental participativo (en adelante, MAP), instrumento utilizado para la realización de las evaluaciones ambientales tempranas, las cuales son las siguientes:

10 Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD, "Aprueban el Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA", del 2 de setiembre de 2014, modificada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- 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 del MAP.
- Etapa 6. Ejecución del MAP.
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado.

60. A continuación, se detalla información sobre el desarrollo de dichas etapas, incluyendo, la visita de reconocimiento, y se consignan los actores involucrados en la evaluación ambiental.

7.1. Etapas previas a la ejecución del monitoreo

61. Seguidamente se presentan las etapas previas a la ejecución del monitoreo, indicándose la fecha en la que tuvieron lugar y las actividades principales que se realizaron durante las mismas.

7.1.1. Visita de Reconocimiento

62. La visita de reconocimiento es una etapa adicional, previa al inicio de la evaluación ambiental temprana, el presente estudio se realizó del 04 al 09 de junio de 2017. Su objetivo fue establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona a evaluar, conocer su percepción respecto a la realización de la EAT, y reconocer técnica y logísticamente el área de intervención. Toda esta información, junto con el conocimiento de la situación social y ambiental del área de monitoreo, la existencia de conflictos, y las principales actividades económicas, entre otras, facilitaría el desarrollo de la EAT.

63. Durante la visita de reconocimiento se identificaron a los principales actores involucrados, sosteniendo reuniones con representantes de los centros poblados de La Granja y Paraguay, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, asimismo, con representantes del proyecto minero La Granja de Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.

64. Esta visita también sirvió para definir el área y los objetivos del estudio, lo que permitió identificar los componentes ambientales a evaluar, determinar la red y los parámetros de muestreo y establecer las herramientas de análisis que ayudarían a diagnosticar las condiciones ambientales de la zona.

7.1.2. Coordinación previa con los actores involucrados; convocatoria e inscripción a los programas de inducción.

65. Estas etapas fueron desarrolladas del 04 al 14 de julio de 2017, periodo durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa en las municipalidades de los centros poblados de La Granja y Paraguay, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, de igual manera se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

66. En dichas reuniones, se determinó lo siguiente:

- La EAT se realizaría solo con la participación de la población y representantes de los caseríos de los centros poblados de Paraguay y La Granja, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca
- Se concretaron las fechas y lugares para la convocatoria, inscripción, taller de inducción, presentación de la propuesta del plan y la ejecución de la EAT en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Granja, centros poblados de Paraguay y La Granja, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

67. La difusión fue realizada mediante comunicaciones formales (cartas y oficios) e instalación de pancartas en los locales comunales de cada caserío que conforman los centros poblados de Paraguay y La Granja, convocándose a los principales actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT, tales como representantes de los caseríos, alcaldes, presidente de la Federación de Rondas Campesinas del Distrito de Querocoto, Tenientes Gobernadores y Comités de Vigilancia Ambiental.

68. Por último, se reconocieron algunos puntos propuestos para el muestreo de calidad de agua e hidrobiología en el área de influencia del proyecto de exploración minera La Granja.

7.1.3. Realización de la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de la evaluación ambiental temprana.

69. Dichas etapas tuvieron lugar del 20 al 26 de julio de 2017, en los centros poblados de La Granja y Paraguay, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

70. Durante la inducción, el OEFA informó sobre las competencias de fiscalización ambiental a su cargo, los alcances del reglamento que regula la participación ciudadana en las acciones de monitoreo, los derechos y deberes de los participantes, y los lineamientos y procedimientos para la toma de muestras. Se entregó un certificado a los asistentes que se inscribieron con anticipación.

71. Inmediatamente después de la inducción, se continuó con el taller de presentación de la propuesta de ejecución. Durante la misma, se explicó lo siguiente:

- Los objetivos del monitoreo.
- Las acciones de monitoreo que serían impulsadas por el OEFA en campo.
- Los criterios para la elección de los puntos de muestreo.
- La metodología para la recolección de muestras y mediciones en campo.
- La metodología que se aplicará para la evaluación de los resultados obtenidos.
- Los alcances de la participación ciudadana durante las labores de monitoreo a realizarse.
- Otros aspectos de interés.

72. Finalizando cada una de estas reuniones sostenidas, se validaron puntos de muestreo propuestos con acompañamiento de la población.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

73. Los acuerdos tomados estuvieron relacionados principalmente con las fechas de ejecución del monitoreo y los participantes que acompañarían al OEFA durante la misma. Las actas y listas de participantes, correspondientes a cada una de las etapas del EAT, se presentan en el Anexo A.

7.2. Ejecución de la evaluación ambiental temprana.

74. Esta etapa, se desarrolló del 2 al 14 de setiembre de 2017, donde se realizó la toma de muestras de agua, comunidades hidrobiológicas, aire, suelo y fauna silvestre, teniendo en cuenta los puntos de muestreo validados previamente.

75. La ejecución de la EAT, se realizó con la participación de los representantes de cada caserío de los centros poblados de Paraguay y La Granja, seleccionados previamente en el taller de presentación de la propuesta del plan, los cuales participaron junto a los especialistas de la Coordinación de Monitoreo y Vigilancia Ambiental de la Dirección de Evaluación del OEFA, durante el monitoreo de los componentes ambientales mencionados.

7.3. Actores involucrados

76. Los actores sociales involucrados en el desarrollo de la EAT, han sido identificados durante la visita de reconocimiento y en gabinete, en los centros poblados del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, y se consignan en la Tabla 7-1, estos se encuentran especificados en el Anexo A.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 7-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo de la EAT

Actores	Distrito	Provincia	Cajamarca
Municipalidad Distrital de Querocoto	Querocoto	Chota	Cajamarca
Municipalidad del Centro Poblado de Paraguay	Querocoto	Chota	Cajamarca
Municipalidad del Centro Poblado de La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Comité de vigilancia ambiental del centro poblado de Paraguay	Querocoto	Chota	Cajamarca
Comité de Vigilancia Ambiental del centro poblado de La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda Campesina de la Zonal II (Centro Poblado La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda Campesina de la Zonal III (Centro Poblado de Paraguay	Querocoto	Chota	Cajamarca
Federación de rondas del distrito de Querocoto	Querocoto	Chota	Cajamarca
Subprefectura del distrito de Querocoto	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío La Iraca	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío La Iraca	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación[11] del caserío de La Iraca	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío La Iraca	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío de Checos	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío de Checos	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío de Checos	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío El Sauce	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío El Sauce	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío El Sauce	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío La Granja	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío La Lima	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío La Lima	Querocoto	Chota	Cajamarca

[11] Ley N° 30438, Ley que modifica el Decreto Legislativo 1140, Decreto Legislativo que crea la Oficina Nacional de Gobierno del Interior, "Artículo 17, Tenencias de Gobernación".

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Actores	Distrito	Provincia	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío La Lima	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío La Lima	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío La Pampa	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío La Pampa	Querocoto	Chota	Cajamarca
La Asociación de Padres de Familia (APAFA) del caserío de La Pampa	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío La Uñiga	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío La Uñiga	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío de Cundín	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío de Cundín	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío de Cundín	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío La Palma	Querocoto	Chota	Cajamarca
Agente Municipal del caserío La Palma	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío La Palma	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío de Paraguay	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío de Paraguay	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío Santa Isabel	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda femenina del caserío Santa Isabel	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío Santa Isabel	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío El Verde	Querocoto	Chota	Cajamarca
Tenencia de Gobernación del caserío El Verde	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío El Verde	Querocoto	Chota	Cajamarca
Ronda campesina del caserío Vista Alegre	Querocoto	Chota	Cajamarca

77. La ejecución de la evaluación ambiental temprana, se realizó con el acompañamiento de los representantes designados en las etapas de Inducción y Taller de la Presentación del Plan de Monitoreo en los centros poblados de Paraguay y La Granja respectivamente.

8. MARCO CONCEPTUAL

78. En este apartado se realiza una introducción sobre cada uno de los componentes ambientales que fueron evaluados en la EAT llevado a cabo en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca; además, se presentan conceptos y metodologías que se han tenido en cuenta para realizar el análisis de resultados referentes a cada componente ambiental.

8.1. Agua superficial

79. La creciente presión sobre los cuerpos naturales de agua puede afectar la calidad de los recursos hídricos, impactando en los ecosistemas acuáticos y comprometiendo la disponibilidad de los mismos.

80. Aunque el agua superficial disponible en Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas regiones del país, lo que es uno de los problemas más graves existentes puesto que constituye un impedimento para lograr el uso de dicho recurso de manera eficiente[12].

81. De manera general, se puede afirmar que el deterioro de la calidad de agua se debe fundamentalmente al aumento de la población (situación que se agrava por las invasiones descontroladas) y a las actividades antropogénicas. Entre otras causas, la calidad del agua puede verse afectada por la falta de tratamiento

12 Ayuda Memoria del Plan Nacional de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del 2013 (http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf)

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

adecuado de las aguas residuales, la realización de vertimientos procedentes de industrias extractivas (principalmente minería e hidrocarburos) no formalizadas, el uso de pesticidas, la ausencia de vegetación de ribera en los cursos de agua, etc. Toda esta problemática, también tiene un gran impacto sobre el resto de componentes ambientales que van hacer analizados en el presente informe[13].

8.1.1. Parámetros físicos analizados

a. Sólidos totales y disueltos

82. Las partículas que se encuentran en los cuerpos de agua tienen una variedad de tamaños, formas y composición química; sin embargo, tienen características similares que facilitan su clasificación en determinadas categorías, una de ellas es la de sólidos disueltos, definida por contener aquellos sólidos que pueden filtrarse por poros de 1,2 µm o de diámetro menor, por lo general estos sólidos se encuentran entre el rango de 0,01µm a 1,0 µm (Metcalf y Eddy, 2014). Otra categoría de sólidos es la de sólidos totales que incluye tanto a los disueltos como a los suspendidos. Los sólidos totales y los disueltos generan una serie de afectaciones a la salud de los ecosistemas, debido a la formación de turbidez en las aguas naturales, además de que pueden llegar a sedimentarse dañando así el hábitat de algunos organismos bentónicos y fomentar las sobrepoblaciones bacterianas (Mackenzie, 2005).

b. pH

83. El pH es una escala logarítmica que mide la presencia de concentración de hidronios en una sustancia (Jenkins, 2009), que sufre reacciones químicas basadas en la siguiente ecuación:

$$B - + HA \leftrightarrow HB + A \qquad (8.1)$$

Dónde:

B : Base1
HB : Ácido$_2$
HA : Ácido$_1$
A : Base$_2$

84. Por lo general el pH de las aguas superficiales, está entre el rango de 6,5 y 8,5 y es gracias a estos valores que se pueden realizar otra serie de reacciones químicas como la reducción-oxidación, además que permite el desarrollo de la vida acuática y sus procesos biológicos (Alfayate, 2008).

85. Existen diversos factores que modifican la acidez del líquido uno de ellos es la composición geológica del cauce del río, pues este sustrato es erosionado y con ello se da la liberación de sales, lo que aumenta el carácter básico del recurso (Mackenzie, 2005), caso contrario sucede cuando hay altas concentraciones de dióxido de carbono, el cual le da un carácter ácido a las aguas (Alfayate, 2008), es por ello que para garantizar la calidad de un cuerpo de agua es necesario controlar variables como el pH, pues es parámetro que regula diversidad de procesos en el agua (Metcalf & Eddy, 2014).

[13] Ayuda Memoria del Plan Nacional de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del 2013 (http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf)

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

c. Conductividad eléctrica (C.E.)

86. La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad del agua de conducir una corriente eléctrica. Es sensible a las variaciones de sólidos disueltos, principalmente de sales minerales. Para un cuerpo de agua en específico, se relaciona con los sólidos totales disueltos y con los iones mayoritarios (Chapman, 1996). La conductividad eléctrica de la mayoría de las aguas dulces naturales se encuentra entre los 10 µS/cm a los 350 µS/cm; aunque, por supuesto depende del tipo de geología. En zonas con influencia marino costera los valores pueden ir desde los 125 µS/cm hasta los 2200 µS/cm; mientras que en lagos y reservorios las conductividades son por lo general más bajas (ANZECC, 2000).

8.1.2. Principales características químicas del agua

87. El agua es una solución/suspensión acuosa en la cual suceden una serie de reacciones químicas de importancia biológica, las cuales entre sus interacciones brindan esas características al agua (Jenkins, 2009).

a. Cloruros (Cl^-)

88. El Cloro presente en las aguas naturales, se debe principalmente a la interacción del elemento con sales como el Calcio, Magnesio y Sodio, las cuales provienen de la erosión de las rocas evaporíticas (González, 2011); las concentraciones de cloruros por lo general no son lo suficientemente altas para modificar el sabor y el olor del agua y su rango promedio en aguas superficiales es de entre 1 mgCl/L hasta100 mgCl/L (Sandí, 2010).

b. Sulfatos

89. Los sulfatos son compuestos que se encuentran diluidos en las aguas superficiales por la acción erosiva que tiene el líquido sobre rocas sedimentarias como la lutita, y por las interacciones bioquímicas de las bacterias sulfato-reductoras que están presentes en el medio, quienes modifican las propiedades químicas creando estos compuestos; para garantizar que el sulfato no vaya ocasionar cambios en la calidad del agua es pertinente que las concentraciones no sobrepasen el rango comprendido entre 10 mg SO_4/L y 80 mg SO_4/L (Weiner, 2013).

90. La remoción de sulfatos de las aguas naturales es un tratamiento muy costoso, por ello es recomendable no utilizar aquellos cuerpos de agua que contengan concentraciones mayores a 500 mgSO_4/L pues luego de este umbral el agua empieza a generarse corrosión y se produce un efecto laxante en los consumidores (Weiner, 2013).

c. Plomo

91. El plomo es un elemento que se le puede encontrar en una variedad de medios, ya sea en el aire, suelo, plantas, animales y el agua; sin embargo, es el suelo quien contiene la mayor cantidad de este metal, el cual es liberado a los cuerpos de agua mediante la acción erosiva que sufre el manto y las rocas contenedoras, la capacidad de dispersión que tiene el recurso hídrico sobre este metal hace que las concentraciones promedio ronden de los 0,001 µgPb/ml hasta los 0,01 µgPb/ml, valores que están muy por debajo de la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud, la cual equivale a 0,1 µgPb/ml (Albert, 2012).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

d. Hierro

92. El comportamiento químico del hierro en las aguas naturales es originado principalmente por la reacción oxidación-reducción que se da por medio de la interacción con compuestos orgánicos e inorgánicos del medio; así también es gracias a este tipo de reacciones que se reduce el contenido de este elemento en las aguas naturales (Jenkins, 2009). Es la especie Fe^{+2}, el ion que se encuentra mayoritariamente dentro de los cauces y su concentración promedio es de 700 µgFe/L, sin embargo, una acumulación excesiva de este metal puede llegar a ocasionar cambios en la coloración y sabor del agua, haciendo que no sea gusto del consumidor (Postawa, 2013).

93. Para lograr una remoción del Hierro de las aguas que van a ser consumidas, simplemente se deben seguir el mismo tratamiento de eliminación de la turbiedad, logrando así reducciones en las concentraciones de 0,3 mgFe/L hasta 10 mgFe/L (Vargas, 2004).

e. Manganeso

94. El manganeso es un elemento que está asociado a la presencia del hierro y de igual forma el Manganeso es un componente de los suelos el cual al ser erosionado por las aguas es incorporado a esta y sufre una serie de reacciones en las cuales se libera la especie Mn^{+2}, ion que puede reducirse hasta formar otros óxidos menos solubles; la concentración de este elemento ronda los 200 µgMn/L y su límite máximo permisible es de 0,5 mg/L para consumo humano (Postawa, 2013).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

f. Ion sodio

95. Las concentraciones de ion sodio en aguas naturales superficiales varían de manera considerable dependiendo de las condiciones geológicas locales, descargas de aguas residuales y en algunos países del uso estacional de sal en carreteras.

96. Algunas aguas superficiales, incluyendo aquellas que reciben descargas de aguas residuales tienen valores de concentración debajo de los 50 mg/L. Aunque las aguas subterráneas pueden exceden los 50 mg Na+ /L. La sodificación de suelos (natural o antropogénica) provoca efectos negativos sobre la producción y la productividad de cultivos porque deteriora sus propiedades físicas. Este deterioro se manifiesta en una drástica disminución en la conductividad hidráulica o en la tasa de infiltración del agua en el suelo y puede ser difícil de corregir porque requiere la utilización conjunta de enmiendas, grandes volúmenes de agua y complicados sistemas de drenaje (Guerrero, 2004).

97. La acumulación del sodio en el suelo tiene dos efectos principales; en primer lugar, si es absorbido como ión, al acumularse es tóxico para las plantas y si es absorbido por las arcillas, sustituye al calcio y al magnesio, lo que provoca cambios en la estructura que afectan la permeabilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. El peligro de sodificación depende de la concentración relativa y absoluta de los cationes en el agua, de los cuales los principales son el calcio, el magnesio y el sodio. Si la proporción de sodio es alta, es mayor el problema, pero si predomina el calcio y magnesio, es menor.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

g. Bicarbonato

98. La alcalinidad es una medida de la capacidad de neutralización del agua. Indica la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y menos significativamente de boratos, silicatos, fosfatos y sustancias orgánicas. Se expresa como equivalentes de carbonato de calcio ($CaCO_3$). La composición de las especies de la alcalinidad depende del pH, la composición mineral, la temperatura y la fuerza iónica; sin embargo, normalmente se interpreta como una función de los carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (McNeely et al., 1979).

99. Su presencia en las aguas naturales es importante ya que contribuye a mantener el balance iónico y a evitar propiedades corrosivas o incrustantes, raramente excede los 500 mg $CaCO_3$/L. Para proteger la vida acuática, las guías estipulan que la alcalinidad se debe mantener a los niveles naturales propios del área, sin variaciones drásticas.

h. Potasio

100. En aguas naturales las concentraciones de potasio son menores a 10 mg K+ /L, aunque puede aumentar por deposición atmosférica, escorrentía de terrenos agrícolas e influencia de drenajes de irrigación. Dado que son elementos esenciales, para la nutrición de las plantas, su presencia en el agua es beneficiosa.

i. Calcio

101. El calcio es un metal alcalino térreo y uno de los cationes más abundantes en aguas subterráneas y superficiales. Es fácilmente disuelto de las rocas ricas en minerales que lo contienen como calcita y dolomita, por el agua de escorrentía o de lluvia. La presencia de calcio en aguas naturales varía de acuerdo con la proximidad a la fuente natural. Típicamente se encuentra en concentraciones menores a 15 mg Ca^{2+}/L, mientras que en aguas cercanas a rocas carbonatadas pueden estar en el ámbito de 30 mg Ca^{2+}/L a 100 mg Ca^{2+}/L.

102. Las aguas residuales contribuyen de manera importante a las concentraciones de calcio en las aguas superficiales. La lluvia ácida puede incrementar el lixiviado de los iones calcio del suelo. El calcio ayuda a mantener la estructura de las células de las plantas y es deseable en aguas de riego debido a que mejora la estructura del suelo. Las altas concentraciones de calcio en el agua no son dañinas para la mayoría de los organismos acuáticos y puede más bien reducir la toxicidad en peces de algunos compuestos químicos.

j. Magnesio

103. El magnesio está presente en las aguas como ion Mg^{2+} y junto con el calcio, provoca la dureza del agua. Proviene principalmente de los minerales ferromagnésicos y de algunas rocas que contienen carbonatos. Se encuentra también en la clorofila, en diferentes compuestos organometálicos, en materia orgánica y es esencial para los seres vivos. Las concentraciones naturales varían entre 1 y hasta 100 mg/L, dependiendo del tipo de roca de que provenga. Aunque, el magnesio es empleado en procesos industriales, el aporte de las aguas residuales en magnesio a las concentraciones totales en aguas superficiales, es relativamente bajo.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.2. Comunidades hidrobiológicas

104. Para fines del presente informe, se define como comunidades hidrobiológicas a los diferentes grupos de organismos que viven en los ecosistemas de agua dulce, los cuales pueden ser empleados en monitoreos biológicos de calidad de agua. Estos organismos se encuentran tanto en ambientes lénticos (lagos, lagunas, embalses, estanques, entre otros) como lóticos (ríos, quebradas, arroyos, entre otros) y ocupan diferentes niveles en la red trófica acuática.

105. Todas las comunidades hidrobiológicas se caracterizan por su compleja composición, organización biótica y estrecha relación con el medio físico acuático del cual son dependientes. Estas comunidades, según sus roles en el ecosistema, son clasificados como productores primarios (microalgas y algas filamentosas), consumidores primarios, secundarios y terciarios (zooplancton, zoobentos y peces) y los descomponedores (bacterias, hongos y algunos organismos del zoobentos) (UNMSM-MHN & MINAM, 2014).

106. Las comunidades hidrobiológicas empleadas con mayor frecuencia en monitoreos de calidad de agua en ambientes lóticos, los cuales son objeto de la presente evaluación, son: i) perifiton; ii) macroinvertebrados bentónicos; y iii) peces. En los siguientes párrafos se procederán a definir las comunidades mencionadas y otros conceptos relacionados, los cuales facilitarán la comprensión de las próximas partes del presente documento.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

a. Perifiton

107. Esta comunidad se caracteriza por crecer sobre piedras, ramas y otras superficies sumergidas; pueden ser bacterias, protozoos, rotíferos, algas y otros microorganismos de vida libre que nadan, se deslizan o se fijan (Wetzel, 2001). En los análisis de esta comunidad se consideran los grupos de microalgas y microorganismos de vida libre. Debido a que esta comunidad se adhiere al sustrato, se puede integrar de forma física y química a las perturbaciones de la corriente y de los nutrientes, por ello es considerada en las evaluaciones de ambientes lóticos. Roldán y Ramírez (2008; citados por Montoya-Moreno y Aguirre, 2013) separan al perifiton en sus componentes vegetal y animal, denominándolos respectivamente ficoperifiton y zooperifiton.

b. Macroinvertebrados bentónicos

108. Esta comunidad acuática está constituida por organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas (Roldán, 2016). Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos, principalmente. Se les denomina macroinvertebrados, porque su tamaño varía desde 0,5 mm hasta alrededor de 5,0 mm, por lo que se les puede observar a simple vista. Durante sus ciclos de vida, estos organismos pueden construir casas, tubos o redes adjuntos en los cuales viven; también deambulan o se esconden libremente bajo rocas, desechos orgánicos y otros sustratos (APHA, 2012).

c. Peces

109. Los peces son un componente mayoritario en la mayoría de los hábitats acuáticos. También son una fuente importante de alimento y recreación, siendo clave en muchas redes tróficas naturales. Pueden afectar las propiedades fisicoquímicas

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

de los sistemas acuáticos donde están presentes; interactuar con el plancton, macrófitas y otros organismos acuáticos; y servir como indicadores ambientales (APHA 2012). En el Perú, la diversidad ictiológica es elevada, representada por más de 60 familias y 1064 especies (Ortega et al. 2012).

8.2.1. Composición, riqueza y abundancia

110. Entiéndase por composición al conjunto particular de especies en una comunidad; riqueza, al número de taxa o especies diferentes en una comunidad; y abundancia, al número de organismos de cada taxa o especie en una comunidad.

8.2.2. Diversidad alfa

111. La diversidad alfa está relacionada al número de especies de un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto 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 & Halffter, 2000).

- Números de Hill (diversidad verdadera)

112. 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. Es en base a esta modificación que 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8.2.3. Diversidad beta

113. La diversidad beta es el marco conceptual del estudio de las similitudes y las diferencias entre comunidades bióticas y permite cuantificar la diferenciación taxonómica entre ellas (Moreno & Halffter, 2000).

- Índice de similitud de Bray Curtis

114. El índice de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957) es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pielou, 1984), la consideran como una medida de la diferencia entre las abundancias relativas de cada especie presente. Toma valores entre 0 (ninguna especie en común) y 1 (muestras idénticas) lo que ha demostrado ser más útil para recoger información sobre la estructura de las comunidades que los métodos univariados (Warwick & Clarke, 1995).

8.2.4. Bioindicador de la calidad de agua

115. Zúñiga (2009), define a un bioindicador como una "especie, población o comunidad indicadora, que tiene requerimientos específicos con relación a un conjunto de variables físicas o químicas conocidas, cuyos cambios en la presencia o ausencia, número de individuos, morfología, fisiología o comportamiento de estas especies, indican que las variables fisicoquímicas dadas están fuera de sus límites preferidos". En ese mismo sentido, Roldán (2003) complementa el concepto anterior al afirmar que un organismo es un indicador de calidad de agua cuando éste se encuentra invariablemente en un ecosistema de características

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte un hábitat.

8.2.5. Índice biótico

116. Un índice biótico es una medida que estima la afectación de la calidad de un cuerpo de agua, a través de la obtención de un valor numérico que sintetiza las características de todos los taxa presentes. Habitualmente consisten en la combinación de dos o tres propiedades de la asociación: la riqueza de taxa y la tolerancia/intolerancia a la contaminación para los índices cualitativos (por ejemplo, índice BMWP/Col), y estos junto a la abundancia (absoluta o relativa) para los índices cuantitativos (por ejemplo, índice biótico de familia). Así, los taxa o familias que tienen un menor valor de tolerancia, son los que mejor prosperan en cuerpos de agua perturbados, y de forma inversa, aquellas que tienen un mayor valor de tolerancia, son las que frecuentemente se encuentran en ambientes prístinos o muy poco perturbados (Egler ,2002; Prat et al. 2009).

8.3. Aire

8.3.1. Generalidades

117. El aire limpio es un requisito básico de la salud y del bienestar humano, aunque su contaminación sigue representando una gran amenaza para la salud en todo el mundo[14].

118. Un contaminante del aire es una sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano.[15] Los contaminantes atmosféricos son producidos por fuentes fijas y móviles, pudiendo generar problemas a lo largo de su desplazamiento y dar lugar a contaminantes secundarios (lluvia ácida u ozono).

119. Según el D.S. N° 003-2017-MINAM, los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes: dióxido de azufre (SO_2), material particulado con diámetro menor a 10 micrómetros (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), plomo (Pb) y sulfuro de hidrógeno (H_2S). Dichos parámetros son consignados en la Tabla 8-1.

Tabla 8-1. Parámetros de calidad de aire

Grupo	Parámetro
Material particulado	✓ Material particulado respirable de diámetro menor a 10 µm (PM_{10}) ✓ Material particulado respirable de diámetro menor a 2,5 µm ($PM_{2,5}$)
Gases	✓ Dióxido de azufre ✓ Monóxido de carbono ✓ Dióxido de nitrógeno ✓ Ozono ✓ Sulfuro de hidrógeno
Metales pesados	✓ Plomo
Meteorológicos	✓ Dirección del viento ✓ Velocidad del viento ✓ Temperatura ✓ Humedad relativa ✓ Precipitación

14 Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud. 2006.

15 Decreto Supremo N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Dirección General de Salud Ambiental (Digesa).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Grupo	Parámetro
	✓ Radiación Solar ✓ Altitud ✓ Perfil vertical de temperatura ✓ Nubosidad

Fuente: Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos. Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (Digesa), 2005.

120. Los contaminantes han de monitorearse en función a la fuente de contaminación. En la Tabla 8-2 se muestran ejemplos de los contaminantes que deberían monitorearse en función a las principales fuentes que pueden originarlos.

Tabla 8-2. Contaminantes de aire en función a las principales fuentes

Fuente	Contaminante
Vehículos (tráfico intenso)	Dióxido de nitrógeno Monóxido de carbono Dióxido de azufre PM_{10} / $PM_{2,5}$
Domicilios / Consumo de leña	PM_{10} / $PM_{2,5}$ Monóxido de carbono
Industrias y domésticas / consumo de carbón	PM_{10} / $PM_{2,5}$ Dióxido de azufre
Pesqueras	Sulfuro de hidrógeno, PM(*)
Cemento	PM_{10} / $PM_{2,5}$
Generación eléctrica / consumo de carbón, residual y diésel	Dióxido de azufre PM_{10} / $PM_{2,5}$

Fuente: Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos. Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (Digesa), 2005.
(*) PM: partículas en movimiento

121. A continuación, se realiza una breve explicación sobre los contaminantes que han sido analizados en el presente informe.

a) Material particulado

122. Este material puede tener origen primario o secundario. El origen de las partículas[16] es primario cuando estas son emitidas directamente a la atmósfera, ya sea de manera natural (polvo y partículas del suelo, partículas salinas marinas, esporas y pólenes, entre otros) o como consecuencia de la actividad humana, que en ambientes urbanos está asociado especialmente a la circulación de vehículos, procesos de combustión (industriales, calefacción), entre otras. El origen de las partículas es secundario cuando son producidas en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de gases precursores (SO_2, NOx, NH_3 y compuestos orgánicos volátiles, principalmente).

123. Los materiales particulados son los contaminantes del aire más importantes en cuanto a peligrosidad para la salud humana (aquellas de un diámetro aerodinámico menor a 10 micras, es decir, PM_{10}), ya que pueden ser inhaladas y penetrar así en el sistema respiratorio. Las de menor tamaño ($PM_{2,5}$, que son las que tienen un tamaño de 2,5 micras de diámetro o inferior) pueden incluso alcanzar los alveolos pulmonares, lo que les permite de este modo llevar sustancias nocivas a zonas muy sensibles y agravar patologías que pueden conducir incluso a una muerte prematura. Para el presente informe, se realizará el análisis únicamente para PM_{10}.

16 Según el Sistema Español de Inventario de Emisiones, el foco más influyente de material particulado es la combustión en sectores no industriales, tanto para las PM_{10} como para las $PM_{2,5}$, seguida por el tráfico rodado (en el caso de las PM_{10}) o por la agricultura (en el de las $PM_{2,5}$).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

124. Las partículas ultra finas en suspensión también pueden tener efectos muy diversos sobre el medio ambiente y el clima, dependiendo de su tamaño y composición. Por lo general, pueden afectar al crecimiento vegetal, la fauna (de modo similar a los seres humanos), reducen la visibilidad, pueden alterar los patrones de precipitación, etc.

8.3.2. Factores que afectan la concentración de los contaminantes del aire

125. La concentración local de los contaminantes del aire depende de la magnitud de las fuentes y de la eficiencia de su dispersión. Las variaciones diarias en las concentraciones están más afectadas por las condiciones meteorológicas que por los cambios en la magnitud de las fuentes. El viento es un elemento clave en la dispersión de los contaminantes del aire, para fuentes ubicadas en el nivel del suelo, la concentración de los contaminantes tiene una relación inversa con la velocidad del viento. La turbulencia también es importante en un espacio accidentado, como el que presenta un conglomerado de edificios, tiende a incrementar la turbulencia y la dispersión de los contaminantes (OMS, 2004).

8.4. Suelo

126. Honorato (2000), menciona que un suelo es un cuerpo natural, tridimensional, trifásico (fase sólida, liquida y gaseosa) que ocupa un lugar en el espacio, con características únicas, producto de la transformación del material original o parental; que, a través de procesos destructivos y de síntesis provocada por una determinada combinación de factores ambientales se expresan en un perfil con horizontes y estratos.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

127. El Semarnat (2007), indica que el suelo desde el punto de vista ambiental, es un recurso natural escaso, no renovable en escalas de tiempo humano (renovación y formación muy lenta), y que sostiene la producción primaria mundial; es parte de los procesos ecosistémicos, debido a las funciones y servicios que realiza tales como la regulación y la distribución del flujo de agua o como amortiguador de los efectos de diversos contaminantes.

128. El Minam (2013)[17], en sus documentos de gestión de suelos, lo define como: *"...material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad..."*. Además, también define, que desde el punto de vista agrícola es: *"...Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas..."*.

129. Por otro lado, los suelos tienen algunas propiedades físicas muy importantes tales como la textura, el color, la estructura, el peso, la porosidad, el drenaje y la profundidad, las cuales de acuerdo con su variación le confieren características propias.

[17] Minam - Ministerio del Ambiente, publica el Decreto Supremo 002-2013-MINAM, donde se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, donde define los términos referentes al término suelo.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.4.1. Textura

130. Según R. Honorato (2000), la textura es una expresión cualitativa y cuantitativa del tamaño de las partículas. Cualitativa ya que se refiere al comportamiento que resulta del tamaño y de la naturaleza de los constituyentes del suelo, y cuantitativa por ser una expresión porcentual. Es decir, se refiere a la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de partículas existentes, expresada como porcentaje de la fracción mineral.

131. Se distinguen tres tipos de partículas: arcilla, limo y arena; la distinción entre ellas se basa en una distribución arbitraria que asocia a cada fracción propiedades relacionadas al tamaño. El número de combinaciones entre las tres fracciones que determinan la textura es ilimitado, es por eso que la granulometría del suelo, donde hay infinitas posibles combinaciones, ha sido dividida en clases texturales. Cada clase textural representa un grupo de combinaciones de tamaños de partículas con propiedades que adquieren de acuerdo con la fracción predominante y esto le da un comportamiento determinado.

132. Hay varios tipos de clasificación granulométrica propuestos por distintos organismos a nivel internacional, de los cuales el más usado es el desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA, por sus siglas en inglés) quien ha clasificado a los tamaños de las partículas según se presenta en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3. Clasificación granulométrica de las partículas del suelo

Fracción	Diámetro (mm)	Diámetro (μm)
Arena muy gruesa	2,00 -1,00	2000 - 1000
Arena gruesa	1,00 – 0,50	1000 - 500
Arena media	0,50 – 0,25	500 - 250
Arena fina	0,25 – 0,10	250 - 100
Arena muy fina	0,10 – 0,05	100 - 50
Limo	0,05 – 0,002	50 - 2
Arcilla	< 0,002	< 2

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América - USDA

133. Para la ubicación textural, una vez conocidos los porcentajes de las distintas fracciones, se utiliza en triángulo textural (ver la Figura 8-1).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

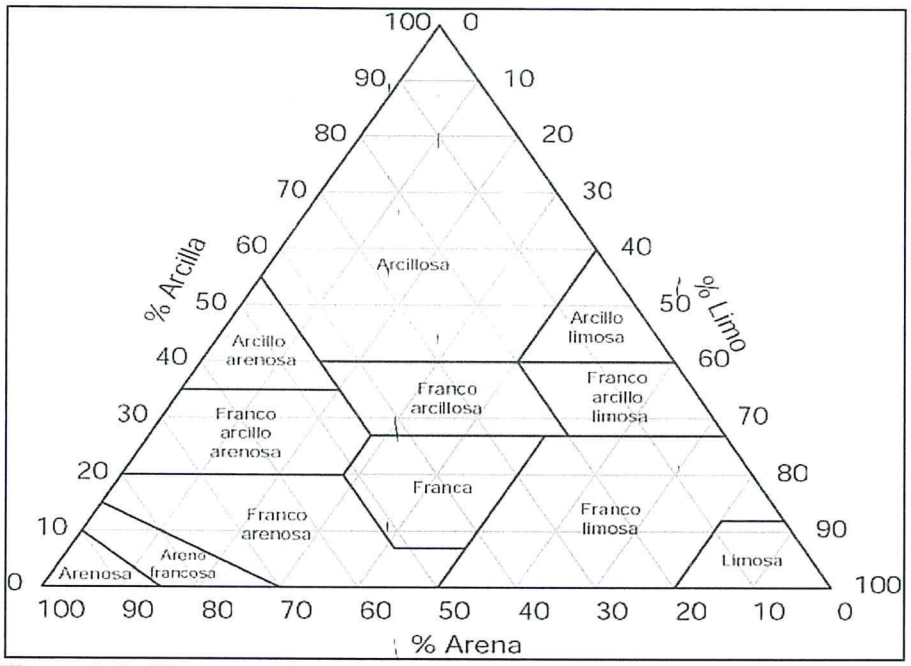


Figura 8-1. Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del suelo

8.4.2. Capacidad de intercambio catiónico CIC

134. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de la cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH_4, etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrógeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su potencial, entre otras. Un suelo con baja CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de la CIC es en centimoles de carga por Kg de suelo o meq/100 g de suelo (FAO, 2015). En la Tabla 8-4, se presentan los rangos interpretativos para la CIC.

Tabla 8-4: Rangos interpretativos para la CIC

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	
Clase	**meq/100 g**
Muy alta	CIC ≥ 40
Alta	25 ≤ CIC <40
Media	15 ≤ CIC < 25
Baja	5 ≤ CIC < 15
Muy Baja	CIC < 5

Fuente: FAO, 2012.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.5. Fauna silvestre

8.5.1. Especies de interés para la conservación

a. Especies Endémicas

135. Las especies endémicas son aquellas especies que se encuentran restringidas a un área geográfica particular, es decir, aquellas que solo han sido registradas en el Perú (Schulenberg et al., 2010).

b. Especies legalmente protegidas

136. El listado de especies incluye la legislación peruana vigente y el listado de protección internacional.

c. Legislación Nacional

137. Según el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI divide las especies amenazadas de fauna silvestre en tres categorías, según el grado de amenaza: especies En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Especies Vulnerables (VU). Asimismo, se han considerado como especies legalmente protegidas las siguientes categorías: Especies Casi Amenazadas (NT) y Datos Insuficientes (DD).

8.5.2. Protección Internacional

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

a. Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

138. La CITES es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos el cual tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas no constituye una amenaza para su supervivencia.

139. En el Apéndice I de la convención se incluyen las especies que afrontan el mayor grado de peligro. En el Apéndice II están las especies que no necesariamente están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo si no se controla su comercio. En el Apéndice III figuran especies incluidas a solicitud de un país miembro que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

b. Convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS)

140. El Apéndice I de esta convención lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales que promueven su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú.

c. Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

141. Provee información sobre el riesgo de las especies a nivel global, debiendo poner énfasis en las siguientes categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU) y Casi Amenazado (NT).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.5.3. Especies migratorias

142. Son especies que visitan regularmente el Perú, en su época no reproductiva. Tenemos las especies migratorias boreales que provienen del hemisferio norte que se encuentran regularmente en Perú entre setiembre a abril, y las especies migratorias australes provenientes del hemisferio sur, que se encuentran en Perú regularmente entre los meses de marzo a octubre.

8.5.4. Áreas de Endemismo de Aves (EBA por siglas en inglés)

143. Son áreas que concentran especies de distribución restringida. Las especies de distribución restringida, ocupan áreas menores de 50 000 km^2.

8.5.5. Métodos de evaluación de aves

a. Búsqueda Intensiva (BI)

144. El método consiste en que el observador realiza un recorrido en un tiempo determinado, siguiendo un transecto en un área seleccionada, registrando todos los individuos de cada especie detectados de forma visual y auditiva (Ralph et al., 1996; Minam, 2015).

b. Playback y grabación de cantos

145. El playback es la reproducción de sonidos grabados, es una herramienta útil para detectar e identificar especies (Johnson et al., 1981 citado en Minam, 2015).

146. Las grabaciones de las vocalizaciones se realizan cuando el ave no se expone a la presencia del observador. El uso de grabaciones ayuda a familiarizarse con los cantos de estas especies (Parker, 1991) y sirve para llamar y atraerlas al observador.

c. Técnicas de fotografía

147. Actualmente las cámaras digitales y las técnicas fotográficas ayudan a ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de las aves, obteniendo evidencia fotográfica de especies esquivas, raras o comunes.

9. METODOLOGÍA

148. En esta sección, se proporciona la información referente a la metodología utilizada para cada componente evaluado, durante el desarrollo de la evaluación ambiental temprana en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Dicha metodología fue desarrollada para cada componente evaluado.

9.1. Calidad de agua

149. 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, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, estándares de comparación y la forma de análisis de datos que se emplearon para este componente.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo

150. Los recursos hídricos a ser evaluados comprenden: los ríos Paltic, La Lima, La Iraca, así como las quebradas Checos, Honda, La Granja, Tendal, Chorro Blanco, Pampa Verde y Mal Paso, los cuales forma parte de la cuenca del río Marañón. Asimismo, se realizó la evaluación ambiental de manantiales encontrados en el área de influencia del proyecto minero La Granja y se tomaron muestras de agua de dos pasivos ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja, el agua proveniente de las plataformas de perforación que descargan a los cuerpos de agua.

151. La ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial, se establecieron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Aguas arriba y agua abajo de los afluentes y vertimientos existentes.
- Aguas arriba y agua abajo de los componentes ambientales de las unidades mineras (existentes o futuros), con características de potencial fuente de contaminación como tajos, labores subterráneas, presas de relaves, depósitos de desmonte, etc.
- Aguas arriba de centros poblados y comunidades que podrían ser afectadas por influencia de actividades antropogénicas en cuerpos de agua aledaños a su ubicación.
- Manantiales usados por las comunidades, para el consumo humano y riego.
- Entrevistas y observaciones recopiladas durante la visita de reconocimiento al área de estudio y demás etapas del monitoreo ambiental participativo para la evaluación ambiental temprana.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

152. De esta manera se establecieron 41 puntos de muestreo para evaluar la calidad ambiental del agua de los cuales, 25 puntos de muestreo corresponden a agua superficial, 14 puntos son aguas provenientes de manantiales del área de estudio y 2 puntos corresponden a pasivos ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja. Las descripciones y ubicación de los puntos de muestreo se presentan en las Tablas 9-1, 9-2 y 9-3.

153. Así también, la distribución de los puntos se puede observar en el mapa de ubicación del Anexo B1. En relación a las observaciones y parámetros de campo obtenidos en los puntos de muestreo evaluados se detallan en el Anexo B.

Tabla 9-1. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17 M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
1	Microcuenca del río La Iraca	Quebrada	La Granja	RLGra1	705 761	9 294 790	2279	Quebrada La Granja, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Tendal.
2		Quebrada	Tendal	QTend1	705 949	9 294 853	2286	Quebrada Tendal aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Granja.
3		Quebrada	Sin nombre	QSnbr1	706 387	9 295 362	2198	Quebrada sin nombre (S/N) afluente por el margen derecho al río La Iraca
4		Río	La Iraca	RLIra1	706 364	9 295 361	2199	Río La Iraca, aguas abajo de la confluencia con las

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17 M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
								quebradas La Granja y Tendal, las mismas que forman el río La Iraca.
5		Río	La Iraca	RLIra2	707 038	9 296 776	2050	Río La Iraca, aguas arriba de la confluencia de la quebrada Salada
6		Quebrada	Salada	QSald1	707 128	9 296 830	2052	Quebrada Salada, aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca (cercano a las instalaciones del proyecto La Granja).
7		Río	La Iraca	RLIra3	707 111	9 296 989	2032	Río La Iraca, aguas abajo de la confluencia de la quebrada Salada y antes del vertimiento de aguas de la empresa minera Río Tinto.
8		Río	La Iraca	RLIra4	707 146	9 297 220	2024	Río La Iraca, aguas abajo del vertimiento declarado de la empresa minera Río Tinto, y antes de la confluencia con el río La Lima.
9	Microcuenca del río La Lima	Quebrada	La Laja	QLLaj1	703 485	9 297 431	2408	Quebrada La Laja, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Pampa Verde (comunidad La Iraca).
10		Río	La Lima	RLLim2	706 826	9 297 433	2009	Río La Lima, aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca
11		Quebrada	Pampa Verde	QPVer1	704 173	9 296 760	2603	Quebrada Pampa Verde, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Laja.
12		Quebrada	Chorro Blanco	QSnbr2	704 778	9 297 841	2414	Quebrada Chorro Blanco, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Laja, las mismas que forman el río La Lima
13	Microcuenca de la quebrada Checos	Quebrada	Checos	QChec1	708 894	9 295 240	2197	Quebrada Checos, a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre (QSnbr3) afluente por la margen izquierda.
14		Quebrada	Checos	QChec2	708 801	9 295 592	2153	Quebrada Checos, aguas abajo de la confluencia con la quebrada sin nombre (QSnbr3).
15		Quebrada	Checos	QChec3	708 852	9 297 607	1949	Quebrada Checos, a unos 20 m aguas abajo del puente peatonal y de la carretera que une los centros poblados de

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17 M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
								Paraguay con La Granja.
16		Quebrada	Sin nombre	QSnbr3	708 415	9 295 134	2239	Quebrada sin nombre afluente de la quebrada Checos por la margen izquierda.
17	Microcuenca de la quebrada Honda	Quebrada	Honda	QHond1	712 211	9 295 242	2248	Quebrada Honda, aguas arriba de la carretera que une los centros poblados de Paraguay con La Granja.
18		Quebrada	Honda	QHond2	710 844	9 298 692	1724	Quebrada Honda, aguas arriba de la confluencia con el río Paltic y aguas abajo de la carretera que une los centros poblados de Paraguay con la Granja.
19		Quebrada	Mal Paso	QMPas1	710 131	9 300 605	2021	Quebrada Mal Paso, aguas arriba de la carretera que une La Granja con el caserío El Sauce.
20	Sub cuenca del río Paltic	Río	Paltic	RPalt1	707 099	9 297 638	1995	Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con los ríos La Lima y La Iraca los mismos que forman el río Paltic.
21		Río	Paltic	RPalt2	707 614	9 297 742	1964	Río Paltic, aguas arriba de los trabajos de extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic
22		Río	Paltic	RPalt3	708 252	9 297 776	1942	Río Paltic, aguas abajo de los trabajos de extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic
23		Río	Paltic	RPalt4	709 011	9 297 852	1921	Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Checos y aguas abajo de las filtraciones de las aguas residuales domésticas de La Granja.
24		Río	Paltic	RPalt5	710 724	9 298 677	1730	Río Paltic, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Honda
25		Río	Paltic	RPalt6	711 892	9 300 972	1565	Río Paltic, aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso

154. Se establecieron los puntos de monitoreo en manantiales tomando en cuenta aquellos de los cuales las poblaciones captan agua para su consumo, la ubicación de los puntos de monitoreo se presenta en la Tabla 9-2.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-2. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua de manantiales

N°	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
	TIPO	CASERÍO		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m.s.n.m.	
1	Manantial	La Palma	FLPal1	710 431	9 295 230	2620	Manantial del caserío de La Palma, centro poblado de Paraguay, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.
2	Manantial	Paraguay	FPara1	713 235	9 295 390	2537	Manantial del caserío Paraguay, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.
3	Manantial	Nuevo Amanecer	FNaman1	712 828	9 297 559	2545	Manantial del caserío Nuevo Amanecer, centro poblado de Paraguay, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.
4	Manantial	Santa Isabel	FSIsa1	713 457	9 296 334	2688	Manantial del caserío Santa Isabel, centro poblado de Paraguay, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.
5	Manantial	El verde	FEVer1	712 832	9 297 581	2562	Manantial del caserío El Verde, centro poblado de Paraguay, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.
6	Manantial	La Fila	FLFil1	715 400	9 299 570	2294	Manantial ubicado en el caserío La Fila
7	Manantial	La Iraca	FNatu1	704 724	9 296 925	2610	Manantial ubicado en el caserío La Iraca a 300 m de una plataforma de perforación (exploración de proyecto minero La Granja)
8	Manantial	Checos-La Granja	FNatu5	708 814	9 297 314	2417	Manantial del caserío de Checos - La Granja, fuente de abastecimiento para uso poblacional y agrario.
9	Manantial	La Iraca	FLIra1	703 654	9 295 777	2890	Manantial ubicado en el caserío La Iraca
10	Manantial	La Uñiga	FLUñi1	708 305	9 298 985	2290	Manantial del caserío La Uñiga, centro poblado de La Granja, fuente de abastecimiento para uso poblacional.
11	Manantial	La Pampa	FLPam1	709 051	9 299 435	2165	Manantial del caserío La Pampa, centro poblado de la Granja, fuente de abastecimiento para uso poblacional.
12	Manantial	La Iraca	FLIra2	705 958	9 295 675	2447	Manantial ubicado en el caserío La Iraca
13	Manantial	El Sauce	FNatu4	710 471	9 301 481	2171	Manantial del caserío el Sauce, centro poblado La Granja, fuente de abastecimiento para uso poblacional y agrario.
14	Manantial	La Lima	FNatu6	706 757	9 297 805	2092	Manantial del caserío de La Lima, centro poblado La Granja, fuente de abastecimiento para consumo poblacional.

155. Adicionalmente y a pedido de los pobladores de la zona, se consideraron dos puntos de muestreo que corresponden a pasivos del área de influencia del proyecto minero La Granja (plataformas de perforación), cuya ubicación se detalla en la Tabla 9-3.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-3. Ubicación de los puntos de muestreo para calidad de agua proveniente de pasivos mineros

N°	CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
1	PPerf1	706 727	9 296 153	2122	Agua proveniente de plataformas de perforación
2	PPerf2	706 100	9 297 106	2177	Agua proveniente de plataformas de perforación

9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

156. La metodología aplicada para la evaluación de agua superficial y agua de 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"[18]. En el mencionado capítulo se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua, como la logística mínima necesaria, el establecimiento de las redes de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección, seguridad en el trabajo de campo, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, así como el aseguramiento de la calidad, llenado de la cadena de custodia, entre otros.

157. Para la selección de los parámetros de campo y los que requieren ser determinados en laboratorio, se consideró los Estándares de Calidad Ambiental (en adelante, ECA) para agua, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM[19].

158. Referente a la categoría del cuerpo de agua, esta fue asignada siguiendo los lineamientos establecidos por la ANA. Sobre esta base se priorizó los parámetros relacionados con la actividad minera. Asimismo, se consideraron parámetros adicionales que permitieron una mejor interpretación de los resultados.

159. Los parámetros considerados para evaluar la calidad del agua superficial fueron seleccionados en función de las actividades productivas del área de estudio del proyecto minero La Granja, se tomaron en cuenta los parámetros relacionados a las características más representativas de los cuerpos de agua.

160. Los parámetros registrados en campo (*in situ*) fueron: potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD) y temperatura (T); y los parámetros analizados en el laboratorio fueron: sólidos suspendidos totales (SST), sólidos totales disueltos (STD), cianuro total, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, N- Amoniacal, N-Nitrato, N-total, sulfatos, sulfuros, silicio total, cianuro wad, cianuro libre, metales totales y disueltos (incluido mercurio).

161. Por otra parte, los equipos, accesorios y otros materiales utilizados durante la evaluación en campo se muestran en la Tabla 9-4. Asimismo, los detalles de la calibración y verificación de equipos, se muestran en el Anexo B3.

---

18 Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales". Aprobado el 11 de enero de 2016.

19 Decreto que aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones complementarias, aprobado el 6 de junio de 2017.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-4. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de agua

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
Multiparámetro	HACH	HQ40d	150500000923 150500000934	El equipo fue ajustado y verificado antes de realizar los registros de los parámetros de campo; para el ajuste se empleó soluciones buffer de unidades de pH y de conductividad eléctrica.
Sonda de pH	HACH	pHC-201	162562617038 161112618022	Mide el valor de pH. Cabe indicar que la sonda incluye un termómetro digital. Calibración 27 de octubre de 2016.
Sonda de conductividad	HACH	CDC-401	151472587021 150252588012	Mide la CE. Se precisa que la sonda incluye un termómetro digital.
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	LDO-101	151282598011	Mide el oxígeno disuelto.
		LDO-TM	152892599012	
Correntómetro	--	FP 111	1550006920	Utilizado para medir la velocidad del río
GPS	GARMIN	Montana 680	4HU004977 4HU004979 4HU004985 4HU004989 4HU004992 4HU004994	Utilizado para la ubicación geográfica de los puntos para la toma de muestra en coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM.
Cámara digital	CANON	D30	082051001010 082051001011 092051001596 092051001598	Registro fotográfico.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

162. Previo al muestreo y del registro de los parámetros de campo se realizó el ajuste y verificación de los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, utilizando soluciones buffer de pH (4, 7 y 10 unidades de pH), conductividad eléctrica (1000 µS/cm y 1413 µS/cm para rango bajo y 12 850 µs/cm para rango alto). Las muestras fueron puntuales, todos los puntos de muestreo evaluados fueron accesibles, por lo que las mediciones se realizaron directamente en el cuerpo de agua.

163. Posterior a la toma de muestras, se adicionó preservante a los parámetros que requieren para el análisis, de acuerdo con las indicaciones del laboratorio contratado. Finalmente, todas las muestras fueron almacenadas en *coolers* (cajas térmicas) y conservadas en posición vertical con *ice-packs* (hielo gel) para trasladarlas al laboratorio respectivo, junto con las cadenas de custodia, para sus análisis. El muestreo contó con el aseguramiento de la calidad de blanco viajero únicamente para el parámetro metales totales.

164. Es preciso mencionar que los análisis de las muestras fueron realizados por los laboratorios AGQ Perú S.A.C., Inspectorate Services Perú S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C., los cuales proporcionaron los materiales (frascos y preservantes), según los parámetros evaluados. A continuación, se describen los métodos para el análisis de las muestras, según el parámetro a determinar, utilizados por los laboratorios correspondientes (ver Tabla 9-5).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-5. Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio de ensayo acreditado
Sólidos suspendidos totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2540D, 22nd Ed.2012	Pesaje de filtro mediante secado en 103 - 105 °C	Inspectorate Services Perú S.A.C
Cloruros	EPA Método 325.3, revisado en marzo de 1983	Titulación con nitrato de mercurio	NSF Envirolab S.A.C
Sulfatos	EPA Método 375.4, revisado en marzo 1983	Método espectrofotométrico	
Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF part. 4500-CO2, 22nd Ed. 2012.	Volumetría	
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF parte 4500 CO2, 22nd Ed. 2012.	Volumetría	
Mercurio total y disuelto	EPA Método 245.7 (validado), febrero 2005	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío	
Metales totales y disueltos	EPA Método 200.7, revisado 4.4, mayo 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	
Cianuro Wad	SMEWW-APHA-AWWA parte 4500-CN I, 22nd Ed. 2012.	Electrometría	
Cianuro Libre	Analysis Chemistry-CN Revisión, junio 2008 (VALIDADO)	Electrometría	
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA parte 4500-CN-C,F; 22nd Ed. 2012.	Electrometría	Consorcio AGQ Perú S.A.C
Sólidos totales disueltos	SM 2540 C Ed. 22.	Gravimetría	

9.1.3. Estándares de comparación y análisis de datos

165. El estudio contempla la evaluación ambiental temprana de los siguientes cuerpos de agua: los ríos Paltic, La Lima y La Iraca; las quebradas Checos, Honda, La Granja, Tendal, Chorro Blanco, Pampa Verde, Mal Paso, Salada, La Laja; así como los manantiales encontrados en el área de influencia del proyecto minero La Granja.

166. De acuerdo con lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA[20], a los cuerpos de agua a ser evaluados en el presente estudio, no se les ha asignado una categoría; sin embargo, estos tributan al río Paltic que se une al río Chongoyapito, formando el río Ingueryacu para finalmente desembocar en el río Chotano, que es afluente del río Chamaya; el cual a su vez, es tributario por la margen izquierda del río Marañón; este último se encuentra clasificado en la categoría 3.

167. Es así que, de acuerdo a la tercera disposición complementaria transitoria de los Estándares de calidad ambiental para agua (en adelante, ECA para agua)[21], donde se menciona que: "... En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar

[20] Aprueban la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros. R.J. N° 202-2010-ANA (22.03.2010).
[21] Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Publicado el 07 de junio de 2017.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

la categoría del recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha autoridad".

168. Sobre la base de lo mencionado, a aquellos cuerpos de agua sin categoría, contemplados en el presente estudio, se les asignó la categoría 3: "Riego de vegetales y bebida de animales", subcategoría D1: "Riego de vegetales" y D2: "Bebida de animales", (en adelante, Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

169. Con respecto a los resultados de los manantiales, éstos fueron comparados referencialmente con la categoría 1: Poblacional y Recreacional, subcategorías A1: "Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección" y A2: "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" (en adelante Cat1A1 y Cat1A2), ya que constituyen afloramientos de agua que, según señalaron los pobladores, sus aguas son utilizadas como fuente de abastecimiento para consumo poblacional.

170. Asimismo, respecto a los resultados de las aguas procedentes de pasivos, éstos fueron comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2.

171. En la Tabla 9-6, se detallan los estándares de comparación de la calidad de agua que se emplearon para cada cuerpo de agua, conforme a lo que se ha mencionado previamente.

Tabla 9-6. Estándares de comparación de la calidad de agua

Ubicación	Unidad Hidrográfica	Cuerpos de agua	ECA para agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM	
			Categoría de comparación	Subcategoría de comparación
Distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca	Río Marañón	**Grupo 1: Ambientes lóticos**		
		Ríos: Paltic, La Lima y La Iraca	Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales"	D1 "Riego de cultivos de tallo alto y bajo"
		Quebradas: Checos, Honda, La Granja, Tendal, Chorro Blanco, Pampa Verde, Mal Paso, Salada y La Laja		D2 "Bebida de animales"
		Manantiales encontrados en el área de influencia del proyecto minero La Granja.	Categoría 1 "Poblacional y Recreacional" (*)	A1 "Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección"
				A2 "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"
		Agua procedente de plataformas de perforación (pasivos mineros)	Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales" (*)	D1 "Riego de cultivos de tallo alto y bajo"
				D2 "Bebida de animales"

(*) Comparación referencial

172. Finalmente, la sistematización con la comparación normativa, cadenas de custodia y los informes de ensayo se detalla en el Anexo B5.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.2. Comunidades hidrobiológicas

173. En los apartados siguientes se muestra información acerca del monitoreo para evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces) en ambientes lóticos (ríos y quebradas) en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Se describe la ubicación de los puntos de muestreo; protocolos, equipos y técnicas de análisis; y estándares de comparación y análisis de datos.

9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo

174. Los puntos de muestreo fueron establecidos en los mismos cuerpos de agua donde se tomaron muestras de agua superficial. Cabe señalar que no se consideró la misma cantidad de puntos de muestreo, pero si la distribución de puntos que abarca las principales quebradas y ríos ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja y en los centros poblados de Paraguay y La Granja.

175. De acuerdo con los criterios señalados, la ubicación de los puntos de muestreo se presenta en la Tabla 9-7; así mismo, su distribución se puede observar en el mapa de ubicación del Anexo C1. Las observaciones obtenidas en los puntos de muestreo se detallan en el Anexo C2. Finalmente, el registro fotográfico se detalla en el Anexo C3.

Tabla 9-7. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
1	Microcuenca del río La Iraca	Quebrada	Tendal	HID-QTend1	705 949	9 294 853	2286	Quebrada Tendal, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Granja.
2		Río	La Iraca	HID-RLIra1	706 364	9 295 361	2199	Río La Iraca, aguas abajo de la confluencia con las quebradas La Granja y Tendal, las mismas que forman el río La Iraca.
3		Río	La Iraca	HID-RLIra2	707 038	9 296 776	2050	Río La Iraca, aguas arriba de la confluencia de la quebrada Salada
4		Río	La Iraca	HID-RLIra4	707 146	9 297 220	2024	Río La Iraca, aguas abajo del vertimiento declarado de la empresa minera Río Tinto, y antes de la confluencia con el río La Lima.
5	Microcuenca del río La Lima	Quebrada	La Laja	HID-QLLaj1	703 485	9 297 431	2408	Quebrada La Laja, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Pampa Verde (comunidad La Iraca).
6		Río	La Lima	HID-RLLim2	706 826	9 297 433	2009	Río La Lima aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca
7		Quebrada	Pampa Verde	HID-QPVer1	704 173	9 296 760	2603	Quebrada Pampa Verde, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Laja.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
8		Quebrada	Chorro Blanco	HID-QSnbr2	704 778	9 297 841	2414	Quebrada Chorro Blanco, aguas arriba de la confluencia con la quebrada La Laja, las mismas que forman el río La Lima
9	Microcuenca de la quebrada Checos	Quebrada	Checos	HID-QChec1	708 894	9 295 240	2197	Quebrada Checos, a 300 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada sin nombre (QSnbr3) afluente por la margen izquierda.
10		Quebrada	Checos	HID-QChec2	708 801	9 295 592	2153	Quebrada Checos, aguas abajo de la confluencia con la quebrada sin nombre (QSnbr3).
11		Quebrada	Checos	HID-QChec3	708 852	9 297 607	1949	Quebrada Checos, a unos 20 m aguas abajo del puente peatonal y de la carretera que une los centros poblados de Paraguay con La Granja.
12		Quebrada	Sin nombre	HID-QSnbr3	708 415	9 295 134	2239	Quebrada sin nombre, afluente de la quebrada Checos por la margen izquierda.
13	Microcuenca de la quebrada Honda	Quebrada	Honda	HID-QHond1	712 211	9 295 242	2248	Quebrada Honda, aguas arriba de la carretera que une los centros poblados de Paraguay con La Granja.
14		Quebrada	Honda	HID-QHond2	710 844	9 298 692	1724	Quebrada Honda aguas arriba de la confluencia con el río Paltic y aguas abajo de la carretera que une los centros poblados de Paraguay con La Granja.
15		Quebrada	Mal Paso	HID-QMPas1	710 131	9 300 605	2021	Quebrada Mal Paso, aguas arriba de la carretera que une La Granja con el caserío El Sauce.
16	Subcuenca del río Paltic	Río	Paltic	HID-RPalt1	707 099	9 297 638	1995	Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con los ríos La Lima y La Iraca los mismos que forman el río Paltic.
17		Río	Paltic	HID-RPalt3	708 252	9 297 776	1942	Río Paltic, aguas abajo de los trabajos de extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic
18		Río	Paltic	HID-RPalt4	709 011	9 297 852	1921	Río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Checos y aguas abajo de las filtraciones de las aguas residuales domésticas de La Granja.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	ZONA DE EVALUACIÓN	CUERPO DE AGUA		CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - ZONA 17M			DESCRIPCIÓN
		TIPO	NOMBRE		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m s.n.m.	
19		Río	Paltic	HID-RPalt5	710 724	9 298 677	1730	Río Paltic, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Honda
20		Río	Paltic	HID-RPalt6	711 892	9 300 972	1565	Río Paltic, aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso

9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

176. El protocolo empleado para el monitoreo de comunidades hidrobiológicas tuvo como base metodológica las técnicas de monitoreo descritas en el manual "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú" (UNMSM-MHN 2014).

177. Los equipos y materiales empleados para llevar el monitoreo de comunidades hidrobiológicas, específicamente perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, son presentados a continuación (Tabla 9-8).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-8. Equipos y materiales utilizados para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas

Equipos y materiales	Marca	Modelo	Utilidad	Características
GPS	GARMIN	OREGON 650	Medición de coordenadas UTM	--
Cámara fotográfica	CANON	D30	Registro fotográfico	--
Red Surber	--	--	Colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos	Área de muestreo de 0,09 m^2 y abertura de malla de 500 µm
Red de espera	---	---	Colecta de muestras de peces	Red para pesca de 1 cm de tamaño de cocada, de 5 m de largo y 2 m de alto.

(--) No corresponde

178. También fueron utilizados otros materiales complementarios como guantes de látex y PVC, pisetas de 500 ml, cepillos, jeringas de 10 ml, frascos de polietileno de boca ancha de 250 ml y 1000 ml, formol y etanol como preservante, cuyo uso será descrito en los siguientes párrafos. Estos materiales se utilizaron de forma complementaria para la manipulación, colecta y preservación de las diferentes muestras.

a. Método de muestreo

179. Antes de iniciar el muestreo es necesario observar y describir la zona de trabajo, esto es de gran importancia para identificar los sitios más propicios para obtener muestras representativas de las comunidades que deseamos evaluar. Para este fin, se contó con fichas de campo que permitieron describir la vegetación ribereña, el lecho del río, los sustratos elegidos para la colecta, tamaño de muestra, entre otras observaciones requeridas por el especialista. Finalizado el llenado de las

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

fichas de campo, se continuó con la colecta de muestras de perifiton y macroinvertebrados bentónicos, teniendo en cuenta lo siguiente:

i. Perifiton. Para la colecta de muestras de perifiton se obtuvieron raspados superficiales de piedras u otros sustratos sumergidos en un área de 25 cm^2 (5 x 5 cm). Para tal fin, del lado más regular de una piedra u otro sustrato duro se delimitó un área de 5 x 5 cm y, ayudados con un cepillo y una piseta con agua destilada, se obtuvo un raspado (muestra) en un pote de 250 ml. El procedimiento anterior se realizó por triplicado obteniéndose una muestra compuesta de 75 cm^2. La muestra final fue etiquetada y preservada con formol al 4% (4 ml de formol por 100 ml de muestra) con la ayuda de una jeringa para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por especialistas del OEFA.

ii. Macroinvertebrados bentónicos. Para la colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos se utilizó una red Surber de 500 µm de luz de malla y 0,09 m^2 (30 x 30 cm) de área. Para tal fin, se colocó el marco cuadrado de la red Surber en el fondo del ambiente a evaluar, en sentido contrario a la corriente, luego se removió con fuerza el sustrato con las manos para facilitar el desprendimiento de los organismos y estos queden atrapados en la red. El procedimiento anterior se realizó por triplicado obteniéndose una muestra compuesta de 0,27 m^2. La muestra final fue vertida en potes de 1 l, etiquetada y preservada con etanol al 70% para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por NSF Envirolab.

180. Es necesario mencionar que al principio del monitoreo se tuvo contemplado colectar muestras de peces; sin embargo, esto no fue posible ya que los cuerpos de agua evaluados no mostraron condiciones favorables para pescar como en el río Paltic, mientras que los tributarios del mismo, no constituían hábitats que permitan el desarrollo de peces.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

b. Métodos de análisis de muestras

181. Las muestras de perifiton y macroinvertebrados bentónicos fueron analizadas por especialistas de la Dirección de Evaluación del OEFA y NSF Envirolab, respectivamente, ambas obedeciendo las directrices del *Standard methods for examination of water and wastewater 22 nd* (APHA 2012). En la Tabla 9-9 se describen los métodos empleados para el análisis de las muestras, según el parámetro a determinar. Los informes de ensayo de los macroinvertebrados bentónicos se encuentran en el Anexo C4.

Tabla 9-9. Métodos de ensayo utilizados para los análisis hidrobiológicos

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Unidad de conteo (*)	Técnica empleada
Perifiton	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10 300 C, 22nd Ed. 2012	org/cm^2	Identificación taxonómica y análisis cuantitativo
Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10 500 C, 22nd Ed. 2012	org/m^2	

(*) org: organismos

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.2.3. Estándares de comparación y análisis de datos

a. Estándares de comparación

182. En lo que respecta a la identificación taxonómica y análisis cuantitativo de muestras de las comunidades hidrobiológicas no existen estándares de comparación nacionales. A nivel de la Comunidad Económica Europea existe la Directiva Marco del Agua (Doce 2000), norma que contempla la estimación de del estado ecológico de los ecosistemas mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos; sin embargo, esta no sería aplicable al Perú por necesitarse una adaptación que incluya una comparación con condiciones de referencia locales.

b. Análisis de datos

183. Para el análisis de los resultados obtenidos de la evaluación hidrobiológica, se procederá a caracterizar las comunidades del perifiton y macroinvertebrados bentónicos teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

b.1. Composición, riqueza y abundancia

184. Se representó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el área de influencia del Proyecto Minero La Granja. Esta clasificación taxonómica así como sus cadenas de custodia se encuentra en el Anexo C4 y C5 del presente informe.

185. La evaluación de la riqueza y la abundancia del perifiton y macroinvertebrados bentónicos se desarrolló en base a las categorías taxonómica phylum y orden, respectivamente.

186. Se sistematizaron los valores de riqueza y abundancia por la categoría taxonómica elegida y punto de muestreo a partir de los resultados de análisis de muestras proporcionado por el laboratorio NSF ENVIROLAB S.A.C. Finalmente, se hicieron las correspondientes representaciones mediante gráficas acumuladas. Es preciso indicar que la abundancia de los taxa se analizó en base a la densidad de la muestra; sin embargo, los resultados de cada comunidad hidrobiológica se presentaran en número de organismos para mejorar el entendimiento de la distribución de la abundancia en cada punto de muestreo.

b.2. Diversidad alfa

187. 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 (H') (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N1 = exp(H') \qquad (9.1)$$

Donde:
H : Es el índice de Shannon.

188. Por otro lado, se usó la variable N2 como la modificación del índice de Simpson (D) (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

$$N2 = \frac{1}{Índice\ de\ Simpson} \qquad (9.2)$$

189. Por último, se desarrolló el índice 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).

$$J' = \frac{H'}{H'max} \qquad (9.3)$$

Donde:
J' : Índice de equidad de Pielou.
H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

$$H'\ max = Ln(S) \qquad (9.4)$$

Donde:

S : Número de especies.

b.3. Diversidad beta

190. 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:

$$IBC = 1 - \frac{(\Sigma\, xi - yi)}{(\Sigma\, xi + yi)} \qquad (9.5)$$

Donde:

IBC : Índice de Bray Curtis.

xi : Abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1.
yi : Abundancia de las especies en el otro.

191. Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendrogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal y Michener, 1958; Crisci y López, 1983) mediante el software Paleontological Data Analysis PAST v3.15 (Hammer et al., 2001). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos puntos de muestreo.

b.4. Calidad biológica

192. La calidad biológica del agua se estimó a través del índice biótico *Andean Biotic Index* (Ríos-Touma *et al.* 2014), el cual fue desarrollado para evaluar la calidad de agua de ríos alto andinos ubicados a más de 2000 m de altitud. Este índice estima la calidad del agua atribuyendo a cada familia taxonómica presente en una muestra un valor de intolerancia (0-10), luego los valores de intolerancia hallados por todas las familias presentes en la muestra son sumados y se obtiene un valor

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

final que es comparado con las puntuaciones de la Tabla 9-10. El valor asignado a cada familia es directamente proporcional a su intolerancia (ver Anexo C6).

Tabla 9-10. Valoración de la calidad biológica con el índice ABI

CLASE	PUNTUACIONES	CALIDAD BIOLÓGICA
1	> 74	Excelente
2	45 – 74	Buena
3	27 – 44	Moderada
4	11 – 26	Mala
5	< 11	Pésima

Fuente: Ríos-Touma et al., 2014

9.3. Calidad de aire

193. En los apartados siguientes se muestra información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente aire, consignándose la ubicación de las estaciones de muestreo ubicadas a sotavento, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

9.3.1. Ubicación de las estaciones de muestreo

194. Las dos estaciones de monitoreo de la calidad del aire, fueron ubicados en los poblados situados alrededor del área de influencia proyecto minero La Granja, en el distrito de Querocoto.

195. Para la evaluación ambiental temprana, se determinó la categoría Escala Local para la realización del monitoreo de la calidad del aire en los distritos de La Granja y Paraguay, considerando que las dos estaciones de monitoreo se encuentran en un rango de 4 kilómetros aproximadamente.

196. En la Tabla 9-11, se señala la ubicación de puntos de muestreo y su distribución se puede observar en el mapa de ubicación del Anexo D1. Asimismo, el registro fotográfico se detalla en el Anexo D3.

Tabla 9-11. Ubicación de puntos de muestreo de calidad de aire

Nº	CÓDIGO	COORDENADAS UTM WGS 84 - Zona 17 M			DESCRIPCIÓN
		ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD m.s.n.m.	
1	CA-LGran1	708 724	9 297 626	1956	Ubicado a 15 m frente al local comunal del poblado de La Granja
2	CA-Parag1	712 151	9 296 419	2289	Ubicado en el estadio del poblado de Paraguay.

9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

197. El muestreo se realizó con equipos del OEFA. Con respecto a los métodos y criterios utilizados para la evaluación ambiental temprana de la calidad del aire, se consideró lo señalado en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Gestión de los Datos de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa)[22]. Este protocolo establece los procedimientos y criterios técnicos para la instalación y operación de sistemas de monitoreo de calidad de aire, así como el manejo de los datos una vez colectados.

198. En este sentido, los equipos fueron instalados considerando los criterios técnicos del protocolo, manteniendo las distancias adecuadas a obstáculos, manteniendo la altura adecuada para el ingreso de la muestra de aire a los analizadores y altura adecuada para la medición de los parámetros meteorológicos. Asimismo, en el Anexo D4 del presente informe se muestran los certificados de calibración de los equipos utilizados. Ver Tabla 9-12.

Tabla 9-12. Características de los equipos accesorios y otros materiales utilizados en las estaciones de monitoreo de calidad de aire

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Observación
Venturi PM_{10}	Thermo Scientific	G10557	P9309X P9316X	-
Estación meteorológica	Campbell	CR1000 CR6	30821 2590	-
Manómetro digital	Traceable	3461	-	-

(--) No corresponde

199. Para la medición de material particulado (PM_{10}), se utilizó muestreadores de alto volumen, que cumplen con las especificaciones técnicas del Código Federal de Regulaciones (CFR, por sus siglas en inglés) aprobados por la USEPA y otras agencias internacionales, el método de referencia y la metodología se muestran en la Tabla 9-13.

Tabla 9-13. Métodos de ensayo utilizados por la medición de material particulado

Parámetros	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio
PM_{10} (Alto Volumen)	EPA/625/R-96/010a - Compendium Method IO-3.1, Ítem 4 y 5 (excepto 5.1.1, 5.2.3.7 y 5.3), 1999	Gravimetría	AGQ Labs & Technological Services
Metales Totales en PM_{10}	EPA IO-3.5 1999	ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente)	

9.3.3. Estándares de comparación y análisis de datos

200. Los resultados del monitoreo de los parámetros atmosféricos PM_{10} fueron comparados con los valores establecidos en el Estándar Nacional de Calidad del Aire (ECA para aire), aprobado mediante Decreto Supremo Nº 003-2017-MINAM el 7 de junio de 2017 y se encuentra actualmente vigente.

[22] El Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de Datos fue aprobado el 7 de setiembre de 2005, mediante Resolución Directoral N° 1404/2005/DIGESA/SA. Dirección General de Salud Ambiental (Digesa).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-14. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (2017)

Parámetro	Periodo	Forma del estándar		Norma
		Valor (µg/m³)	Formato	
Material particulado menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM
Metales en PM_{10}	24 horas	(a)	-	-

(a) Los valores de los AAQC con los que se comparan referencialmente los resultados obtenidos de cada metal se muestran en las tablas N° 10-10 y 10-11.

201. Los resultados obtenidos para plomo se compararon de manera referencial con el valor para 24 horas establecido en los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario – Canadá (AAQC)[23], debido a que la normativa nacional en el caso del plomo solo considera una metodología de medición mensual y anual, más no diaria. En el caso de los demás metales, los resultados también fueron comparados referencialmente con los AAQC de Ontario, puesto que no se cuenta con valores establecidos como Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en la normativa nacional.

202. Los resultados del monitoreo del parámetro atmosférico PM_{10} también fueron comparado referencialmente con el valor establecido en el Estándar Nacional de Calidad del Aire (ECA), aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el cual es indicado en el Instrumento de Gestión Ambiental asociado al proyecto La Granja y actualmente el mencionado decreto supremo se encuentra derogado. El valor del referido ECA se indica en la Tabla 9-15.

Tabla 9-15. Estándares nacionales de calidad ambiental del aire (2001)

Parámetro	Periodo	Forma del estándar		Norma
		Valor (µg/m³)	Formato	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	150	No exceder más de 3 veces al año	Decreto Supremo N° 074-2001-PCM

9.4. Calidad de suelo

203. A continuación, se muestra información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente suelo, concretamente sobre la ubicación de los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis.

9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo

204. El área de estudio comprende los centros poblados de Paraguay y La Granja, y sus respectivos caseríos entre ellos, La Iraca, La Lima, La Granja, Checos, La Uñiga, El Sauce, La Pampa, La Fila, Paraguay, La Palma, El Verde, Cundín, Nuevo Amanecer y Santa Isabel, del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

205. Los puntos de monitoreo de calidad de suelo agrícola, fueron ubicados en las tierras de cultivo (granadilla, yuca, café, etc.) o pastoreo (ganado vacuno) de

[23] Los Criterios de Calidad Ambiental del Aire de Ontario AAQC (versión de abril 2012) fueron desarrollados por el Ministerio del Ambiente de Ontario y en ellos se establecen estándares para un gran número de agentes tóxicos del aire. El AAQC se define como la concentración deseable de un contaminante en el aire, basado en la protección contra los efectos adversos a la salud y el ambiente. El término "ambiente" es usado para reflejar la calidad del aire en general, independientemente de la ubicación o la fuente de un contaminante.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

propiedad de los pobladores de los diversos centros poblados que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto minero La Granja.

206. En la Tabla 9-16, se tiene la cantidad, codificación y coordenadas de los puntos de muestreo, asimismo, en la Tabla 9-17 se tiene la descripción de los puntos de muestreo; el mapa de ubicación de los puntos evaluados se detalla en el anexo E1, finalmente, el registro fotográfico se muestra en el Anexo E3.

Tabla 9-16. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo agrícola

Nº	CÓDIGO	COORDENADAS UTM DATUM WGS 84 ZONA 17 M		ALTITUD	DESCRIPCIÓN
		NORTE (m)	ESTE (m)	(m s.n.m.)	
1	SUE-PAR-01	9 296 389	711 664	2103	Centro poblado Paraguay, cultivos de maíz, yuca, granadilla en el terreno del señor Santos Zamora Vásquez
2	SUE-PAR-02	9 296 383	712 271	2313	Centro poblado Paraguay, cultivitos de granadilla y pastos en el terreno del señor Segundo Santos Zamora Quispe
3	SUE-VER-01	9 297 204	711 800	2157	Caserío El Verde, cultivo de pasto, yuca, café y maíz en el terreno del señor Federico Rufasto
4	SUE-VER-02	9 297 215	712 555	2421	Caserío El Verde, cultivo de pasto en el terreno del Señor Rufasto
5	SUE-CUN-01	9 297 603	712 061	2282	Caserío Cundín, cultivo de maíz, pasto y papa en el terreno del señor Filemón Vílchez
6	SUE-NAM-01	9 298 864	712 209	2387	Caserío Nuevo Amanecer, cultivo de granadilla en el terreno del señor Filemón Vílchez
7	SUE-SIS-01	9 296 633	712 231	2274	Caserío Santa Isabel, en terrenos del señor Elmer Rufasto Zamora
8	SUE-SIS-02	9 296 604	712 371	2310	Caserío Santa Isabel, cultivo de pastos
9	SUE-LFI-01	9 300 518	714 236	2057	Caserío La Fila, cultivo de café
10	SUE-LFI-02	9 300 437	714 108	2113	Caserío La Fila, cultivo de pastos
11	SUE-LPAL	9 296 943	711 360	2188	Caserío La Palma, cultivo de café del señor Quispe Cabrera
12	SUE-LGR-01	9 297 651	708 836	1930	Centro Poblado La Granja, cultivo de plátano y café en terrenos del señor Napo Guevara Púas
13	SUE-LGR-02	9 297 834	708 760	1928	Centro Poblado La Granja, cultivo de granadilla y pastos en terrenos del señor Celso Vázquez Estela
14	SUE-IRA-01	9 297 071	706 556	2128	Caserío La Iraca, cultivo de yuca, maíz y pastos en terrenos del señor Roberto Cabrera Cubas
15	SUE-IRA-02	9 296 416	704 577	2734	Caserío La Iraca, cultivo de pastos y maíz en terrenos del señor Roberto Cabrera Cubas en la zona Montaña de la Laguna
16	SUE-LLI-01	9 297 782	706 946	2131	Caserío La Lima, cultivo de café y pastos en terrenos del señor Tito Coronel

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Nº	CÓDIGO	COORDENADAS UTM DATUM WGS 84 ZONA 17 M		ALTITUD	DESCRIPCIÓN
		NORTE (m)	ESTE (m)	(m s.n.m.)	
17	SUE-LLI-02	9 297 939	706 922	2144	Caserío La Lima, cultivo de granadilla y pastos en terrenos del señor Froilan Guevara Estela
18	SUE-ESA-01	9 300 612	710 515	2043	Caserío El Sauce, cultivo de maíz, frejol y yuca en los terrenos de Gervacio Pérez Mundaca
19	SUE-ESA-02	9 301 185	710 556	2120	Caserío El Sauce, cultivo de granadilla y maíz en el terreno de Marco Huler Cubas Pérez
20	SUE-LPAM-01	9 298 809	709 621	2005	Caserío La Pampa, cultivo de café en el terreno del señor Luis Cubas Días
21	SUE-LPAM-02	9 299 160	709 886	1995	Caserío La Pampa, cultivo de granadilla y pastos
22	SUE-UÑI-01	9 298 127	709 103	1951	Caserío La Uñiga, cultivo de café del señor Celso Edilberto Vázquez Villanueva
23	SUE-UÑI-02	9 298 286	709 071	1978	Caserío La Uñiga, cultivo de pastos del señor Miguel Guevara Pérez
24	SUE-CHE-01	9 295 298	708 775	2174	Caserío Checos, cultivo de maíz del señor José Vilivan Villanueva
25	SUE-CHE-02	9 296 386	708 929	2071	Caserío Checos, cultivo de maíz y yuca en terreno del señor Félix Villanueva Dávila

MONITOREO Y VIGILANCIA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-17. Descripción de los puntos de muestreo de suelo agrícola

Nº	Código	Descripción
1	SUE-PAR-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
2	SUE-PAR-02	Suelo color anaranjado con presencia de grava
3	SUE-VER-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
4	SUE-VER-02	Suelo marrón claro con presencia de grava
5	SUE-CUN-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
6	SUE-NAM-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
7	SUE-SIS-01	Suelo marrón oscuro con grava hasta una profundidad de 30 centímetros
8	SUE-SIS-02	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
9	SUE-LFI-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
10	SUE-LFI-02	Suelo color anaranjado con presencia de grava
11	SUE-LPAL	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
12	SUE-LGR-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
13	SUE-LGR-02	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
14	SUE-IRA-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
15	SUE-IRA-02	Suelo marrón claro con presencia de grava
16	SUE-LLI-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
17	SUE-LLI-02	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
18	SUE-ESA-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
19	SUE-ESA-02	Suelo color anaranjado con presencia de grava
20	SUE-LPAM-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
21	SUE-LPAM-02	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Nº	Código	Descripción
22	SUE-UÑI-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
23	SUE-UÑI-02	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
24	SUE-CHE-01	Suelo marrón oscuro con presencia de grava y materia orgánica
25	SUE-CHE-02	Suelo marrón claro con presencia de grava

9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de monitoreo

207. Estas actividades se realizaron tomando en consideración las recomendaciones establecidas en los documentos que se detallan en la Tabla 9-18.

Tabla 9-18. Normas utilizadas para establecer los puntos de muestreo de suelo

Componente ambiental	Reglamento / Guía	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Suelo	Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos	Perú	Ministerio de Agricultura y Riego - Minagri	D.S. N° 013-2010-AG	2010
Suelo	Guía para Muestreo de Suelos (Sección 1.3. Tipos de muestreo, sección 5. Determinación de puntos de muestreo y anexo N° 2 del documento)	Perú	Ministerio del Ambiente – Minam	R.M. Nº 085-2014-MINAM.	2014

208. Con respecto a la profundidad de muestreo, esta se realizó de 0 a 30 cm de profundidad. De esta manera, conforme a la guía en mención se determinó realizar un muestreo compuesto[24] de cinco sub-muestras representativas para la conformación de una muestra. Los equipos utilizados para el monitoreo se detallan en la Tabla 9-19.

Tabla 9-19. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de suelo

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
GPS	GPS	Garmin Oregón 650	30D046668	---
Cámara digital	Cámara digital	Canon D30	3051001196	---
Barreno	---	---	---	Herramienta de fácil manipulación para colectar el suelo superficial hasta unos 20 cm.

(---) No corresponde

209. La selección de los parámetros de calidad de suelo referidos al uso agrícola, se detallan en la Tabla 9-20.

Tabla 9-20. Parámetros de calidad para los suelos evaluados

Parámetros	Caseríos del centro poblado de La Granja	Caseríos del centro poblado de Paraguay	Total
pH	La Iraca, La Lima, La Granja, Checos, La Uñiga, El Sauce y La Pampa	La Fila, Paraguay, La Palma, El Verde, Cundín, Nuevo Amanecer y Santa Isabel	25
Conductividad eléctrica			25
Fósforo			25
Potasio			25

[24] Para el muestreo de nivel de fondo, la Guía de Muestreo para Suelos propone que las muestras deben ser compuestas y recolectadas en un mínimo de tres áreas diferentes, pero con características similares al área de estudio. 11pp; 26pp.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Parámetros	Caseríos del centro poblado de La Granja	Caseríos del centro poblado de Paraguay	Total
$CaCO_3$ o acidez cambiable			25
Materia orgánica			25
Textura (arena, limo y arcilla)			25
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)			25
Cationes cambiables (Calcio, magnesio, sodio y potasio)			25

210. Finalmente, la sistematización de los resultados, cadenas de custodia y los informes de ensayo se detallan en el Anexo E4.

9.5. Fauna silvestre

211. En los apartados siguientes se muestra información acerca de la metodología desarrollada para evaluar la diversidad de la fauna silvestre que comprenden los mamíferos silvestres y aves presentes en el área del proyecto minero La Granja, consignándose la ubicación de los puntos de muestreo, los protocolos empleados y las técnicas de análisis.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.5.1. Mamíferos silvestres

a. Ubicación de las estaciones de monitoreo

212. Se determinaron 4 zonas de monitoreo en los centros poblados del área de estudio del proyecto minero La Granja, en cada estación de monitoreo, se instalaron cámaras trampa, que en total fueron 11, distribuidas de la siguiente manera: 2 en el ámbito del centro poblado La Palma, 3 en el ámbito del centro poblado La Granja, 3 en el ámbito del centro poblado La Iraca y 3 en el ámbito del centro poblado la Lima, (Tabla 9-21).

Tabla 9-21. Puntos de ubicación de las cámaras trampa

Nº	Centro poblado	Código de cámara-trampa	Coordenadas UTM (Datum WGS84)	
			Este (m)	Norte (m)
1	La Palma	GRANJA 1	710 728	9 294 580
2		GRANJA 2	710 804	9 294 666
3	La Granja	GRANJA 3	707 881	9 294 226
4		GRANJA 4	707 928	9 294 523
5		GRANJA 5	708 262	9 294 879
6	La Iraca	GRANJA 6	704 230	9 294 049
7		GRANJA 7	704 566	9 294 060
8		GRANJA 8	704 660	9 294 146
9	La Lima	GRANJA 9	704 857	9 298 801

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Nº	Centro poblado	Código de cámara-trampa	Coordenadas UTM (Datum WGS84)	
			Este (m)	Norte (m)
10		GRANJA 10	705 261	9 298 426
11		GRANJA 11	705 408	9 299 049

213. Con la finalidad de contextualizar la ubicación de las cámaras trampa, a continuación, se precisan detalles del entorno de ubicación de acuerdo a la localización, en el Anexo F1; asimismo, se muestra el registro fotográfico en el Anexo F2.

- Centro poblado La Palma

214. Cámara trampa Granja 1: Cámara instalada en la media cima del cerro La Palma, el suelo es rocoso, cubierto por una gruesa capa de raíces y hojarasca, el sotobosque es muy denso con abundancia de bromelias, el dosel aproximado de 10 m, árboles de delgado fuste, todos ellos con abundante musgo adherido a su tronco, la cámara está dirigida a un camino de mamífero silvestre.

215. Cámara trampa Granja 2: Cámara instalada en la parte baja del cerro La Palma, superficie plana, suelo negruzco pedregoso, sotobosque denso, muchos arbustos de *Piper sp* y algunos individuos de la Melastomataceae, árboles de mediano y gran fuste, muchos de ellos con bromelias en el tronco.

- Centro poblado La Granja

216. Cámara trampa Granja 3: Cámara instalada en la parte alta de la quebrada Checos, ámbito del centro poblado La Granja en un bosque montano, margen izquierda de la quebrada checos donde el suelo pedregoso con abundante hojarasca el sotobosque es claro, dosel aproximado de 20 m, entre la vegetación dominante resaltan unos árboles de mediano fuste de la familia Moraceae, todos ellos con abundante musgo y bromelias adheridos a sus tallos.

217. Cámara trampa Granja 4: Cámara ubicada al margen derecho de la quebrada Checos en un parche de bosque primario, el suelo rocoso está recubierto por diferentes plántulas, subdosel denso por la presencia de una Poacea, sotobosque claro, dosel aproximado de 18m.

218. Cámara trampa Granja 5: Cámara instalada en un parche de bosque primario en la margen derecha de la quebrada Checos, el área se encuentra rodeado de pastizales y bosque secundario, suelo pedregoso, cámara dirigida a un camino que sale a la quebrada, dosel 15 m, muy cerca de la cámara hay un árbol conocido localmente como higuerón (Moraceae), con frutos.

- Centro poblado La Iraca

219. Cámara trampa Granja 6: Cámara ubicada en un bosque montano por la quebrada Cayalti, ámbito del centro poblado la Iraca, el suelo es negruzco cubierto por abundante hojarasca, el sotobosque es denso, abundancia de plántulas y arbustos de las familias, Piperaceae y Melastomataceae, dosel aproximado de 30 m, árboles de gran fuste, todos ellos con abundante musgo adheridos a sus tallos, cámara dirigida a un camino de animales silvestres.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

220. Cámara trampa Granja 7: Cámara ubicada en un bosque primario por la quebrada Cayalti, ámbito del centro poblado Iraca, bosque alto, con suelo compacto cubierta por una gruesa capa de materia orgánica y hojarasca dosel de más o menos 15 m, árboles de delgado mediano fuste.

221. Cámara trampa Granja 8: Cámara instalada en la ladera del bosque Cayalti, ámbito del centro poblado Iraca, suelo cubierto por abundante hojarasca, sotobosque denso, muchos arbustos, dosel de 15 m.

- Centro poblado La Lima

222. Cámara trampa Granja 9: Cámara ubicada en un bosque montano, en el cerro La Peña Azul, jurisdicción del centro poblado La Lima, cámara ubicada en un camino de animales silvestres, donde el suelo es pedregoso, sotobosque claro, dosel de 25 m. En el sitio donde se instaló la cámara ocurrió un incendio forestal en diciembre de 2016, se observan los árboles secos, el tallo quemado, esta característica es constante en una extensión de aproximadamente tres hectáreas, el sotobosque está empezando a reverdecer, se observan helechos, *Piper,* algunas Melastomataceae, y algunos arbustos con flores.

223. Cámara trampa Granja 10: Cámara en un camino antiguo, el sotobosque es claro producto del incendio forestal, en el área se observan algunos parches de bosques sotobosque con arbustos, el dosel aproximado de 25 m, donde hay un *Ficus* con frutos, suelo cubierto por abundante hojarasca.

224. Cámara trampa Granja 11: Cámara instalada en un parche de bosque primario que se encuentra entre dos pastizales, suelo negruzco, poca hojarasca, sotobosque claro, dosel de 15 m. Este bosque también se vio afectado por el incendio forestal ocurrido en diciembre de 2016.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

b. Equipos, recolección de datos y análisis de la información

225. Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de la fauna silvestre, específicamente mamíferos que concurren en el ámbito de los centros poblados de La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima, se realizó un monitoreo sistemático con cámaras trampa.

226. Las cámaras trampa son herramientas útiles para el monitoreo de poblaciones de especies, 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 estas especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si se utilizarían métodos tradicionales. (Chávez et al., 2013), actualmente esta metodología es utilizada para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas (Díaz-Pulido & Payán Garrido, 2012).

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

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Programación de las cámaras trampa

228. Las cámaras estuvieron operativas las 24 horas del día y fueron programadas para tomar una foto seguido de un video de 30 segundos con periodos de espera de dos segundos. A continuación, presentamos los datos de programación de la cámara.

  - Modo: Hibrido
  - Tamaño de imagen: 14 megapíxeles
  - Formato de imagen: Full screen
  - Número de captura: 1 foto
  - Control LED: Medio
  - Tamaño de vídeo: 1920x1080
  - Duración de vídeo: 30"
  - Intervalo: 2"
  - Nivel del sensor: Auto
  - NV Shutter: Auto
  - Camera Mode: 24 horas
  - Sonido de video: activado

- Instalación de trampas cámara

229. Todas las cámaras fueron instaladas en el sotobosque a una altura aproximada de 0,50 cm del suelo y fijadas en árboles de mediano fuste con una posición contraria a la salida y ocaso del sol, las cámaras trampas permanecieron activas por 30 días.

230. La recolección de los datos fotográficos se realizó el 6 de octubre de 2017 y fueron analizadas 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 solo las fotos y videos que registraron mamíferos silvestres. 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).

  - <u>Índices de Diversidad</u>

231. Para comparar la diversidad entre las locaciones y unidades de vegetación se usaron los Índices de Diversidad de Shannon (Moreno, 2001). El cálculo de estos índices se hizo mediante la aplicación del programa Past3 para Windows. Según estos índices, los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de cada especie). La fórmula de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \Sigma (pi) (log2pi) \qquad (9.6)$$

Donde:
pi : Abundancia proporcional de la especie
i : Número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

La fórmula del Índice de Simpson (D) es la siguiente:

$$D= 1- (\Sigma\ pi)^2 \qquad (9.7)$$

Donde:

pi : abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

9.5.2. Aves silvestres

a. Ubicación de las estaciones de monitoreo

232. En el área de estudio se evaluaron tres (3) tipos de hábitats: el bosque nublado, áreas intervenidas y el bosque ribereño, que estuvieron distribuidos en cinco (5) zonas de monitoreo. Estas zonas de muestreo se encuentran en los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima, localizadas en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. La ubicación de las zonas de monitoreo se presenta en la Tabla 9-22.

Tabla 9-22. Puntos de ubicación de las zonas de monitoreo

N°	Zonas de Monitoreo	Hábitats	Código en mapa	Coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona 17 M)	
				Este (m)	Norte (m)
1	La Palma	Bosque nublado	BI1	710 804	9 294 666
2		Áreas intervenidas	BI2	711 310	9 295 849
3	La Granja (quebrada Checos)	Bosque nublado	BI3	707 879	9 294 235
4		Áreas intervenidas	BI4	708 816	9 295 685
5	La Iraca (quebrada Cayalti)	Bosque nublado	BI5	704 714	9 294 147
6	La Lima	Bosque nublado	BI6	704 918	9 298 763
7		Áreas intervenidas	BI7	706 858	9 297 704
8	La Granja	Bosque ribereño (río Paltic)	BI8	706 421	9 297 372
9		Áreas intervenidas	BI9	706 721	9 297 019

b. Equipos, recolección de datos y análisis de la información

233. Para la evaluación de las aves se utilizó como metodología principal el censo de búsqueda intensiva (BI), y como metodologías complementarias, el playback con grabación de cantos y la fotografía; a continuación, se describen cada uno de ellos.

b.1. Censos por Búsqueda Intensiva (BI)

234. Las estaciones de muestreo fueron evaluadas mediante el método de censo por búsqueda intensiva (Ralph et al., 1996; Minam, 2015). En este método, el observador realiza un recorrido con una duración entre 120 y 240 minutos, siguiendo un transecto en un área seleccionada, registrando todos los individuos de cada especie detectados de forma visual y auditiva.

235. En la búsqueda intensiva, además se utilizó una cámara fotográfica profesional para tener evidencias fotográficas de las especies en la evaluación. Este método permite obtener un inventario de las especies presentes (ver Tabla 9-23).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

236. La evaluación se inició en horas de la mañana (8:00 a.m. a 12:00 p.m.) y en horas de la tarde (14:00 p.m. a 17:00 p.m.), coincidiendo con las horas de mayor actividad de aves. Para la búsqueda intensiva se tomaron los siguientes datos: fecha, hora, coordenadas geográficas. Durante el censo se anotaron todas las especies detectadas de forma visual o auditiva considerando detallar, la especie, el número de individuos y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos).

Tabla 9-23. Búsqueda intensiva por hábitat en las zonas de monitoreo

Zonas de monitoreo	Hábitats	Búsqueda intensiva
La Palma	Bosque Nublado	4 horas
	Áreas Intervenidas	2 horas
La Granja (quebrada Checos)	Bosque Nublado	4 horas
	Áreas Intervenidas	1 hora
La Iraca	Bosque Nublado (Quebrada Cayalti)	4 horas
La Lima	Bosque Nublado (La Peña Azul de Choro Blanco)	4 horas
	Áreas Intervenidas	1 hora
La Granja	Bosque ribereño (Río Paltic)	4 horas
	Áreas Intervenidas	2 horas

237. Para la visualización de las especies se emplearon binoculares Eagle Ranger 10 x 40 y éstas se determinaron usando la guía de campo de aves de Perú (Schulenberg et al., 2010). El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de Plenge (2017).

b.2. Playback y Grabación de Cantos

238. Se utilizó para el reconocimiento de especies poco conspicuas o crípticas, que por la similitud de sus patrones de coloración con los de su entorno, o por ser especialmente tímidas son difíciles de detectar visualmente. El uso de grabaciones ayuda a familiarizarse con los cantos de estas especies (Parker, 1991) y sirve para llamar y atraerlas al observador. Esta metodología fue usada en los transectos lineales.

239. Las grabaciones se realizan en ocasiones en que el ave vocaliza y no se expone a la presencia de los investigadores en campo. Se toca el mismo canto por 30 segundos por tres veces y si el ave no responde, bajo la forma de canto o presencia, se continúa con el trabajo con el fin de no perturbarla. Mediante esta técnica se realizaron grabaciones de cantos de algunas especies de aves y registros fotográficos para confirmar con evidencias la presencia de las diferentes especies.

240. Para el playback y la grabación de cantos se utilizó un iPod touch, una grabadora profesional Marantz PMD 661 y un micrófono direccional Sennheiser ME67. Las grabaciones de las vocalizaciones de aves y llamadas dudosas fueron revisadas posteriormente y luego comparadas con las referencias vocales de "Birds of Peru" (Boesman, 2009) y de la base de datos de vocalizaciones de aves disponibles en internet "Xeno-Canto" (http://www.xeno-canto.org). Esta técnica de Playback se usa de manera moderada y con ética sin afectar a la especie, por la territorialidad que hay entre algunas especies e intraespecífica o pueden ocasionarle estrés.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

b.3. Técnicas de fotografía

241. Son utilizadas para ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de algunas especies bastantes crípticas, muy esquivas y difícil de observar. Las técnicas de fotografía se complementan en algunas ocasiones con la técnica del playback, usando la vocalización para atraer al individuo hasta una distancia cercana, dentro de un rango de alcance de un lente teleobjetivo de 250 mm, para lo cual se utilizó una cámara EOS MARK II.

242. Para el análisis de datos se aplicó la siguiente metodología:

- Diversidad

243. La medición de la diversidad alfa se basa en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). Para la cuantificación de la riqueza específica se presenta la riqueza específica (S) total encontrada en el área de estudio. Para la medición de la estructura se calculará el índice Shannon - Wiener (H'), el índice de diversidad de Simpson (1-D) fueron calculados por hábitat de evaluado, calculados con el programa PAST (Hammer et al., 2001).

244. Para calcular la diversidad beta se usó índices de similitud, se calculó el Índice de Morisita para datos cuantitativos (Moreno, 2001), calculados con el programa PAST (Hammer et al., 2001). A continuación, se describen los índices usados para determinar la diversidad.

- Diversidad alfa

  - Riqueza específica (S):

245. 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).

246. En los resultados se presenta la riqueza total de especies de aves. El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2017). Para la caracterización de las aves se presenta la riqueza de especies por hábitats evaluado en el área de estudio.

- Abundancia:

247. 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 la búsqueda intensiva se utilizará para el cálculo de los índices de diversidad.

  - Índice de Shannon-Wiener:

248. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995, citados en Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988; citado en Moreno, 2001).

Su fórmula es:

$$H' = -\sum pilnpi \qquad (9.8)$$

Donde
H': índice de diversidad de la muestra
pi : Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie *i*

249. El valor de H' se encuentra acotado entre 0 y ln (S), donde "S" es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o H'max.) en comunidades de máxima equitatividad.

- El Índice de diversidad de Simpson

250. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974 citados en Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse mediante la fórmula:

$$\mathbf{D = 1 - \sum pi^2} \qquad (9.9)$$

Donde:

pi : abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- Diversidad beta

- Similitud

251. Se realizaron análisis gráficos de agrupamiento mediante dendrogramas (clusters) para comparar las potenciales semejanzas entre hábitats. Este análisis gráfico fue realizado utilizando el algoritmo de UPGMA, el cual realiza un promedio de las distancias calculadas.

252. Para este análisis se empleó el índice de Morisita (cuantitativo, basado en abundancias) mediante el programa estadístico Past (Hammer et al., 2001). Estos dos índices de similaridad son ampliamente empleados y recomendados para inventarios biológicos (Moreno, 2001). El índice de Morisita estima similitudes basado en las abundancias registradas por especies (Krebs, 1999) en los hábitats evaluados.

- Índice de Morisita.

253. Este índice expresa cuan semejantes son dos muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran 1988, Krebs 1989, Moreno 2001). Este índice está definido por:

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

$$Morisita_{jk} = \frac{2\sum_{i=1}^{S}(x_{ij}x_{ik})}{(\lambda_1+\lambda_2)\sum_{i=1}^{S}x_{ij}\sum_{i=1}^{S}x_{ik}} \qquad (9.10)$$

Donde:

X_{ij}, X_{ik} : Número individuos de la especie i en las muestras J y K
N_j: $\sum X_{ij}$: Total de individuos en la muestra J
N_k: $\sum X_{ik}$: Total de individuos en la muestra K

- Determinación de especies endémicas, amenazadas y migratorias

254. Las especies endémicas y migratorias de Perú, se determinaron según Schulenberg et al. (2010) y Plenge (2014) y las especies endémicas de los Biomas se determinaron según Stolz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits (1996).

255. Para determinar las especies amenazadas, en la lista de aves se contrastó con la categorización de especies amenazadas del Estado Peruano (DS 004-2014-MINAGRI), y con la clasificación internacional según IUCN (2017). Asimismo, se listó las especies incluidas en los apéndices de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2017) y las especies incluidas en los apéndices de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS, 2015).

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

256. Los resultados y el análisis de los componentes agua, comunidades hidrobiológicas, aire, suelo y fauna silvestre (mamíferos y aves), son descritos a continuación.

10.1. Calidad de agua

257. Para fines prácticos, se presentan los resultados y análisis de calidad de agua, teniendo en cuenta, el área de evaluación del proyecto minero La Granja, el cual se agrupó en cinco zonas de estudio: microcuenca del río La Iraca, microcuenca del río La Lima, microcuenca de la quebrada Checos y microcuenca de la quebrada Honda, subcuenca del río Paltic.

258. Los resultados completos de campo y laboratorio del componente agua se muestran en el Anexo B5, asimismo, las vistas fotográficas se presentan en el Anexo B4.

10.1.1. Comparación con los ECA para agua 2017

259. Se muestra la comparación realizada de las concentraciones obtenidas de los parámetros analizados respecto a los ECA para Agua 2017 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) los cuales serán divididos en dos partes: 10.1.1.1. Evaluación en ríos y quebradas y 10.1.1.2 Evaluación en manantiales; la evaluación para este último es referencial.

10.1.1.1. Evaluación en ríos y quebradas

260. Para realizar la evaluación de agua superficial en ríos y quebradas, se compararán los resultados con los valores establecidos en los ECA para agua, categoría 3,

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

subcategorías D1 "Riego de vegetales" (para riego restringido y no restringido) y D2, "Bebida de animales" (Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

261. Los resultados obtenidos de las aguas procedentes de las plataformas de perforación (pasivos ambientales), serán comparados referencialmente con la categoría 3, subcategorías D1 y D2.

262. Cabe resaltar, que las concentraciones de los parámetros evaluados, como: conductividad, oxígeno disuelto, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, cianuro wad y la mayoría de metales totales incluido el mercurio (a excepción del aluminio, cadmio, cobre, hierro y manganeso), cumplieron con los valores establecidos en los ECA – categoría3, subcategorías D1 y D2. Los resultados sistematizados se muestran en el Anexo B5.

263. A continuación, se mostrarán las gráficas de los parámetros que superaron los valores establecidos en los ECA para agua (2017) según sus categorías.

a. Potencial de hidrógeno (pH)

264. En la Figura 10-1, se muestran los resultados de los valores de pH que excedieron los ECA para Agua categoría 3 en el área de influencia del proyecto minero La Granja.

MONITOREO Y VIGILANCIA – VoBo – DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- **Microcuenca del río La Iraca**

265. En esta microcuenca se observa que los valores de pH en los puntos de muestreo QTend1, QSnbr1, RLIra2 y QSald1, se encuentran fuera del rango establecido para los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2, presentando características ácidas.

266. Los valores de pH en los puntos RLIra1 RLIra3 y RLIra3, ubicados a lo largo del río La Iraca, cumplen con los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2, los cuales se encuentran entre 6,56 y 7,03 unidades de pH. Respecto al punto de muestreo RLIra2, ubicado luego de la confluencia de la quebrada sin nombre (QSnbr1) presentó un pH de 6,4; donde se observó que la acidez evidenciada tendría influencia de la quebrada en mención debido a que presenta características ligeramente ácidas (6,47 unidades de pH).

267. Por otro lado, el menor valor de pH obtenido fue de 3,23 en la quebrada Salada, cuyas aguas con características ácidas se deben a que dicha quebrada recibe el drenaje ácido proveniente de un socavón identificado como pasivo ambiental en el EIA del proyecto La Granja[25].

- **Microcuenca del río La Lima**

268. Los valores de pH en el río La Lima (RLLim2), y la quebrada Chorro Blanco (QSnbr2), se encuentran fuera del rango establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2, presentando características ácidas.

269. La quebrada Chorro Blanco, conocida como quebrada El Peón (QSnbr2), es un afluente principal del río La Lima, sus aguas con características ácidas (pH = 6,01);

[25] Décimo primera modificación del EIAsd del proyecto de exploración La Granja, capitulo 2.2 Pasivos ambientales.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

tendrían influencia en el nivel de acidez que presenta el río La Lima en el punto RLLim2.

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

270. Los valores de pH obtenidos la quebrada Checos en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; se encuentran dentro del rango establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

271. En esta microcuenca, los valores de pH obtenidos en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; se encuentran dentro del rango establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

- **Subcuenca del río Paltic**

272. En el río Paltic, se ubican seis puntos de muestreo, de los cuales se tiene que los valores de pH en los puntos RPalt2 (6,48) y RPalt3 (6,46) ubicados aguas arriba y aguas abajo respectivamente de los trabajos de extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic, se encuentran fuera del rango establecido para la Cat3D1 y Cat3D2, presentando características ácidas. Los trabajos de extracción realizados en el cauce del río Paltic, podrían estar influyendo en las características de sus aguas.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

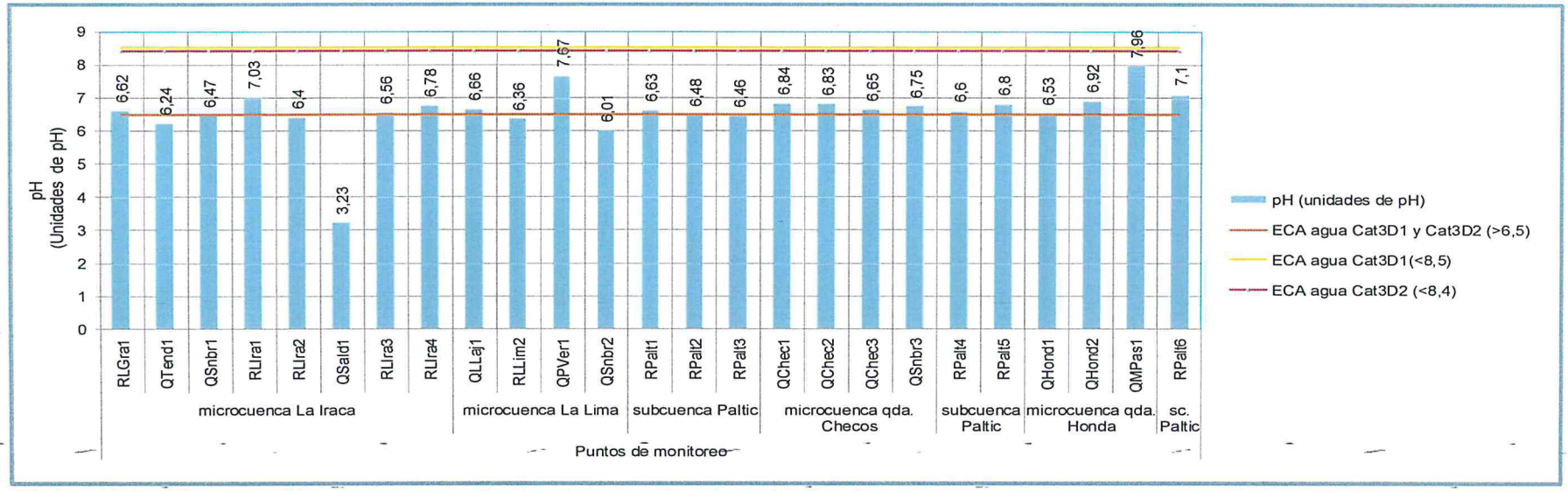


Figura 10-1. Valores de pH en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

MONITOREO Y VIGILANCIA
V°B°
DIRECCION DE EVALUACION

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

b. Aluminio total (Al)

273. En la Figura 10-2, se muestran los resultados de las concentraciones de aluminio total que excedieron los ECA para agua Categoría 3 en las cinco zonas evaluadas del área del proyecto minero La Granja.

- **Microcuenca del río La Iraca**

274. En esta microcuenca se observa que las concentraciones de aluminio se encuentran entre 0,027 y 0,47 mg/l las cuales no exceden la concentración establecida en los ECA para agua, Cat3D1 y Cat3D2, a excepción del punto ubicado en la quebrada la Salada (QSald1) aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca (cercano a las instalaciones del proyecto La Granja), que presenta una alta concentración de aluminio (13,26 mg/l), excediendo la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

275. La quebrada Salada podría estar influenciando en el incremento de la concentración de aluminio entre los puntos ubicados en el río La Iraca, RLIra 2 respecto al punto RLIra3 ubicados aguas arriba y aguas abajo respectivamente de la confluencia de dicha quebrada con el río La Iraca.

- **Microcuenca del río La Lima**

276. En esta microcuenca, no se observan concentraciones significativas de aluminio total en los puntos QLLaj1, RLLim2, QPVer1 y QSnbr2, cumpliendo con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2.

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

277. Las concentraciones obtenidas en la quebrada Checos en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; no exceden el valor establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua, siendo la mayor concentración reportada 0,291 mg/l en el punto QChec3.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

278. En esta microcuenca, las concentraciones de aluminio obtenidas en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; no exceden el valor establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua, siendo la mayor concentración reportada 0,52 mg/l en el punto QMPas1.

- **Subcuenca del río Paltic**

279. En el río Paltic, se ubican los puntos RPalt1, RPalt2, RPalt3, RPal4 y RPalt5, que presentan concentraciones de aluminio entre 0,249 y 0,321 mg/l, las cuales no exceden la concentración establecida en los ECA para agua, Cat3D1 y Cat3D2; sin embargo, el punto RPalt6, ubicado aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso, presenta una concentración de aluminio de 5,634 mg/l, que exceden los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

280. Por otro lado, en la microcuenca de la quebrada Honda las concentraciones de aluminio en las quebradas Honda (QHond1 y QHond2) y Mal Paso (QMPas1)

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

aportantes del río Paltic, se encuentran entre 0,052 y 0,135 mg/l, los cuales no exceden lo establecido en las Cat3D1 y Cat3D2.

c. Cadmio total (Cd)

281. En la Figura 10-3, se muestran los resultados de las concentraciones de cadmio total comparados con los ECA para agua categoría 3 en las cinco zonas evaluadas del área del proyecto minero La Granja.

- **Microcuenca del río La Iraca**

282. En esta microcuenca se reportaron concentraciones de cadmio por debajo al límite de cuantificación analítico (menor a 0,001 mg/l), a excepción del punto ubicado en la quebrada Salada (QSald1) aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca (cercano a las instalaciones del proyecto La Granja), que presenta una concentración de 0,014 mg/l, la cual excede lo establecido en los ECA para agua Cat3D1; sin embargo, cumple con la Cat3D2.

- **Microcuenca del río La Lima**

283. En esta microcuenca, las concentraciones de cadmio total en los puntos QLLaj1, RLLim2, QPVer1 y QSnbr2, se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítico (menor a 0,001 mg/l), cumpliendo con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

284. Las concentraciones de cadmio total obtenidos la quebrada Checos en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; cumplen con el valor establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

285. En esta microcuenca, se reportó concentraciones de cadmio total menores al límite de cuantificación analítico (menor a 0,001 mg/l), en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; cumpliendo con el valor establecido en la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

- **Subcuenca del río Paltic**

286. Las concentraciones de cadmio reportadas en los seis puntos ubicados en el río Paltic (RPalt1, RPalt2, RPalt3, RPalt4, RPalt5 y RPalt6) se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítica (menor a 0,001 mg/l), cumpliendo con el valor establecido en la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

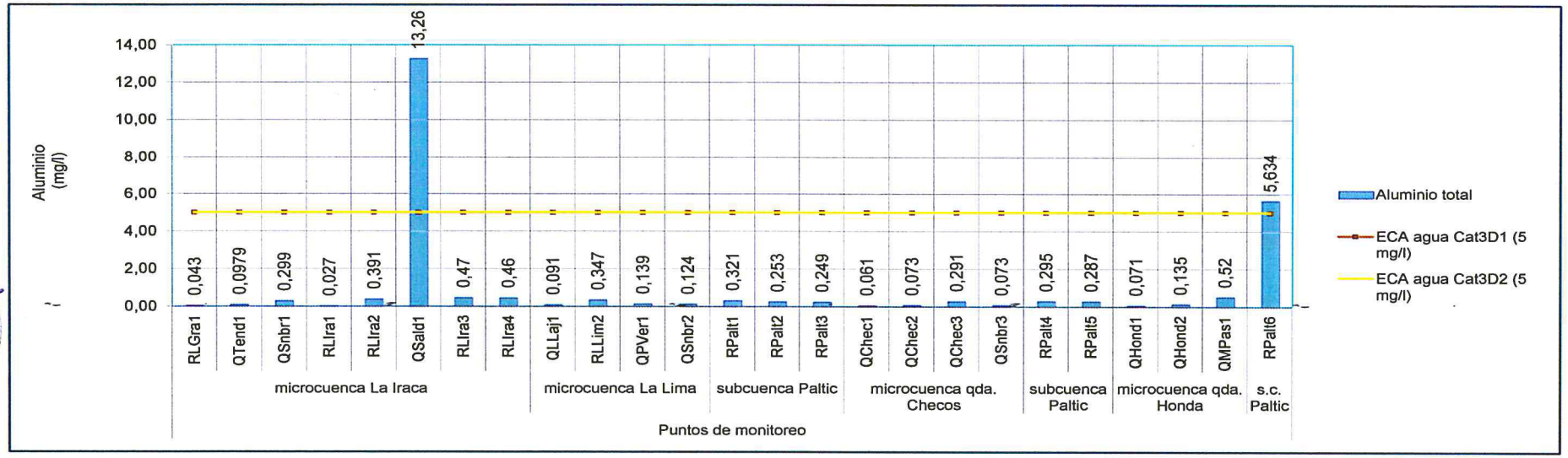


Figura 10-2. Concentraciones de aluminio total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

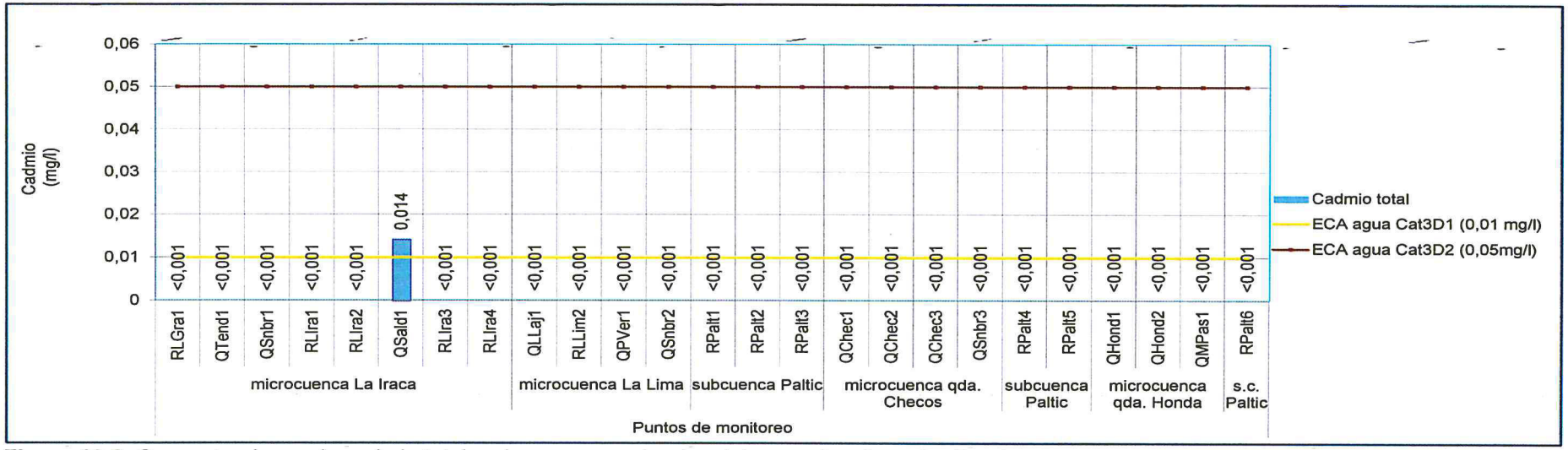


Figura 10-3. Concentraciones de cadmio total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

d. Cobre total (Cu)

287. En la Figura 10-4, se muestran los resultados de cobre total comparados con los ECA para agua categoría 3 en las cinco zonas evaluadas del área de influencia del proyecto minero La Granja.

- **Microcuenca del río La Iraca**

288. En esta microcuenca se reportaron concentraciones de cobre por debajo al límite de cuantificación analítico (menor a 0,002 mg/l) en los puntos RLGra1, QTend1, QSnbr1 y RLIra1; y concentraciones de 0,093; 0,106 y 0,111 mg/l en los puntos RLIra2, RLIra3 y RLIra4 respectivamente, que cumplen con los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2, a excepción del punto ubicado en la quebrada Salada (QSald1), antes de la confluencia con el río La Iraca (cercano a las instalaciones del proyecto La Granja), que presenta una concentración de cobre de 4,206 mg/l, la cual excede los valores establecidos en la Cat3D1 y Cat3D2.

289. Se observa un incremento en la concentración de cobre en el río La Iraca, aguas abajo, luego de la confluencia de la quebrada Salada en el punto RLIra3 (0,106 mg/l) y aguas abajo en el punto RLIra4 (0,111 mg/l), en comparación con la concentración que presenta el punto RLIra2 (0,093 mg/l).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- **Microcuenca del río La Lima**

290. Las concentraciones de cobre total en los puntos QLLaj1, RLLim2, QPVer1 y QSnbr2, se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítico (menor a 0,002 mg/l), cumpliendo con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2.

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

291. En la quebrada Checos, se observa que las concentraciones de cobre total en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítico (menor a 0,002 mg/l), cumpliendo con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

292. En esta microcuenca, se reportó concentraciones de cobre total menores al límite de cuantificación analítico (<0,002 mg/l), en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; cumpliendo con el valor establecido en la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

- **Subcuenca del río Paltic**

293. Las concentraciones de cobre total obtenidas en los puntos RPalt1, RPalt2, RPalt3, RPalt4 y RPalt5 se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítica (<0,002 mg/l), y en el punto RPalt6, se obtuvo una concentración de 0,039 mg/l, las cuales no exceden al valor establecido en la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

e. Hierro total (Fe)

294. En la Figura 10-5, se muestran los resultados de las concentraciones de hierro total comparados con los ECA para agua categoría 3 en las cinco zonas evaluadas del área del proyecto minero La Granja.

- **Microcuenca del río La Iraca**

295. En esta microcuenca se reportaron concentraciones de hierro los cuales cumplen con los ECA para agua Cat3D1; en los puntos RLGra1, QTend1, QSnbr1, RLIra1, RLIra2 RLIra3 y RLIra4 las concentraciones se encuentran entre 0,016 y 0,598 mg/l, mientras que, el punto QSald1 presentó la mayor concentración (1,453 mg/l).

- **Microcuenca del río La Lima**

296. Las concentraciones de hierro total en los puntos QLLaj1 y QSnbr2, se encuentran por debajo del límite de cuantificación analítico (menor a 0,003 mg/l), asimismo los puntos RLLim2, QPVer1 presentaron concentraciones de 0,317 y 0,205 mg/l respectivamente, las cuales cumplen con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1.

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

297. En la quebrada Checos, se observa que las concentraciones de hierro total en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; son 0,034; 0,042; 0,348 y 0,065 mg/l respectivamente, las cuales cumplen con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

298. En esta microcuenca, las concentraciones de hierro total en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; fueron 0,179; 0,203 y 0,597 mg/l respectivamente, las cuales cumplen con el valor establecido en la Cat3D1 de los ECA para agua.

- **Subcuenca del río Paltic**

299. En el río Paltic, se ubican seis puntos de muestreo (RPalt1, RPalt2, RPalt3 RPalt4, RPalt5 y RPalt6) de los cuales se tiene que la concentración de hierro en el punto RPalt6 ubicado en el río Paltic, aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso, es de 8,11 mg/l, la cual excede el valor establecido en los ECA para agua Cat3D1.

300. Cabe señalar que las concentraciones de hierro en las quebradas Honda y Mal Paso en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; ubicados antes de la confluencia con el río Paltic en el punto RPalt6, registran valores entre 0,179 y 0,597 mg/l, los cuales no exceden lo establecido en las Cat3D1.

301. Asimismo, en los demás puntos ubicados en el río Paltic, las concentraciones de hierro, no superan el valor establecido en los ECA para agua Cat3D1.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

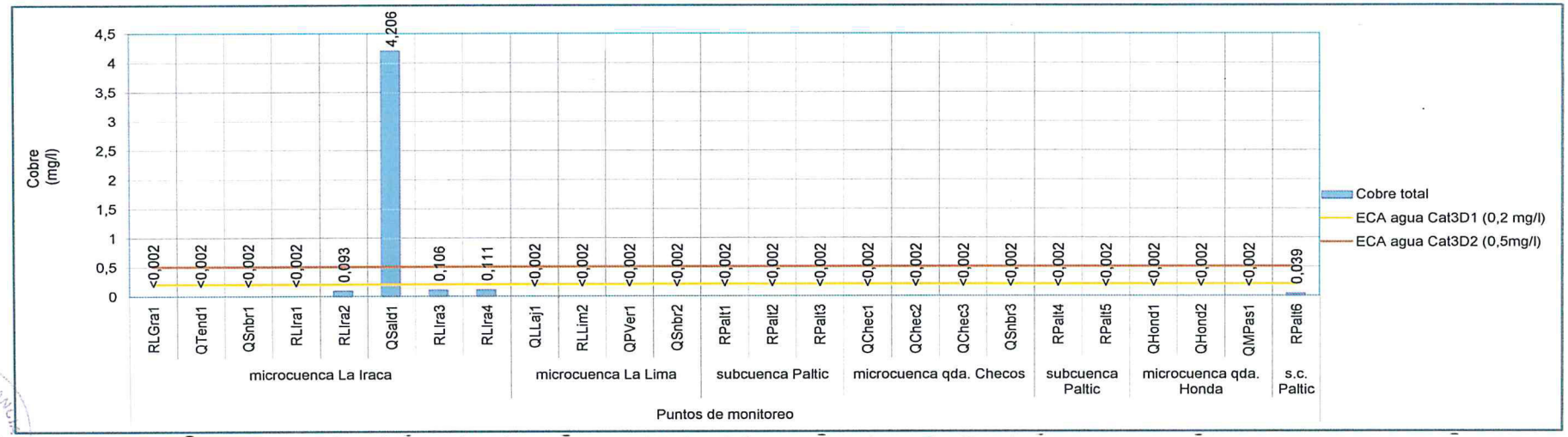


Figura 10-4. Concentraciones de cobre total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

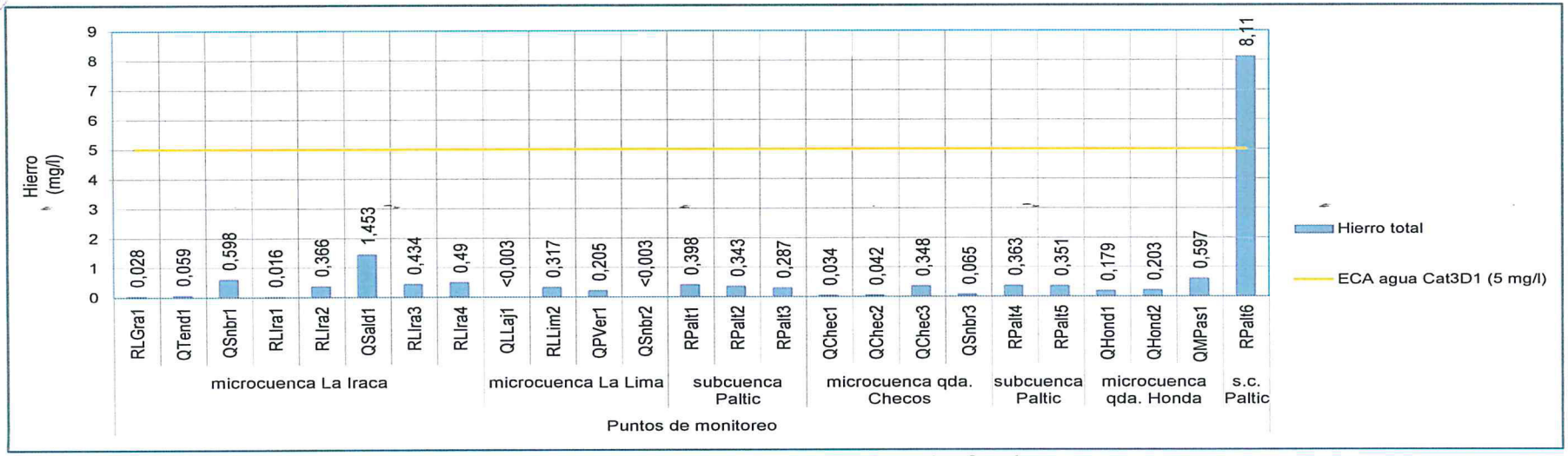


Figura 10-5. Concentraciones de hierro total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

f. Manganeso total (Mn)

302. En la Figura 10-6, se muestran los resultados del parámetro de manganeso total comparados con los ECA para agua categoría 3 en las cinco zonas evaluadas del área del proyecto minero La Granja.

- **Microcuenca del río La Iraca**

303. En esta microcuenca se observa que las concentraciones de manganeso se encuentran entre 0,002 y 0,093 mg/l, a excepción del punto ubicado en la quebrada La Salada (QSald1), aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca (cercano a las instalaciones del proyecto La Granja), que presenta una concentración de 0,428 mg/l, excediendo lo establecido en los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

- **Microcuenca del río La Lima**

304. En esta microcuenca, se observa que las concentraciones manganeso total en los puntos QLLaj1, RLLim2, QPVer1 y QSnbr2, se encuentran entre 0,006 y 0,12 mg/l, las cuales cumplen con el valor establecido en los ECA agua Cat3D1 y Cat3D2.

- **Microcuenca de la quebrada Checos**

305. Las concentraciones de manganeso total obtenidas en la quebrada Checos en los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3; no exceden el valor establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua, siendo la mayor concentración reportada 0,078 mg/l en el punto QChec3.

- **Microcuenca de la quebrada Honda**

306. En esta microcuenca, las concentraciones de manganeso total obtenidas en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; no exceden el valor establecido para la Cat3D1 y Cat3D2 de los ECA para agua, siendo la mayor concentración reportada 0,119 mg/l en el punto QHond2.

- **Subcuenca del río Paltic**

307. En el río Paltic, se ubican seis puntos de muestreo (RPalt1, RPalt2, RPalt3 RPalt4, RPalt5 y RPalt6), de los cuales se tiene que la concentración de manganeso en el punto RPalt6 ubicado aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso, es de 0,442 mg/l, la cual excede el valor establecido en los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

308. Cabe señalar que las concentraciones de manganeso en las quebradas Honda y Mal Paso en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1; ubicados antes de la confluencia con el río Paltic, registran valores entre 0,032 y 0,119 mg/l, los cuales no exceden lo establecido en las Cat3D1 y Cat3D2.

309. Asimismo, en los cinco puntos ubicados en el río Paltic aguas arriba del punto RPalt6, las concentraciones de manganeso, no superan el valor establecido en los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- **Plataformas de perforación**

310. Se tomaron muestras del agua proveniente de las plataformas de perforación (PPerf1 y PPerf2), de la comparación referencial se tiene que la concentración de manganeso excede al ECA agua Cat3D1 y Cat3D2 en el punto PPerf2 (0,383 mg/l), mientras que en el punto PPerf1 cumple con los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

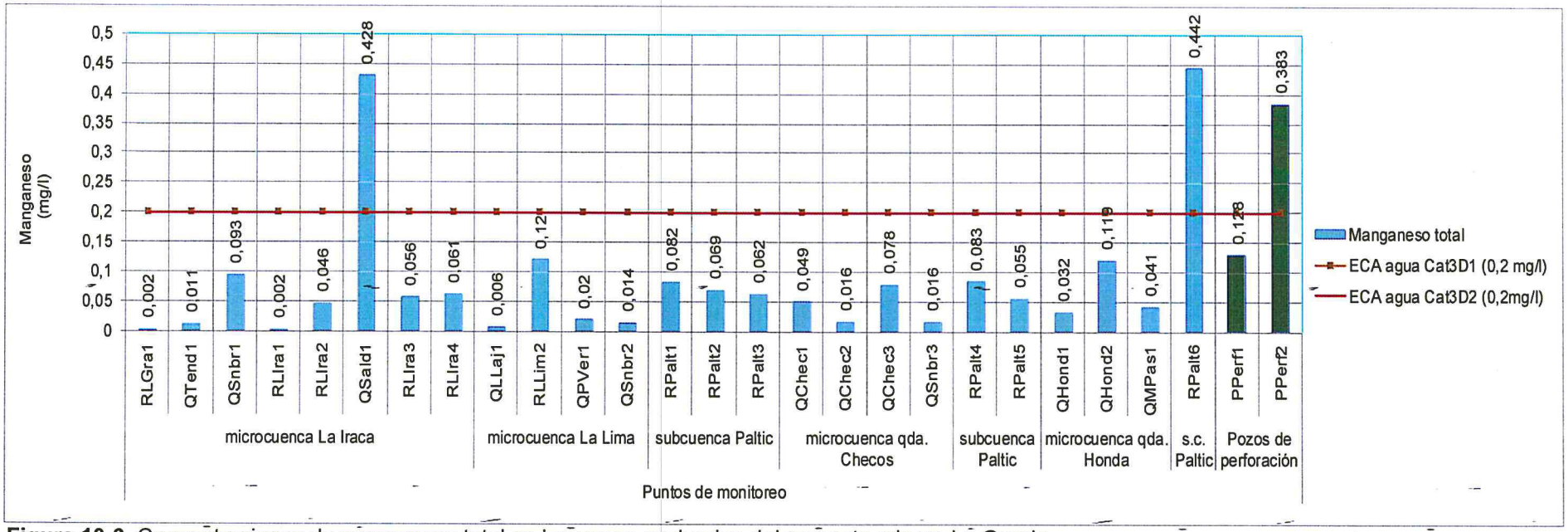


Figura 10-6. Concentraciones de manganeso total en las zonas evaluadas del proyecto minero La Granja

MONITOREO Y VIGILANCIA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.1.1.2. Evaluación en manantiales

311. Debido a que las aguas de los manantiales evaluados, son utilizadas como fuente de abastecimiento para consumo poblacional, los resultados obtenidos, se compararán de manera referencial con los ECA para Agua Categoría 1: Poblacional y Recreacional subcategorías A1 "Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección", y A2 "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" (Cat1A1 y Cat1A2 respectivamente).

312. A continuación, se muestran las gráficas de los parámetros que superaron los ECA para Agua (2017) según sus categorías. Cabe resaltar, que las concentraciones de los parámetros evaluados, como: conductividad, sólidos totales disueltos, CN-total, cloruros, N-Amoniacal, nitratos, sulfatos, cianuro libre, y la mayoría de metales totales incluido el mercurio (a excepción del aluminio, fósforo y hierro), cumplieron con los valores establecidos en los ECA – categoría 1, subcategorías A1 y A2 con los cuales fueron comparados referencialmente. Los resultados sistematizados se muestran en el Anexo B5.

a. <u>Potencial de hidrógeno (pH)</u>

313. En la Figura 10-7, se muestran los resultados de los valores de pH obtenidos en los manantiales ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja, que excedieron los ECA para Agua categoría 1, con los cuales fueron comparados referencialmente.

314. De los resultados de pH obtenidos en los manantiales evaluados se tiene que los puntos ubicados en los caseríos de La Palma (FLPal1), Paraguay (FPara1), Santa Isabel (FSIsa1) y Checos - La Granja (FNatu5), presentan características ácidas, se observa que los valores de pH se encuentran dentro del rango establecido para la Cat1A2; sin embargo, incumple lo establecido en la Cat1A1, valores con los cuales fue comparados referencialmente por ser fuente de abastecimiento de uso poblacional.

b. <u>Oxígeno disuelto (O.D.)</u>

315. Uno de los indicadores para medir la contaminación por desechos orgánicos es la concentración de oxígeno disuelto presente en el agua, cuando existe la presencia de desechos orgánicos en exceso, la reproducción de bacterias agota el oxígeno, ocasionando que los peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno no pueden vivir en esas aguas.

316. En la Figura 10-8, se muestran los resultados de las concentraciones de O.D. obtenidas en los manantiales evaluados, que incumplen los ECA para Agua categoría 1, con los cuales fueron comparados referencialmente.

317. Las aguas de los manantiales evaluados, presentan concentraciones de O.D. entre 5,44 y 9,41 mg/l, cumpliendo con lo establecido en los ECA para agua Cat1A2, sin embargo, los puntos evaluados en los manantiales ubicados en el caserío La Fila (FLFil1), caserío Checos - La Granja (FNatu5), y caserío La Pampa del centro poblado de La Granja (FLPam1), presentan valores de 5,84; 5,44 y 5,76 mg/l respectivamente, se encuentran ligeramente por debajo del valor establecido en la Cat1A1 (≥6 mg/l).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

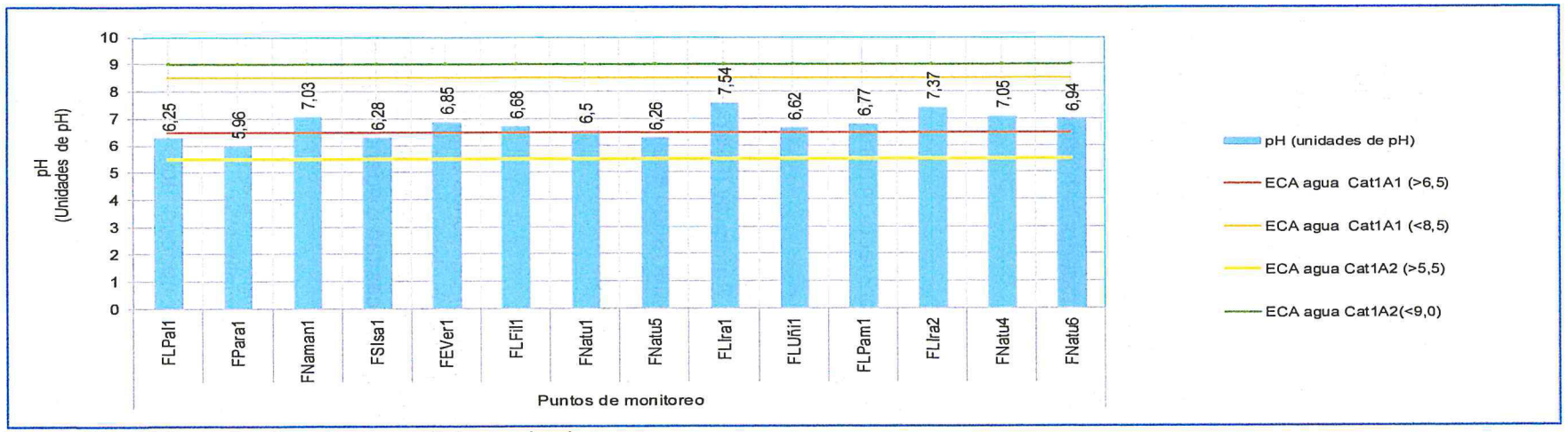


Figura 10-7. Valores de pH en los manantiales evaluados

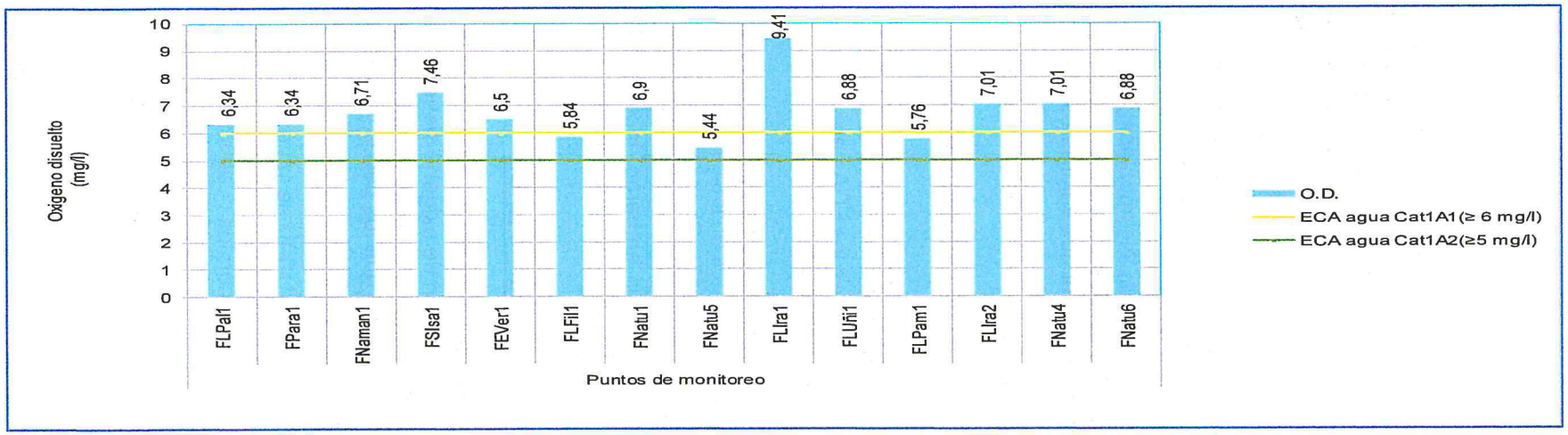


Figura 10-8. Concentraciones de oxígeno disuelto en los manantiales evaluados

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

c. Fósforo total

318. Como se observa en la Figura 10-9, las concentraciones de fósforo total reportadas en los manantiales evaluados cumplen con los valores de los ECA para agua, Cat1A1 y Cat1A2, a excepción del punto FNatu1 que corresponde al manantial ubicado en el caserío La Iraca a 300 m de una plataforma de perforación (exploración de proyecto minero La Granja), el cual presenta una concentración de 0,19 mg/l excediendo lo establecido para la Cat1A1 y Cat1A2.

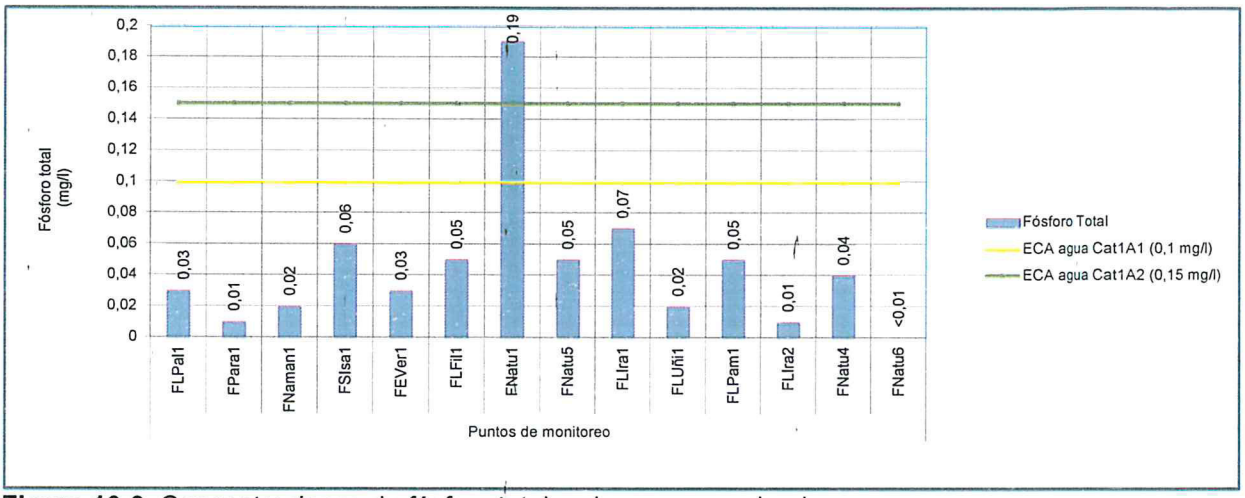


Figura 10-9. Concentraciones de fósforo total en las zonas evaluadas

d. Aluminio total (Al)

319. En la Figura 10-10, se muestran los resultados de las concentraciones de aluminio total obtenidos en los manantiales evaluados que exceden referencialmente la categoría 1 de los ECA para agua.

320. En los manantiales evaluados se reportó concentraciones de aluminio por debajo al límite de cuantificación analítico (menor a 0,005 mg/l) y concentraciones hasta 0,49 mg/l, los cuales no exceden los valores establecidos para la Cat1A1 y Cat1A2 con los cuales fueron comparados referencialmente; sin embargo, el punto FNatu1, que corresponde al manantial ubicado en el caserío La Iraca a 300 m de una plataforma de perforación (exploración de proyecto minero La Granja), presenta una concentración de 1,972 mg/l, valor que cumple la Cat1A2, pero excede la concentración establecida para la Cat1A1.

e. Hierro total (Fe)

321. En los manantiales evaluados se reportó concentraciones de hierro por debajo al límite de cuantificación analítico (menor a 0,003 mg/l) y concentraciones hasta 0,248 mg/l, los cuales no exceden el valor establecido para los ECA para agua Cat1A1 y Cat1A2; a excepción del punto FLIra2 manantial ubicado en el caserío La Iraca, que presenta una concentración de 0,313 mg/l, la cual, cumple con la Cat1A2, sin embargo, excede la concentración establecida para la Cat1A1. Por otro lado, el punto FNatu1 que corresponde al manantial ubicado en el caserío La Iraca a 300 m de una plataforma de perforación, presenta una alta concentración de hierro (4,329 mg/l), excediendo lo establecido en los ECA para agua Cat1A1 y Cat1A2. Los resultados se muestran en la Figura 10-11.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

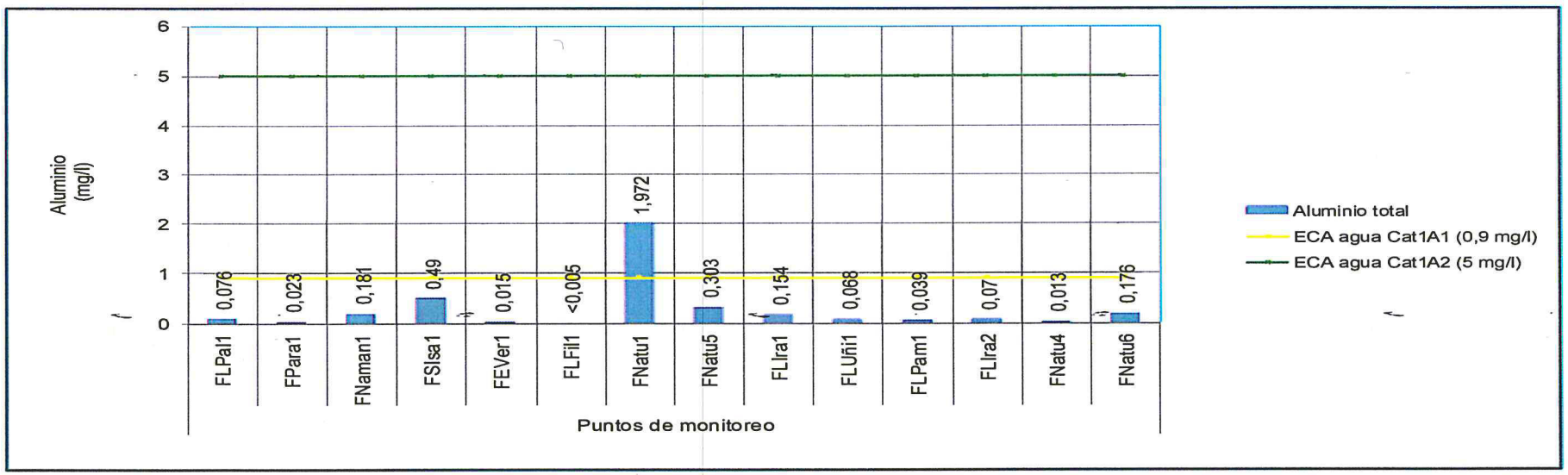


Figura 10-10. Concentraciones de aluminio total en los manantiales evaluados

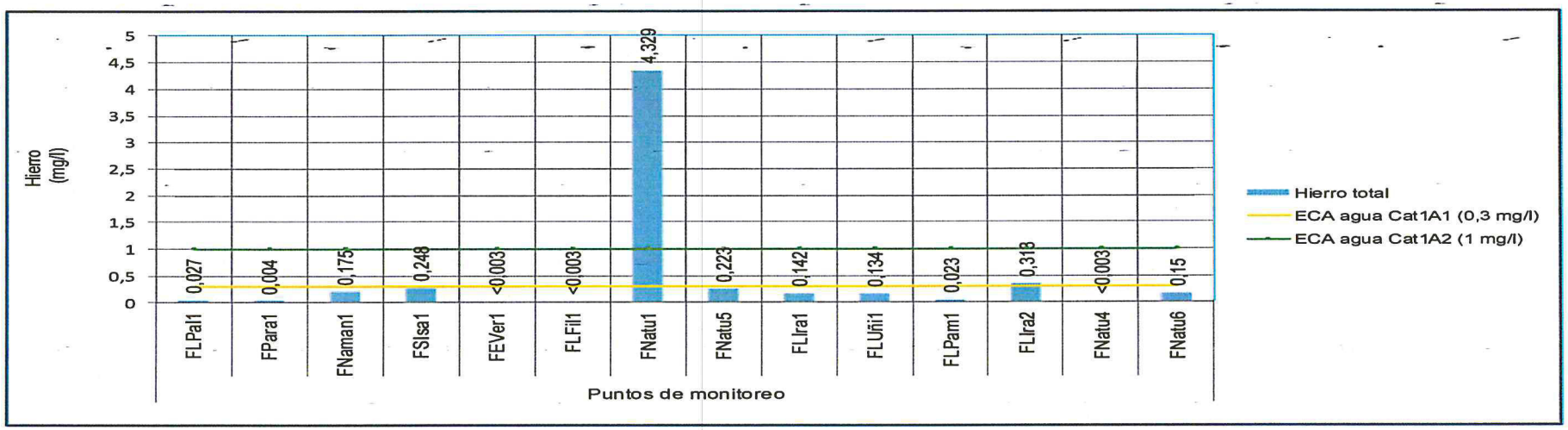


Figura 10-11. Concentraciones de hierro total en los manantiales evaluados

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.1.2. Análisis histórico de calidad de agua.

322. El análisis histórico de calidad de agua, se ha realizado en base a los resultados de los monitoreos realizados por la minera RTMP como parte de los compromisos asumidos en el EIA, en ese marco, las evaluaciones se basan en lo siguiente:

323. Los datos del año 2006 al año 2007, se obtiene de la Cuarta Modificación de la Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración Minera "La Granja", aprobado con Resolución Directoral N° 190-2008-MEM/AAM de fecha 25 de julio de 2008.

324. Los datos del año 2012 al año 2014 se obtienen del Primer Informe Técnico Sustentatorio de la Décimo Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Exploración Minera "La Granja", aprobado con Resolución Directoral N° 432-2015-MEM/DGAAM de fecha 11 de noviembre de 2015.

325. A continuación, se realiza la evaluación del comportamiento de los principales parámetros de calidad de agua, cuyas concentraciones han excedido los ECA para agua 2017.

a. <u>Potencial de hidrógeno (pH)</u>

326. En el EIA, se tienen los resultados obtenidos de pH en el punto con código LGW2-05 ubicado en la quebrada Tendal, (aguas arriba de las actividades de exploración), de la data histórica se observa que en general, el rango de valores de pH varía entre 6,24 y 8,75; siendo el menor valor de pH 6,24; que se reportó en los años 2007 y 2017. Ver Figura 10-12.

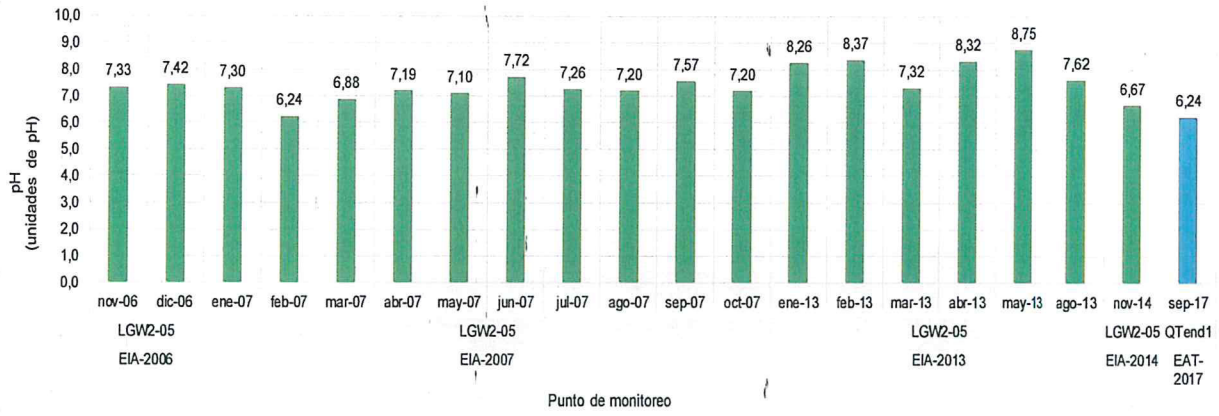


Figura 10-12. Comportamiento histórico del parámetro pH en la quebrada Tendal

327. Según el EIA, en el punto ubicado en la quebrada Salada que está identificado con el código LG-W2-12 (Quebrada Salada, antes de confluencia con el río Ayraca), se observa que el rango de valores de pH varía entre 2,67 y 4,2; siendo el menor valor obtenido en el mes de febrero del año 2007, con lo cual podríamos decir que las aguas de esta quebrada se caracterizan por presentar un comportamiento ácido en todas las estaciones evaluadas (época de avenida y estiaje). Los resultados se muestran en la Figura 10-13.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

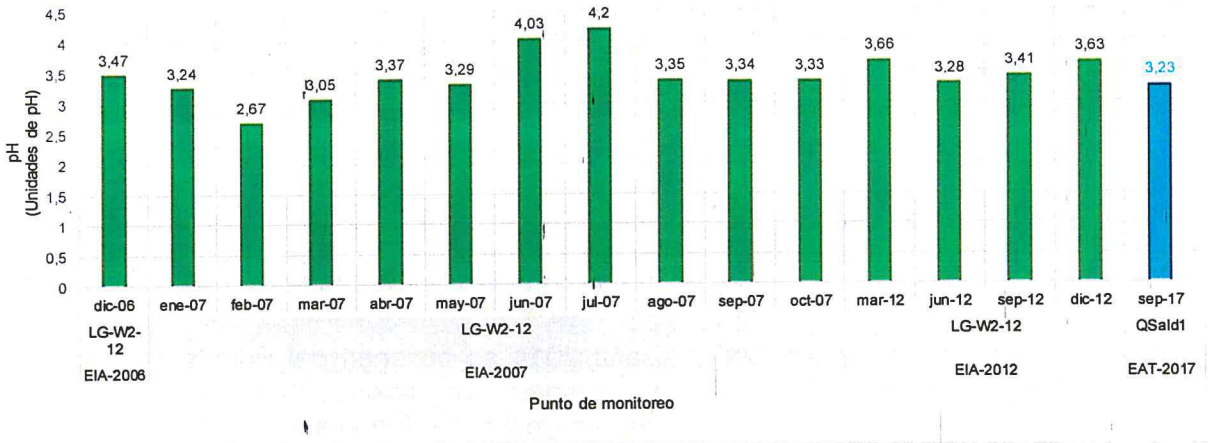


Figura 10-13. Comportamiento histórico del parámetro pH en la quebrada Salada

328. Según el EIA del proyecto minero La Granja, se ha identificado con código LGW1-08 el punto ubicado en el río Paltic, aguas arriba del punto RPalt3 (código según la EAT), por lo cual se realizó la comparación referencial entre ambos puntos para observar el comportamiento de pH en dicha zona.

329. Cabe señalar, que no se han identificado actividades en dicho tramo que podrían influir en los resultados obtenidos.

330. De los resultados se tiene que el rango de valores de pH varía entre 5,96 y 7,62; siendo el menor valor obtenido en el año 2007, con lo cual podríamos decir que las aguas en esta zona del río Paltic, presentan características ligeramente ácidas en los años evaluados, según se muestra en la Figura 10-14.

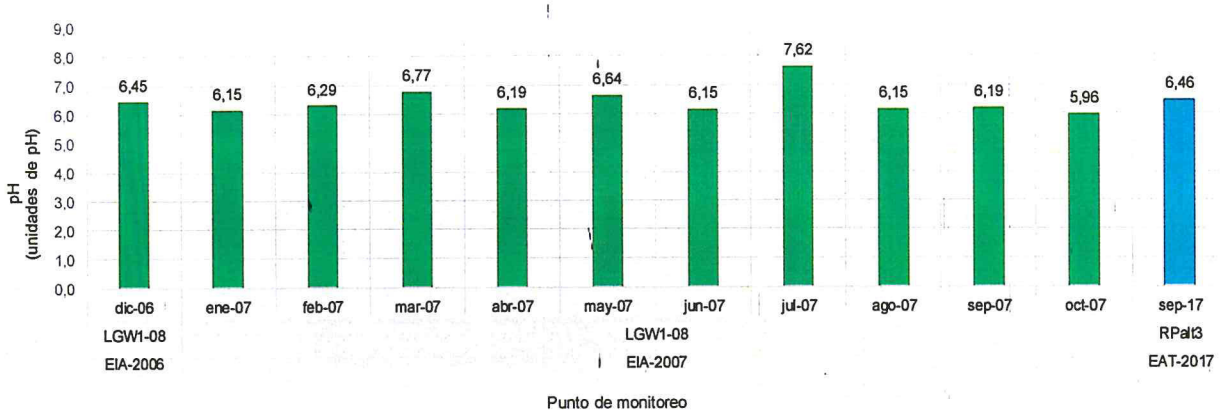


Figura 10-14. Comportamiento histórico del parámetro pH en el río Paltic

b. Aluminio Total (Al)

331. Según el EIA, el punto ubicado en la quebrada Salada está identificado con el código LG-W2-12 (quebrada Salada, antes de confluencia con el río Ayraca), se observa que las concentraciones de aluminio varían entre 5,1 y 13,33 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2012, al respecto se evidencia que dicha quebrada se caracteriza por presentar altas concentraciones de aluminio, en todas las estaciones evaluadas (época de estiaje y avenida), según se muestra en la Figura 10-15.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

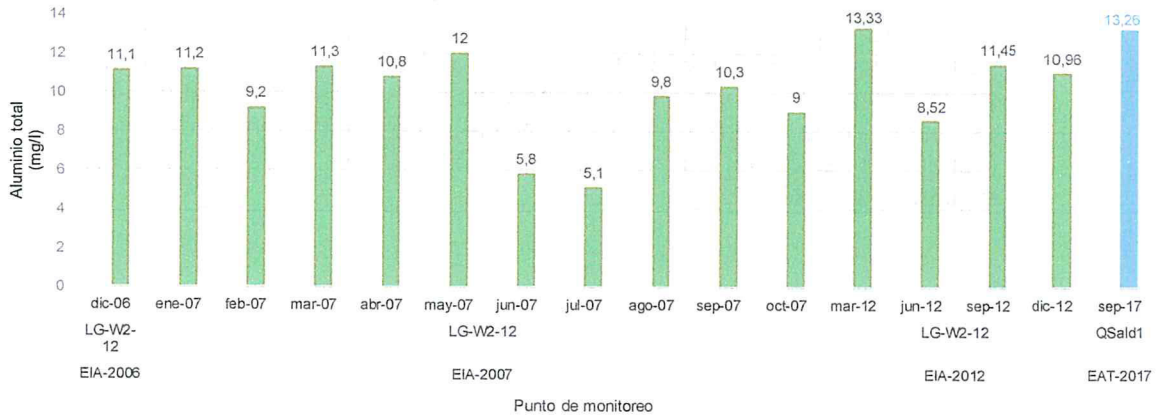


Figura 10-15. Comportamiento histórico del parámetro aluminio en la quebrada Salada

332. En el EIA del proyecto minero La Granja, se ha evaluado la calidad de agua superficial en el punto con código LGW1-01 ubicado en el río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda, y aguas arriba del punto RPalt6, en ese sentido, hemos considerado dichos resultados para realizar una comparación referencial entre ambos puntos, debido a que no se han identificado actividades en dicho tramo que podrían influir en los resultados obtenidos.

333. De los resultados históricos se tiene que las concentraciones de aluminio total varían entre 0,16 y 4,230 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2013, sin embargo, se observa que dicho valor es menor a la concentración obtenida en la EAT (2017) en el punto RPalt6 (5,634 mg/l), apreciándose un incremento de 1,404 mg/l en el año 2017 (ver Figura 10-16).

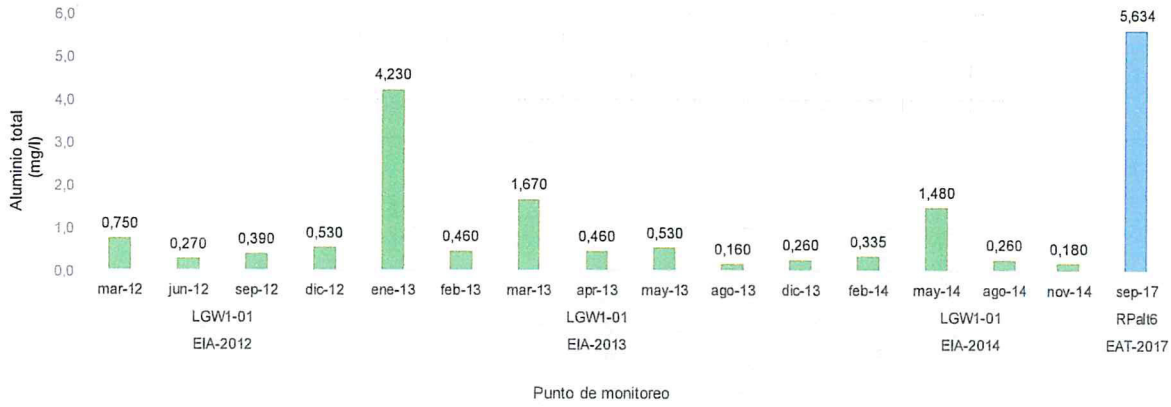


Figura 10-16. Comportamiento histórico del parámetro aluminio en el río Paltic

c. Cadmio Total (Cd)

334. En la Figura 10-17, se muestran los resultados de los valores de cadmio total obtenidos de los EIA del proyecto minero La Granja, respecto a los resultados obtenidos en la EAT realizada en setiembre de 2017 en la quebrada Salada.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

335. Según el EIA, el punto ubicado en la quebrada Salada, identificado con el código LG-W2-12, se observa que, de la data histórica, las concentraciones de cadmio varían entre 0,00355 y 0,0108 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el mes de setiembre de 2012, valor que excede los ECA para agua Cat3D1 (0,01 mg/l), asimismo, de la Figura 10-17 se tiene que la concentración de cadmio en la EAT (setiembre de 2017), se incrementó en 0,0032mg/l respecto del valor máximo registrado por RTMP.

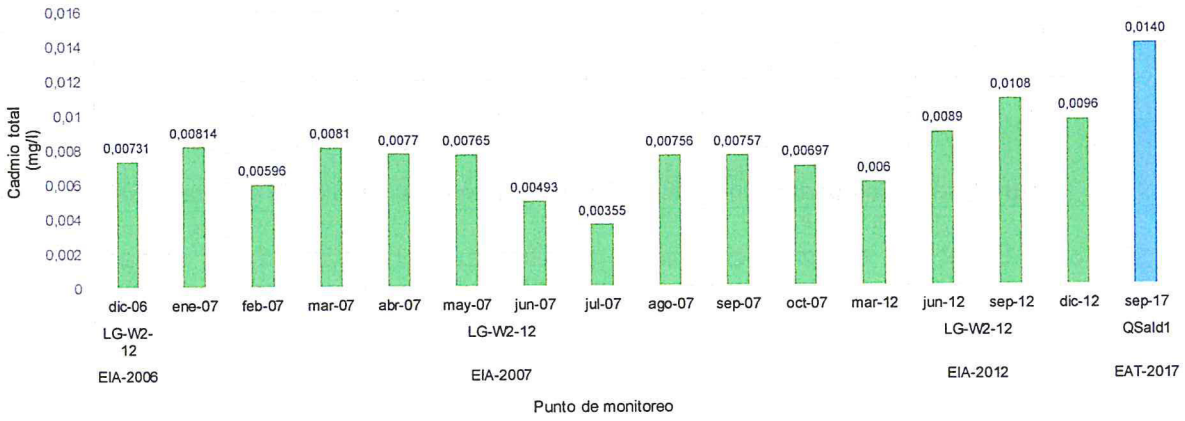


Figura 10-17. Comportamiento histórico del parámetro cadmio en la quebrada Salada

d. Cobre Total (Cu)

336. El punto ubicado en la quebrada Salada, está identificado con el código LG-W2-12 según el EIA del proyecto La Granja; de la Figura 10-18 se observa que las concentraciones de cobre varían entre 1,65 y 6,13 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2007, al respecto se evidencia que dicha quebrada se caracteriza por presentar altas concentraciones de cobre, que exceden los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (0,2 y 0,5 mg/l respectivamente), en todas las estaciones evaluadas (época de estiaje y de avenida).

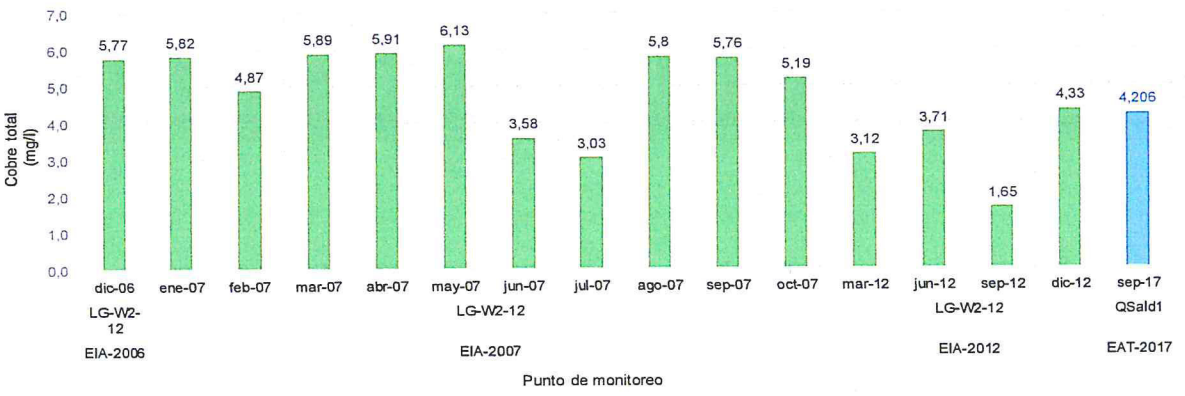


Figura 10-18. Comportamiento histórico del parámetro cobre en la quebrada Salada

e. Manganeso Total (Mn)

337. El punto ubicado en la quebrada Salada está identificado con el código LG-W2-12 según el EIA del proyecto La Granja, de la Figura 10-19, se observa que las concentraciones de cobre varían entre 0,2992 a 1,93 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2012, al respecto se evidencia que dicha quebrada se caracteriza por presentar altas concentraciones de manganeso, que exceden al ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2 (0,2 mg/l) en todas las estaciones evaluadas (época de estiaje y de avenida).

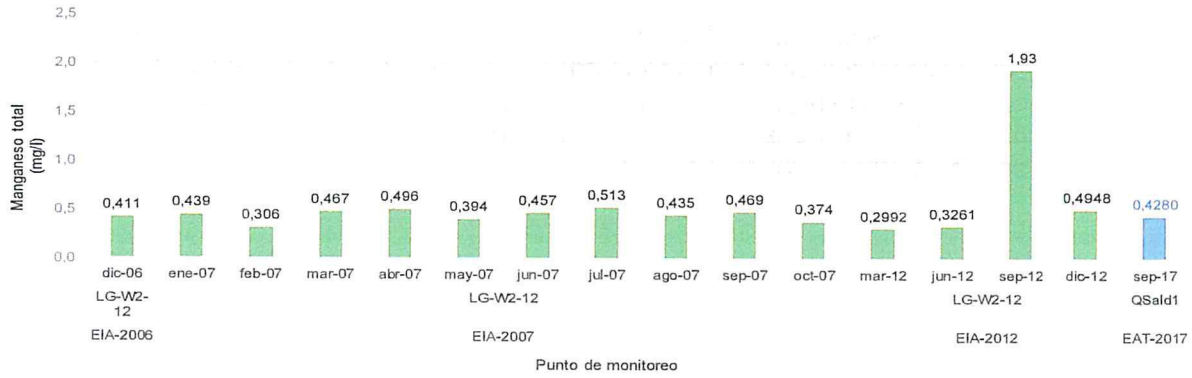


Figura 10-19. Comportamiento histórico del parámetro manganeso en la quebrada Salada

338. En el EIA del proyecto minero La Granja, se ha evaluado la calidad de agua superficial en el punto con código LGW1-01 ubicado en el río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda, y aguas arriba del punto RPalt6, en ese sentido, hemos considerado dichos resultados para realizar una comparación referencial, debido a que en dicha zona no se evidencian actividades que podrían influir en los resultados.

339. De los resultados históricos se tiene que las concentraciones de manganeso varían entre 0,021 a 0,163 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2013, sin embargo, dicho valor es menor que el obtenido en el punto RPalt6 en el año 2017, donde se obtuvo una concentración de 0,442 mg/l. Ver la Figura 10-20.

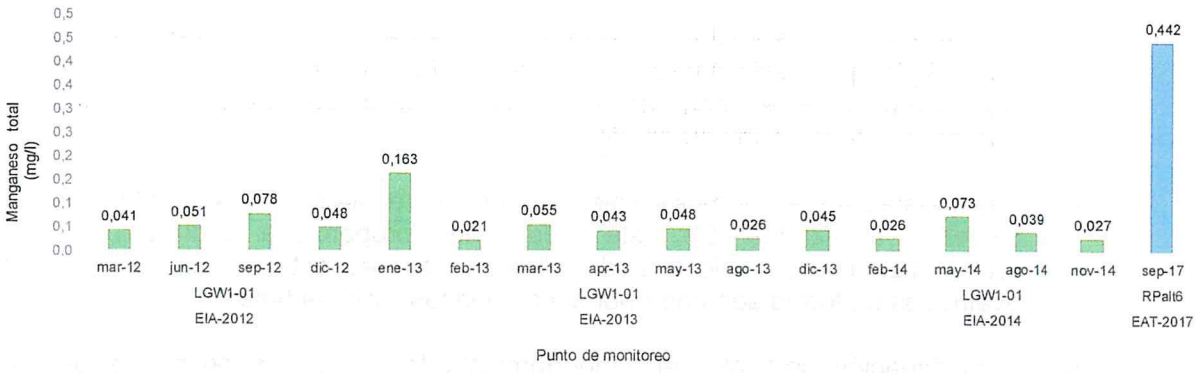


Figura 10-20. Comportamiento histórico del parámetro manganeso en el río Paltic

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

f. Hierro Total (Fe)

340. En la Figura 10-21, se muestra los resultados de los valores de hierro total obtenidos de los EIA del proyecto minero La Granja, respecto a los resultados obtenidos en la EAT realizada en el año 2017 en el río Paltic.

341. En el EIA del proyecto minero La Granja, se ha evaluado la calidad de agua superficial en el punto con código LGW1-01 ubicado en el río Paltic, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Honda, y aguas arriba del punto RPalt6, en ese sentido, hemos realizado una comparación referencial.

342. De los resultados históricos en el punto LGW1-01, se tiene que las concentraciones de hierro varían entre 0,250 a 4,943 mg/l; siendo el mayor valor obtenido en el año 2013, sin embargo, dicho valor es menor que el obtenido en el punto RPalt6 en el año 2017, donde se obtuvo una concentración de 8,11 mg/l, según se muestra en la Figura 10-21.

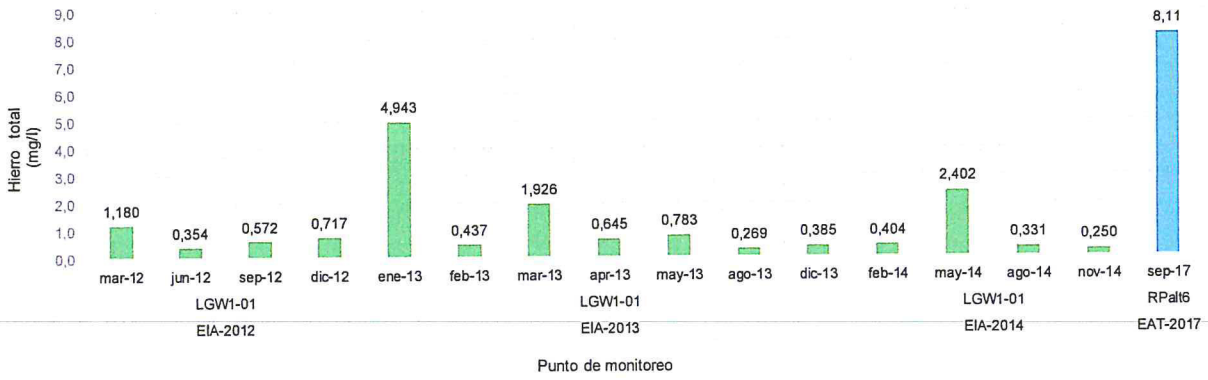


Figura 10-21. Comportamiento histórico del parámetro hierro en el río Paltic

10.1.3. Evaluación del comportamiento de los metales disueltos y suspendidos

343. Los valores obtenidos de metales totales y disueltos sirvieron para hallar en su diferencia el valor de los metales suspendidos.

344. Dentro de los resultados obtenidos de metales totales y disueltos, fueron descartados para este análisis los metales que resultaron, en la totalidad de los puntos muestreados, menores al L.C. (límite de cuantificación) del método de análisis del laboratorio acreditado.

345. Los metales suspendidos se obtienen de la diferencia entre los metales totales y disueltos analizados. De este modo, nos proporciona información de la predominancia de cualquiera de ellos en los respectivos cuerpos de agua evaluados en forma separada por microcuencas y manantiales.

346. A continuación, se analiza el comportamiento de los metales totales y disueltos a nivel de porcentajes en las cinco zonas de estudios y en los manantiales evaluados.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Microcuenca del río La Iraca

347. La Tabla 10-1, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 16 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados, a excepción de aluminio y hierro, en las que predominan su forma suspendida.

348. Los metales bario, calcio, estroncio, magnesio, potasio, sodio y silicio, presentaron en los ocho puntos de muestreo una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta (a excepción del punto RLira1 donde no superó el L.C. para magnesio y fue predominante en su forma suspendida para potasio).

349. Los metales cadmio, cobalto y níquel solamente se presentaron en el punto de muestreo QSald1, con una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta.

350. El metal cobre se presentó en cuatro puntos de muestreo, cuya predominancia (mayor al 50 %) fue en su forma disuelta, a excepción del punto de muestreo QSald1 donde su forma fue exclusivamente suspendida.

351. El metal hierro se presentó en cinco puntos de muestreo, cuya predominancia (mayor al 50 %) fue en su forma suspendida, a excepción del punto de muestreo RLira2 donde su predominancia fue en forma disuelta.

352. Los metales zinc y manganeso se presentaron en seis puntos de muestreo, de los cuales su predominancia (mayor al 50 %) fue en forma disuelta, a excepción de los puntos de muestreo QTend1 y QSnbr1 con predominancia en su forma suspendida (mayor al 50 %) para zinc y manganeso respectivamente.

353. La presencia del metal aluminio se presentó en ocho puntos de muestreo y su predominancia en su forma suspendida (mayor al 50 %) fue en los puntos de muestreo RLGra1, QTend1, QSnbr1 y RLira1 y disuelta (mayor al 50 %) fue en los puntos RLira2, QSald1, RLira3 y RLira4.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 10-1. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca del río La Iraca

Metales		Microcuenca del río La Iraca								
		unidad	RLGra1	QTend1	QSnbr1	RLira1	RLira2	QSald1	RLira3	RLira4
Aluminio	Sus	%	63	54	90	52	37	1	46	44
	Dis	%	37	46	10	48	63	99	54	56
Bario	Sus	%	17	14	25	17	13	8	13	25
	Dis	%	83	86	75	83	88	92	88	75
Cadmio	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	7	<L.C.	<L.C.
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	93	<L.C.	<L.C.
Calcio	Sus	%	7	5	4	1	8	11	9	12
	Dis	%	93	95	96	99	92	89	91	88
Cobalto	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	10	<L.C.	<L.C.
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	90	<L.C.	<L.C.
Cobre	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	27	100	42	48
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	73	0	58	52

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Metales		Microcuenca del río La Iraca								
		unidad	RLGra1	QTend1	QSnbr1	RLIra1	RLIra2	QSald1	RLIra3	RLIra4
Estroncio	Sus	%	7	3	3	43	6	5	2	7
	Dis	%	93	97	97	57	94	95	98	93
Hierro	Sus	%	<L.C.	<L.C.	94	<L.C.	46	100	66	57
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	6	<L.C.	54	0	34	43
Fósforo	Sus	%	0	<L.C.	60	0	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
	Dis	%	100	<L.C.	40	100	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Magnesio	Sus	%	7	8	8	<L.C.	7	12	0	13
	Dis	%	93	92	92	<L.C.	93	88	100	87
Manganeso	Sus	%	<L.C.	36	65	<L.C.	4	10	7	7
	Dis	%	<L.C.	64	35	<L.C.	96	90	93	93
Níquel	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	17	<L.C.	<L.C.
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	83	<L.C.	<L.C.
Potasio	Sus	%	4	4	2	79	12	13	14	22
	Dis	%	96	96	98	21	88	88	86	78
Sodio	Sus	%	5	6	3	10	7	6	1	9
	Dis	%	95	94	97	90	93	94	99	91
Zinc	Sus	%	<L.C.	69	9	<L.C.	13	11	3	4
	Dis	%	<L.C.	31	91	<L.C.	87	89	97	96
Silicio	Sus	%	13	4	9	6	7	9	1	8
	Dis	%	87	96	91	94	93	91	99	92

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

- Microcuenca del río La Lima

354. La Tabla 10-2, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 12 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados, a excepción de aluminio en la que predomina su forma suspendida (en los puntos RLLim2 y QPVer1).

355. Los metales bario, calcio, estroncio, magnesio, manganeso, sodio, potasio y silicio se presentaron en los cuatro puntos de muestreo con una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta (a excepción del punto QSnbr2 para potasio donde no hubo predominancia en sus formas).

356. El metal fósforo solamente se presentó en el punto de muestreo QPVer1, con una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta.

357. El metal zinc se presentó en tres puntos de muestreo, cuya predominancia (mayor al 50 %) fue en su forma disuelta, a excepción del punto de muestreo QSnbr2 donde su predominancia fue en forma suspendida.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

358. El metal hierro se presentó en dos puntos de muestreo, cuyo comportamiento fue distinto, es decir su predominancia (mayor al 50 %) en forma suspendida se dio en el punto QPVer1, caso contrario ocurrió en RLLim2 donde predominó su forma disuelta.

359. En el caso del metal aluminio, su comportamiento fue similar, es decir de los cuatro puntos de muestreo registrados, su predominancia fue en forma disuelta en dos puntos (QLlaj1 y QSnbr2) y en forma suspendida en los dos puntos restantes (RLLim2 y QPVer1).

Tabla 10-2. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca del río La Lima

Metales		Microcuenca del río La Lima				
		unidad	QLLaj1	RLLim2	QPVer1	QSnbr2
Aluminio	Sus	%	26	92	83	6
	Dis	%	74	8	17	94
Bario	Sus	%	8	18	0	0
	Dis	%	92	82	100	100
Calcio	Sus	%	2	8	7	2
	Dis	%	98	92	93	98
Estroncio	Sus	%	3	5	6	0
	Dis	%	97	95	94	100
Hierro	Sus	%	<L.C.	44	77	<L.C.
	Dis	%	<L.C.	56	23	<L.C.
Fósforo	Sus	%	<L.C.	<L.C.	25	<L.C.
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	75	<L.C.
Magnesio	Sus	%	17	7	6	3
	Dis	%	83	93	94	97
Manganeso	Sus	%	17	8	20	7
	Dis	%	83	92	80	93
Potasio	Sus	%	1	5	37	50
	Dis	%	99	95	63	50
Sodio	Sus	%	0	7	8	13
	Dis	%	100	93	92	87
Zinc	Sus	%	29	3	<L.C.	62
	Dis	%	71	97	<L.C.	38
Silicio	Sus	%	1	7	7	8
	Dis	%	99	93	93	92

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Microcuenca de la quebrada Checos

360. La Tabla 10-3, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 11 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados.

361. Los metales aluminio, bario, calcio, estroncio, magnesio, manganeso, hierro, potasio, sodio, zinc y silicio, presentaron en los cuatro puntos de muestreo una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta, a excepción de los puntos QChec3, QChec1 y QSnbr3, donde su predominancia fue en forma suspendida en los metales hierro, manganeso y zinc respectivamente.

Tabla 10-3. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca de la quebrada Checos

Metales			Microcuenca de la quebrada Checos			
		unidad	QChec1	QChec2	QChec3	QSnbr3
Aluminio	Sus	%	44	38	43	29
	Dis	%	56	62	57	71
Bario	Sus	%	0	9	0	0
	Dis	%	100	91	100	100
Calcio	Sus	%	9	7	11	6
	Dis	%	91	93	89	94
Estroncio	Sus	%	1	6	6	8
	Dis	%	99	94	94	92
Hierro	Sus	%	44	24	58	42
	Dis	%	56	76	42	58
Magnesio	Sus	%	3	10	9	8
	Dis	%	97	90	91	92
Manganeso	Sus	%	55	19	5	13
	Dis	%	45	81	95	88
Potasio	Sus	%	18	6	0	18
	Dis	%	82	94	100	82
Sodio	Sus	%	5	5	15	18
	Dis	%	95	95	85	82
Zinc	Sus	%	24	8	6	77
	Dis	%	76	92	94	23
Silicio	Sus	%	12	12	12	12
	Dis	%	88	88	88	88

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Microcuenca de la quebrada Honda

362. La Tabla 10-4, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 12 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados, a excepción de aluminio, donde predominó en su forma suspendida.

363. Los metales calcio, estroncio, magnesio, potasio, sodio, silicio, bario y hierro presentaron en los tres puntos de muestreo una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta, a excepción de los puntos QHond2 donde no hubo predominancia para bario (50 %) y QMPas1 donde predominó la forma suspendida para hierro.

364. Los metales fósforo y zinc solamente se presentaron en dos puntos de muestreo y su predominancia fue en forma suspendida (mayor al 50 %) en QHond2 y en forma disuelta en QMPas1.

Tabla 10-4. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la microcuenca de la quebrada Honda

Metales		Microcuenca de la quebrada Honda			
		unidad	QHond1	QHond2	QMPas1
Aluminio	Sus	%	52	54	94
	Dis	%	48	46	6
Bario	Sus	%	13	50	15
	Dis	%	88	50	85
Calcio	Sus	%	6	7	18
	Dis	%	94	93	82
Estroncio	Sus	%	9	7	18
	Dis	%	91	93	82
Hierro	Sus	%	37	31	95
	Dis	%	63	69	5
Fósforo	Sus	%	<L.C.	67	36
	Dis	%	<L.C.	33	64
Magnesio	Sus	%	14	11	16
	Dis	%	86	89	84
Manganeso	Sus	%	3	60	93
	Dis	%	97	40	7
Potasio	Sus	%	11	1	5
	Dis	%	89	99	95
Sodio	Sus	%	9	10	21
	Dis	%	91	90	79
Zinc	Sus	%	<L.C.	69	28
	Dis	%	<L.C.	31	72
Silicio	Sus	%	13	4	14

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Metales		Microcuenca de la quebrada Honda			
		unidad	QHond1	QHond2	QMPas1
	Dis	%	87	96	86

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

- Subcuenca del río Paltic

365. La Tabla 10-5, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 12 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados, a excepción de aluminio, hierro y fósforo en la que predomina su forma suspendida.

366. Los metales bario, calcio, estroncio, magnesio, manganeso, potasio, sodio, zinc y silicio se presentaron en los seis puntos de muestreo con una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta, a excepción del punto de muestreo RPalt6, donde su forma predominante para los metales bario, manganeso y zinc se dio en forma suspendida.

367. Los metales aluminio y hierro se presentaron en los seis puntos de muestreo con una concentración mayor al 50 % en su forma suspendida. Cabe resaltar que la presencia de fósforo solo se registró en RPalt6 con predominancia de su forma suspendida.

Tabla 10-5. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en la subcuenca del río Paltic

Metales		Subcuenca del río Paltic						
		unidad	RPalt1	RPalt2	RPalt3	RPalt4	RPalt5	RPalt6
Aluminio	Sus	%	63	59	62	69	51	97
	Dis	%	37	41	38	31	49	3
Bario	Sus	%	9	9	9	7	8	81
	Dis	%	91	91	91	93	92	19
Calcio	Sus	%	9	4	5	11	8	5
	Dis	%	91	96	95	89	92	95
Estroncio	Sus	%	7	27	4	8	10	10
	Dis	%	93	73	96	92	90	90
Hierro	Sus	%	69	68	66	81	62	98
	Dis	%	31	32	34	19	38	2
Fósforo	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	95
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	5
Magnesio	Sus	%	8	5	2	10	12	31
	Dis	%	92	95	98	90	88	69
Manganeso	Sus	%	4	1	3	6	0	90

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Metales		Subcuenca del río Paltic						
		unidad	RPalt1	RPalt2	RPalt3	RPalt4	RPalt5	RPalt6
	Dis	%	96	99	97	94	100	10
Potasio	Sus	%	11	13	11	12	22	49
	Dis	%	89	87	89	88	78	51
Sodio	Sus	%	8	3	5	9	10	1
	Dis	%	92	97	95	91	90	99
Zinc	Sus	%	9	8	11	3	6	82
	Dis	%	91	92	89	97	94	18
Silicio	Sus	%	8	4	4	10	11	44
	Dis	%	92	96	96	90	89	56

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

- Manantiales

368. La Tabla 10-6, muestra a detalle la proporción en porcentajes de 12 metales en su forma suspendida y disuelta. De ello, se destaca la predominancia en su forma disuelta (mayor al 50 %) en casi todos los puntos evaluados, a excepción de aluminio y manganeso donde predominó en su forma suspendida.

369. Los metales calcio, estroncio, magnesio, potasio, sodio y silicio presentaron en los 14 puntos de muestreo una concentración mayor al 50 % en su forma disuelta (a excepción del punto FLPal1 donde no se cuantificó estroncio).

370. Los metales bario y fósforo se presentaron en 11 puntos de muestreo, de los cuales su predominancia (mayor al 50 %) fue en forma disuelta, a excepción de los puntos FNatu1 donde el metal bario presenta una predominancia de su forma suspendida y FLUñi1 donde no hubo predominancia para el parámetro fósforo.

371. El metal manganeso se presentó en seis puntos de muestreo, de los cuales su predominancia (mayor al 50 %) fue en forma suspendida, a excepción del punto FNatu6 que presentó predominancia de la forma disuelta.

372. El metal aluminio se registró en 13 puntos de muestreo, siendo su forma suspendida predominante (mayor al 50 %) en 9 puntos; sin embargo, los puntos FLPal1, FPara1, FEVer1 y FNatu4 obtuvieron predominancia de la forma disuelta de dicho metal.

373. El metal zinc se registró en 10 puntos de muestreo, siendo su forma disuelta predominante (mayor al 50 %) en 7 puntos; sin embargo, los puntos FLFil1, FNatu1 y FNatu5 obtuvieron predominancia de la forma suspendida del metal.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-6. Proporción en porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en los manantiales evaluados

Metales		Manantiales														
		unidad	FLPal1	FPara1	FNaman1	FSlsa1	FEVer1	FLFil1	FNatu1	FNatu5	FLIra1	FLUñi1	FLPam1	FLIra2	FNatu4	FNatu6
Aluminio	Sus	%	45	35	85	98	7	<L.C.	96	86	94	91	67	87	23	71
	Dis	%	55	65	15	2	93	<L.C.	4	14	6	9	33	13	77	29
Bario	Sus	%	10	25	<L.C.	<L.C.	<L.C.	6	75	0	5	0	0	0	8	25
	Dis	%	90	75	<L.C.	<L.C.	<L.C.	94	25	100	95	100	100	100	92	75
Calcio	Sus	%	7	7	8	6	4	5	4	4	8	8	9	6	12	10
	Dis	%	93	93	92	94	96	95	96	96	92	92	91	94	88	90
Estroncio	Sus	%	<L.C.	8	18	2	4	8	1	3	7	7	4	4	11	10
	Dis	%	<L.C.	92	82	98	96	92	99	97	93	93	96	96	89	90
Hierro	Sus	%	70	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	92	<L.C.	<L.C.	<L.C.	88	<L.C.	82
	Dis	%	30	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	8	<L.C.	<L.C.	<L.C.	12	<L.C.	18
Fósforo	Sus	%	33	0	0	17	0	0	<L.C.	0	29	50	0	<L.C.	25	<L.C.
	Dis	%	67	100	100	83	100	100	<L.C.	100	71	50	100	<L.C.	75	<L.C.
Magnesio	Sus	%	26	9	20	5	0	7	3	4	8	8	5	9	13	8
	Dis	%	74	91	80	95	100	93	97	96	92	92	95	91	87	92
Manganeso	Sus	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	93	67	92	83	<L.C.	68	<L.C.	0
	Dis	%	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	7	33	8	17	<L.C.	33	<L.C.	100
Potasio	Sus	%	1	5	9	11	18	11	18	8	11	19	6	2	2	21
	Dis	%	99	95	91	89	82	89	82	92	89	81	94	98	98	79
Sodio	Sus	%	11	5	17	7	0	4	47	7	14	10	5	4	14	13
	Dis	%	89	95	83	93	100	96	53	93	86	90	95	96	86	87
Zinc	Sus	%	20	<L.C.	<L.C.	20	<L.C.	54	79	79	<L.C.	38	34	15	9	12
	Dis	%	80	<L.C.	<L.C.	80	<L.C.	46	21	21	<L.C.	62	66	85	91	88

MONITOREO Y VIGILANCIA VoBo DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Metales		Manantiales														
		unidad	FLPal1	FPara1	FNaman1	FSlsa1	FEVer1	FLFil1	FNatu1	FNatu5	FLIra1	FLUñi1	FLPam1	FLIra2	FNatu4	FNatu6
Silicio	Sus	%	5	9	18	3	2	9	27	4	12	10	12	7	14	13
	Dis	%	95	91	82	97	98	91	73	96	88	90	88	93	86	87

LEYENDA: Rango de colores que definen porcentajes

0-49	50-75	76-90	91-100

<L.C: Menor al límite de Cuantificación.
Dis: Metales disueltos
Sus: Metales suspendidos

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2. Comunidades hidrobiológicas

374. En esta sección se presentan y analizan los resultados de la evaluación de las comunidades hidrobiológicas de las cinco zonas de interés en el área de influencia del Proyecto Minero La Granja. En la Tabla 10-7 se detallan las comunidades hidrobiológicas evaluadas en cada cuerpo de agua.

Tabla 10-7. Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de muestreo

Punto de muestreo			Muestreo de comunidades hidrobiológicas	
			Perifiton	MIB
1	Microcuenca del río La Iraca	HID - QTend1	X	X
2		HID - RLIra1	X	X
3		HID - RLIra2	X	X
4		HID - RLIra4	X	X
5	Microcuenca del río La Lima	HID - QLLaj1	X	X
6		HID - RLLim2	X	X
7		HID - QPVer1	X	X
8		HID - QSnbr2	X	X
9	Microcuenca de la quebrada Checos	HID - QChec1	X	X
10		HID - QChec2	X	X
11		HID - QChec3	X	X
12		HID - QSnbr3	X	X
13	Microcuenca de la quebrada Honda	HID - QHond1	X	X
14		HID - QHond2	X	X
15		HID- QMPas1	X	X
16	Subcuenca del río Paltic	HID - RPalt1	X	X
17		HID - RPalt3	X	X
18		HID - RPalt4	X	X
19		HID - RPalt5	X	X
20		HID - RPalt6	X	X
Total de puntos muestreados			20	20

MIB = Macroinvertebrados bentónicos

375. De acuerdo con la tabla anterior, se colectaron un total de 20 muestras de perifiton y 20 de macroinvertebrados bentónicos. A continuación, se muestran los resultados de cada comunidad hidrobiológica organizados por zona de estudio; Además, se presentará los resultados de la evaluación de la calidad biológica de los ambientes acuáticos considerando toda el área de evaluación.

10.2.1. Microcuenca del río La Iraca

376. En este sistema acuático, fueron evaluadas las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos. Para este fin, se colectaron cuatro muestras de cada comunidad hidrobiológica.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

a. Perifiton

377. Teniendo como base los resultados y para un mejor entendimiento, el análisis de esta comunidad se presenta por separado para cada uno de sus dos componentes: **ficoperifiton** o perifiton vegetal y **zooperifiton** o perifiton animal.

a.1) Ficoperifiton

- Composición y riqueza

378. Fueron encontrados un total de 47 taxa de ficoperifiton, distribuidos en 4 puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-RLIra1, representado por 24 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-RLIra4, representado por 15 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos, seguido del phylum Cyanobacteria (ver Figura 10-22).

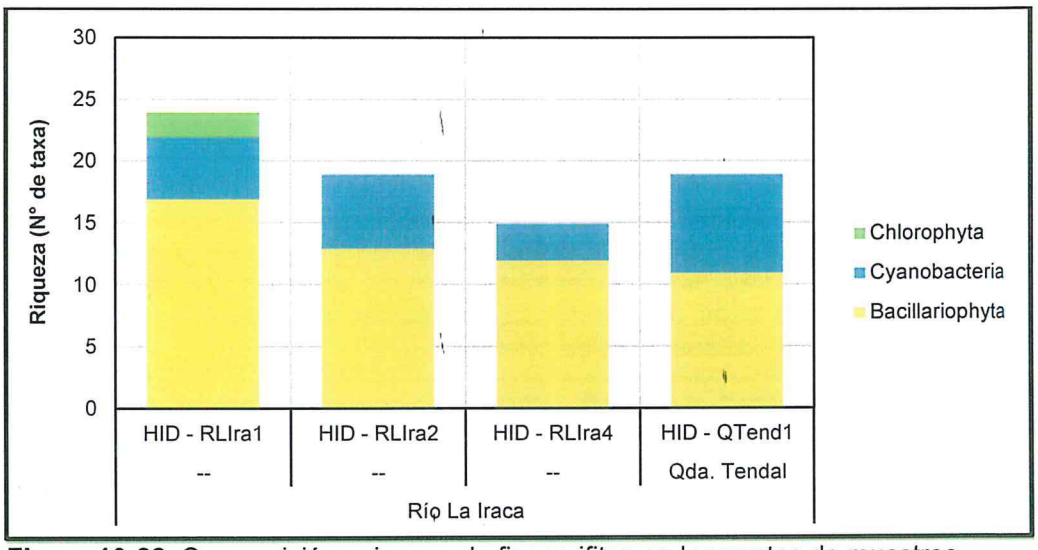


Figura 10-22. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca

- Abundancia

379. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RLIra1, representado por 61 760 organismos, en tanto que la menor abundancia al punto HID-RLIra2, representado por 34 400 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en todos los puntos, con excepción de HID-QTend1 donde Cyanobacteria tuvo una mayor abundancia (ver Figura 10-23).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

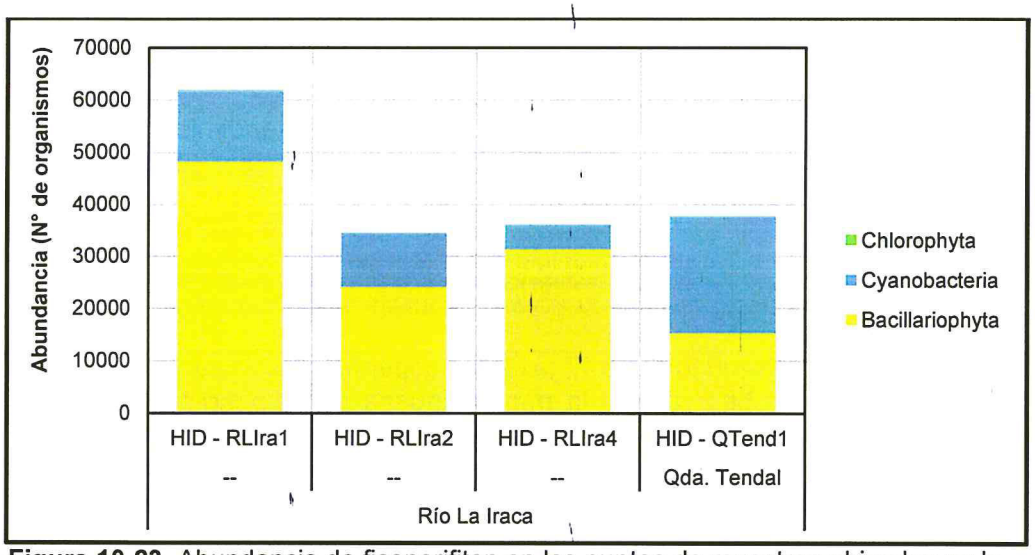
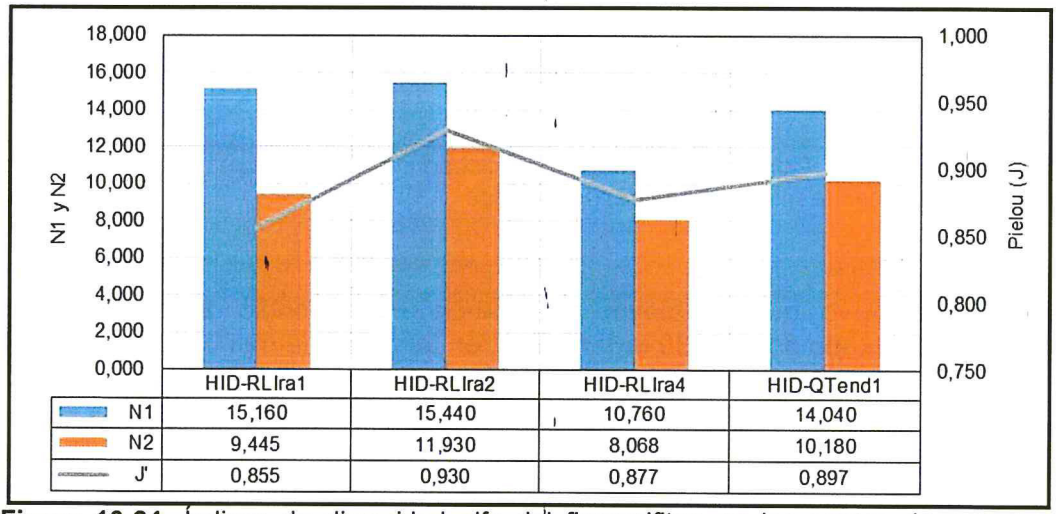


Figura 10-23. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

- Diversidad alfa

380. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2, se presentaron en el punto HID-RLIra2, a diferencia de HID-RLIra4, que presentó los menores valores. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-RLIra2, mientras que, el menor valor en el punto HID-RLIra1 (ver Figura 10-24). De acuerdo con estos resultados, los puntos HID-RLIra1 y HID-RLIra2, ambos ubicados en el río La Iraca, son los que presentan indicadores más altos de diversidad, los cuales se relaciona con la riqueza y abundancia encontradas en tales puntos.



	HID-RLIra1	HID-RLIra2	HID-RLIra4	HID-QTend1
N1	15,160	15,440	10,760	14,040
N2	9,445	11,930	8,068	10,180
J'	0,855	0,930	0,877	0,897

Figura 10-24. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

- Diversidad beta

381. En la Figura 10-25 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de dos grupos, el primero que asocia los puntos HID-QTend1 y HID-RLIra1 con un nivel de asociación de 28 % lo que demuestra que el tramo superior

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

de esta microcuenca presenta una baja cantidad de especies comunes. El segundo grupo asocia los puntos HID-RLIra2 y HID-RLIra4 con un nivel de asociación de 42 % lo que demuestra una mayor similitud de especies en el tramo inferior de esta microcuenca.

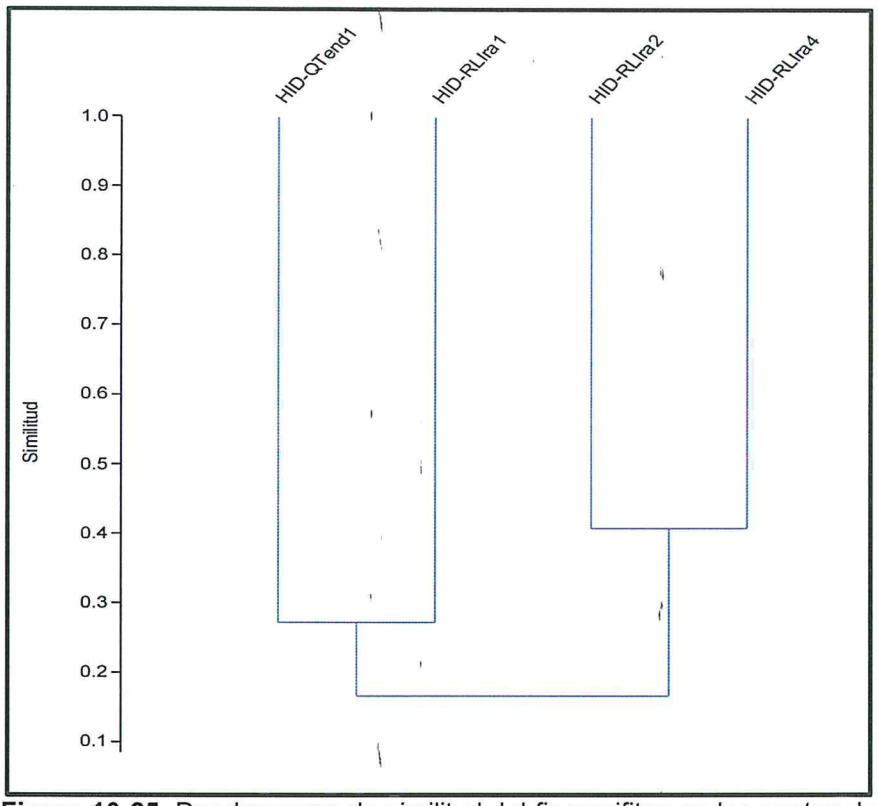


Figura 10-25. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

a.2) Zooperifiton

382. No se reportó la presencia de zooperifiton en la zona evaluada.

b. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

383. Fueron encontrados un total de 20 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QTend1, representado por 10 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-RLIra4, representado por 6 taxa. No se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo. La riqueza estuvo dominada por órdenes que pertenecen a la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Diptera y Coleoptera, principalmente (ver Figura 10-26).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

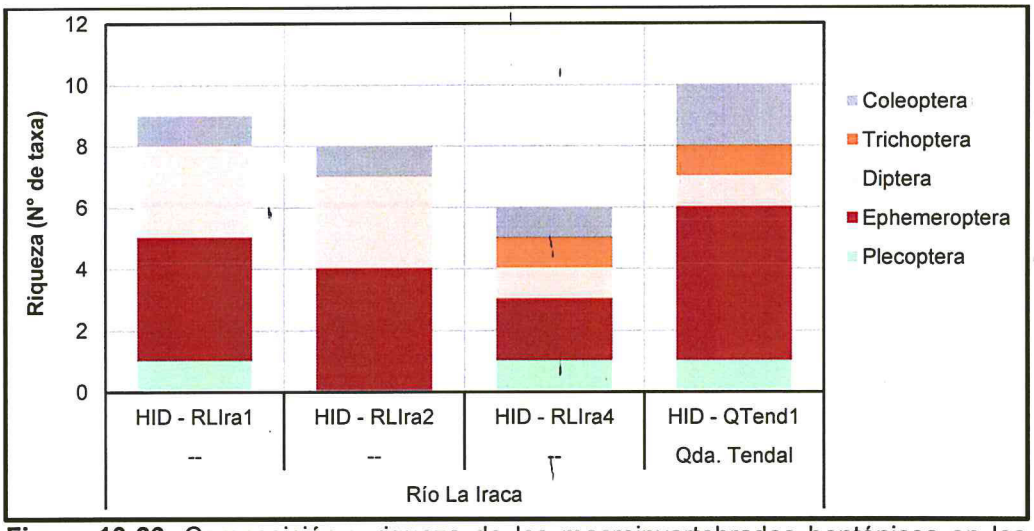


Figura 10-26. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

- Abundancia

384. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RLIra4, representado por 69 organismos, por el contrario, la menor abundancia al punto HID-RLIra1, representado por 23 organismos. En los puntos HID-RLIra2 y HID-RLIra4 el orden más abundante fue Ephemeroptera, en tanto que en el punto HID-RLIra1 y HID-QTend1, se observó la domihancia del orden Diptera y Plecoptera, respectivamente (ver Figura 10-27).

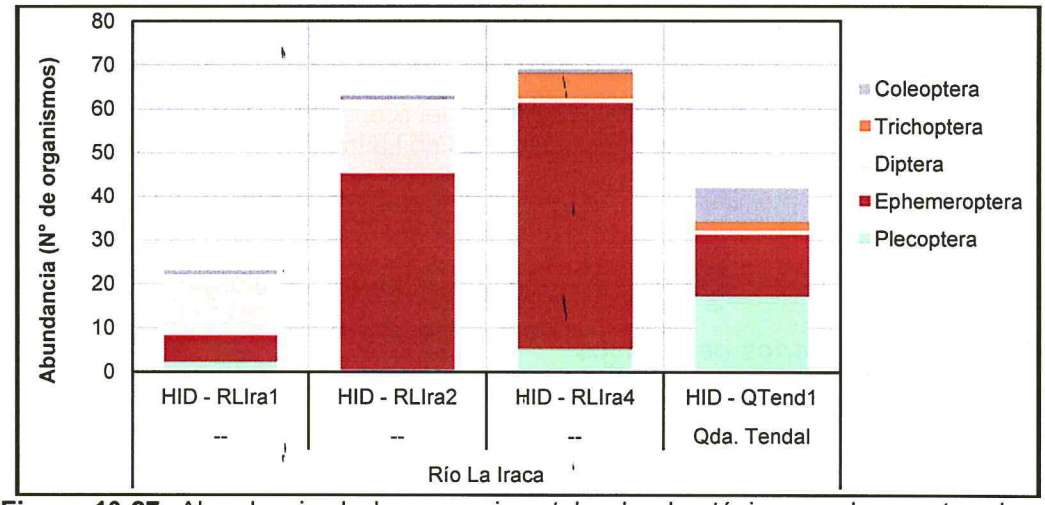


Figura 10-27. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la Microcuenca del río La Iraca.

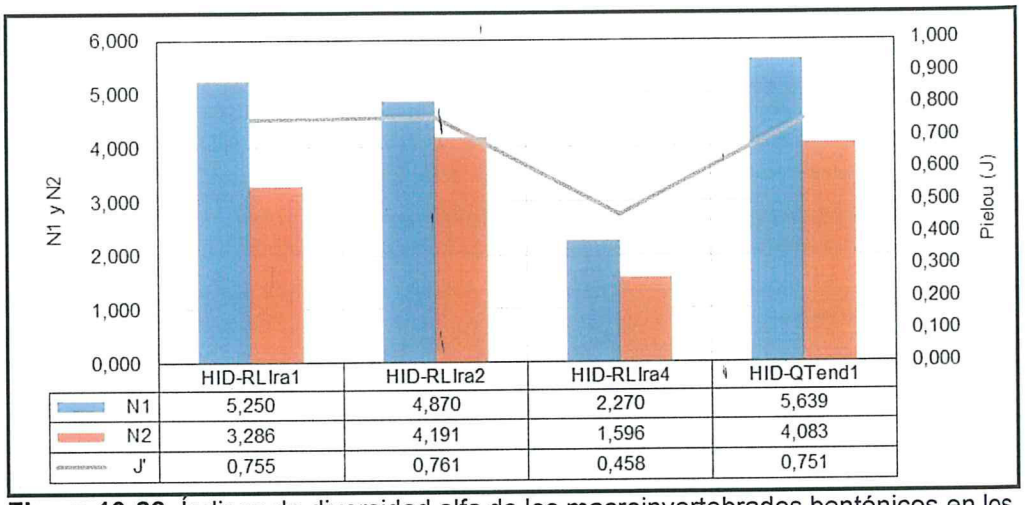
- Diversidad alfa

385. Con respecto a los índices de diversidad alfa, el mayor valor del índice N1 se presentó en el punto HID-QTend1, mientras que el menor valor en el punto HID-RLIra4. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-RLIra2, en tanto que, el menor valor en el punto HID-RLIra4. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-RLIra2, a diferencia del punto HID-RLIra4, que presentó el menor valor (ver Figura 10-28). De acuerdo con estos resultados, todos los puntos tienen indicadores altos de

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

diversidad, con excepción de HID-RLIra4, el cual se ubicó en la parte baja de la microcuenca del río La Iraca.



	HID-RLIra1	HID-RLIra2	HID-RLIra4	HID-QTend1
N1	5,250	4,870	2,270	5,639
N2	3,286	4,191	1,596	4,083
J'	0,755	0,761	0,458	0,751

Figura 10-28. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

- Diversidad beta

386. En la Figura 10-29 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis El aspecto más resaltante es la formación de dos grupos, el primero que asocia los puntos HID-QTend1 y HID-RLIra1 con un nivel de asociación de 16 % lo que demuestra la baja cantidad de especies en común en el tramo superior de esta microcuenca. El segundo grupo asocia los puntos HID-RLIra2 y HID-RLIra4 con un nivel de asociación de 34 % lo que demuestra una moderada similitud en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en el tramo inferior de la microcuenca del río La Iraca.

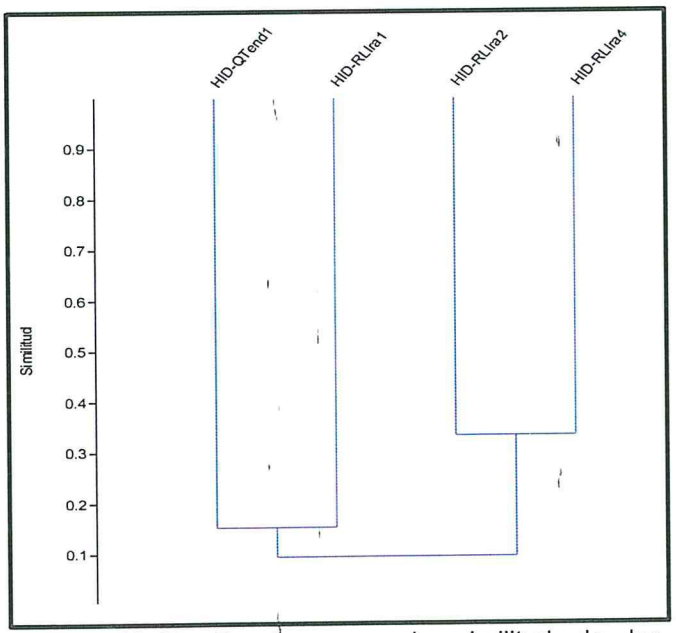


Figura 10-29. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Iraca.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2.2. Microcuenca del río La Lima

387. En estos cuerpos de agua fueron evaluadas las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos. Para este fin, se colectaron cuatro muestras de cada comunidad hidrobiológica.

a. Perifiton

388. Teniendo como base los resultados y para mejor entendimiento, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: ficoperifiton o perifiton vegetal y zooperifiton o perifiton animal.

a.1) Ficoperifiton

- Composición y riqueza

389. Fueron encontrados un total de 28 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QPVer1, representado por 15 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-RLLim2, representado por 3 taxa. El phylum Cyanobacteria presentó la mayor riqueza en todos los puntos, con excepción de HID-QPVer1, en el cual el phylum Bacillariophyta fue el único registrado (ver Figura 10-30).

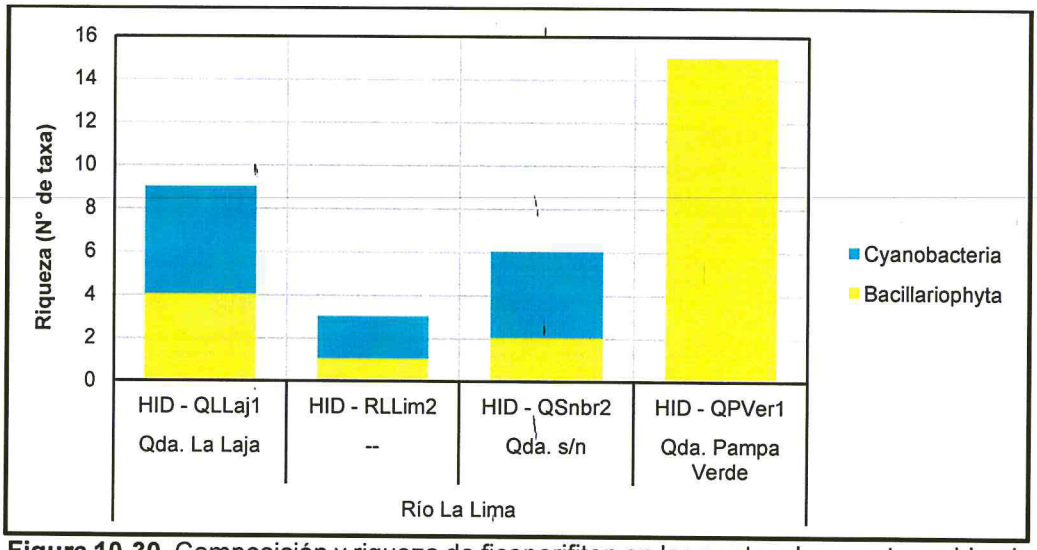


Figura 10-30. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

- Abundancia

390. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QPVer1, representado por 57 600 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-RLLim2, representado por 4800 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en los puntos HID-QPVer1 y HID-RLLim2, sin embargo, Cyanobacteria tuvo mayor abundancia en los puntos HID-QLLaj1 y HID-QSnbr2 (ver Figura 10-31).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

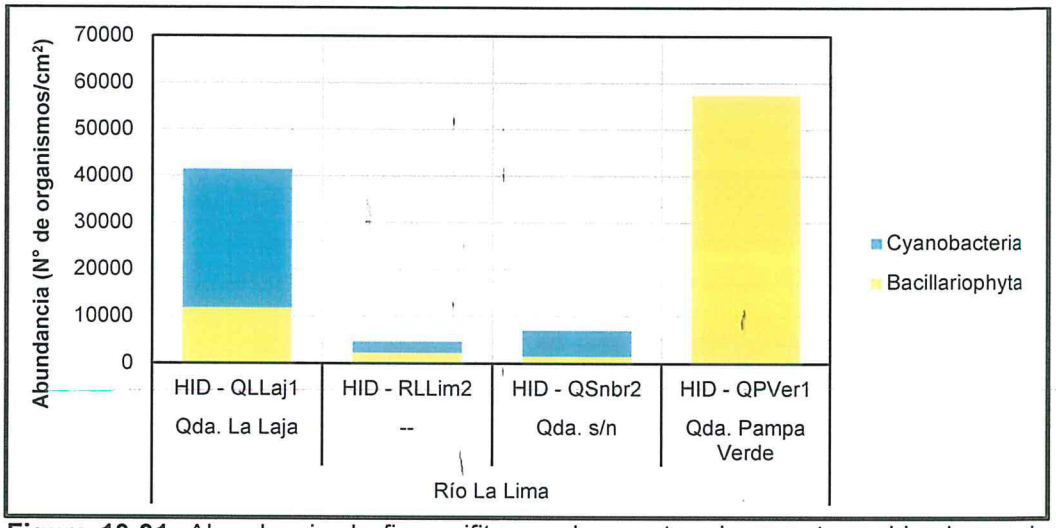
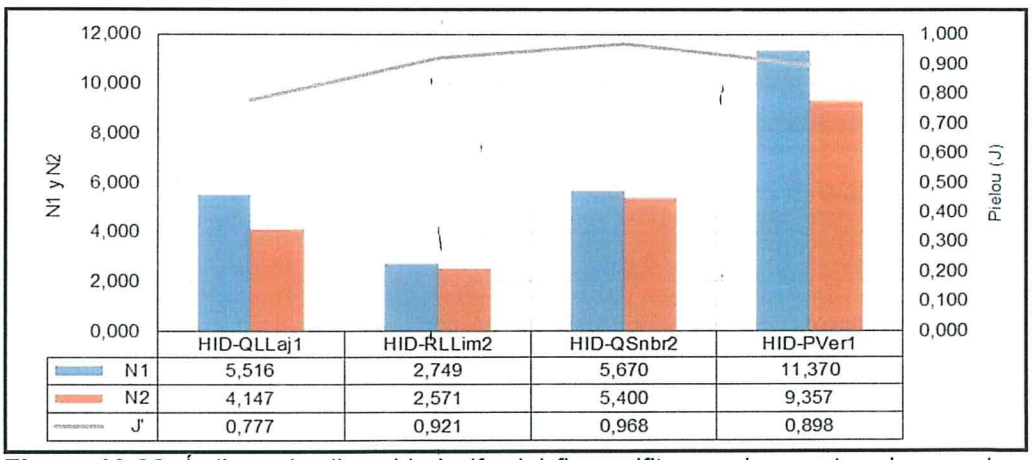


Figura 10-31. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

- Diversidad alfa

391. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2 se presentaron en el punto HID-QPVer1, mientras que los menores valores en el punto HID-RLLim2. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-QSnbr2, en tanto que, el menor valor en el punto HID-QLLaj1. De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QPVer1, ubicado en la quebrada Pampa Verde, es el que presenta los indicadores más altos de diversidad, los cuales se corresponden con la riqueza y abundancia encontradas en este punto (ver Figura 10-32).



	HID-QLLaj1	HID-RLLim2	HID-QSnbr2	HID-PVer1
N1	5,516	2,749	5,670	11,370
N2	4,147	2,571	5,400	9,357
J'	0,777	0,921	0,968	0,898

Figura 10-32. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

- Diversidad beta

392. En la Figura 10-33, se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo más notable es la formación de un grupo, el cual asocia los puntos HID-RLLim2 y HID-QSnbr2 con un nivel de asociación de 28 %. Por otro lado, el punto HID-QLLaj1 y HID-PVer1 presentaron una menor asociación con el grupo observado lo que podría demostrar la

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

presencia de una comunidad de ficoperifiton ligeramente diferente en estas quebradas con respecto al grupo formado.

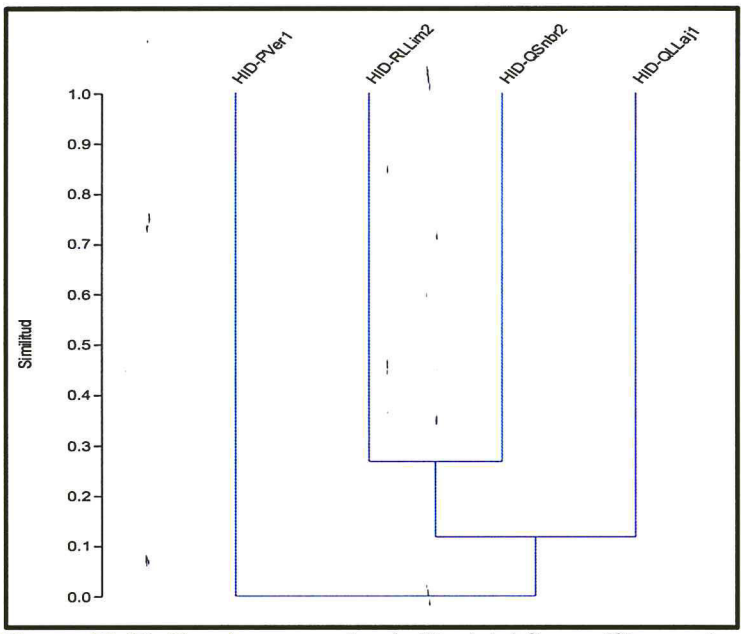


Figura 10-33. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

a.2) Zooperifiton

393. No se reportó la presencia de zooperifiton en la zona evaluada.

b. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

394. Fueron encontrados un total de 15 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QPVer1, representado por 12 taxa, a diferencia del punto HID-RLLim2 que estuvo representado por sólo 1 taxa. Se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo. La riqueza estuvo dominada por órdenes que pertenecen a la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera y Plecoptera, principalmente (ver Figura 10-34).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

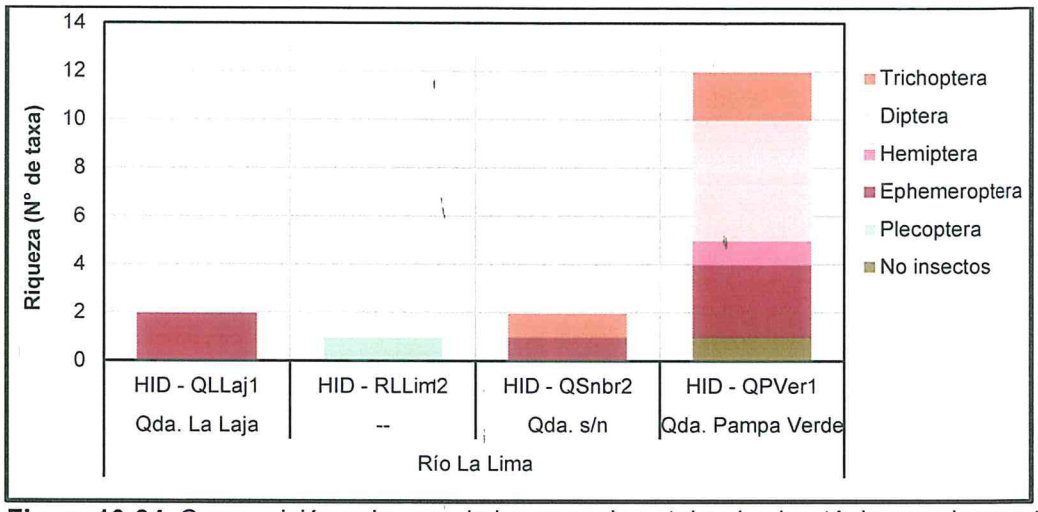


Figura 10-34. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

- Abundancia

395. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QPVer1, representado por 94 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-RLLim2, representado por 2 organismos. Se observan grandes variaciones de abundancia entre puntos de muestreo, se pueden notar valores reducidos en todos los puntos de muestreo, excepto en HID-QPVer1. En todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Ephemeroptera, excepto en HID-RLLim2, donde sólo se observó la presencia del orden Plecoptera (ver Figura 10-35).

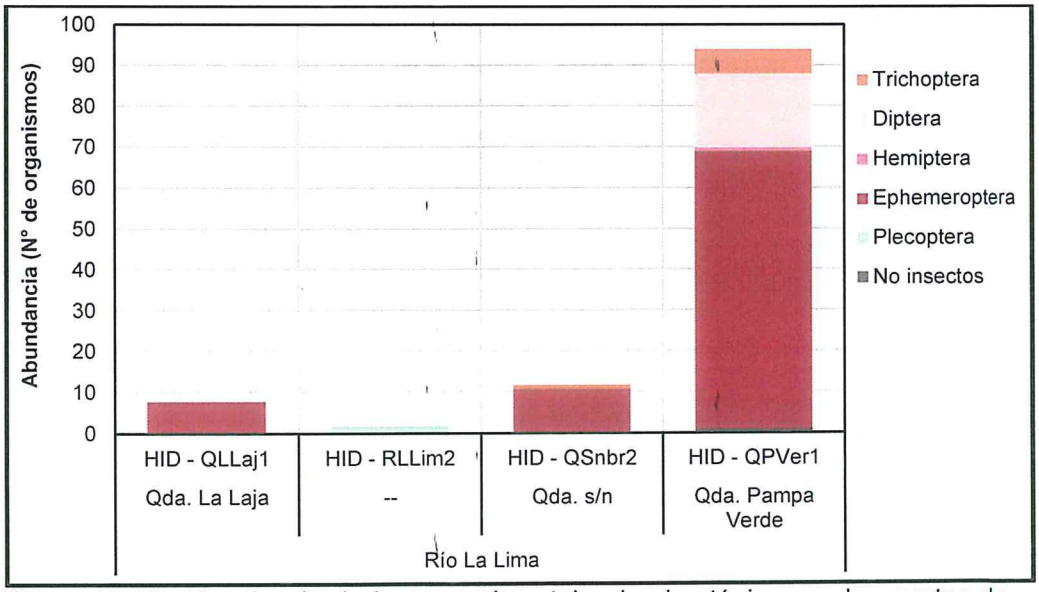


Figura 10-35. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

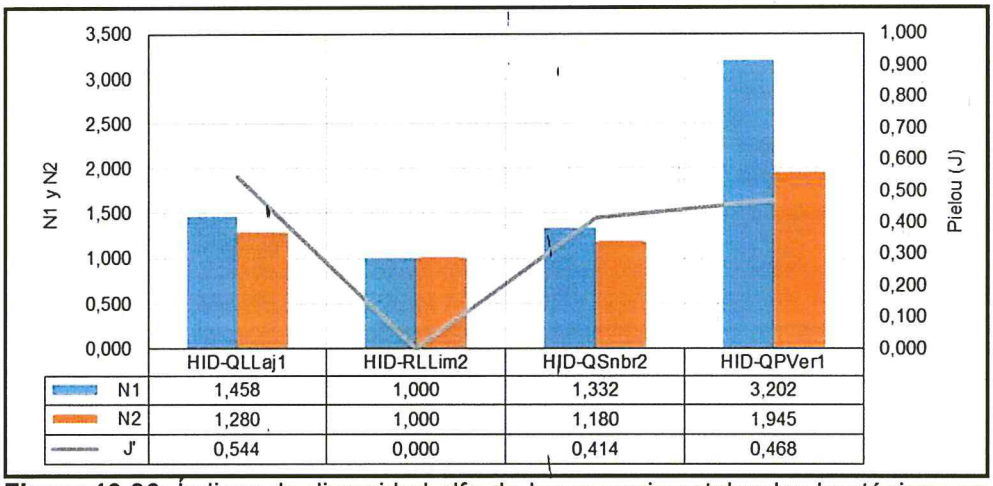
- Diversidad alfa

396. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2 se presentaron en el punto HID-QPVer1, en tanto que los menores valores se encontraron en el punto HID-RLLim2. Con respecto al índice de Pielou (J'), el

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

mayor valor se presentó en el punto HID-QLLaj1, mientras que, el menor valor en el punto HID-RLLim2 (ver Figura 10-36). De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QPVer1 ubicado en la quebrada Pampa Verde, es el que tiene los indicadores más altos de diversidad, lo cual tiene relación con los respectivos valores de riqueza y abundancia encontrados.



	HID-QLLaj1	HID-RLLim2	HJD-QSnbr2	HID-QPVer1
N1	1,458	1,000	1,332	3,202
N2	1,280	1,000	1,180	1,945
J'	0,544	0,000	0,414	0,468

Figura 10-36. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

- Diversidad beta

397. En la Figura 10-37, se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de un grupo, el cual asocia los puntos HID-QSnbr2 y HID-QPVer1 con un nivel de asociación de 24 %. Por otro lado, los puntos HID-RLLim2 y HID-QLLaj1 no presentaron asociación con el grupo observado lo que demuestra diferencias claras entre la comunidad del macroinvertebrados bentónicos entre estos puntos y con el grupo formado.

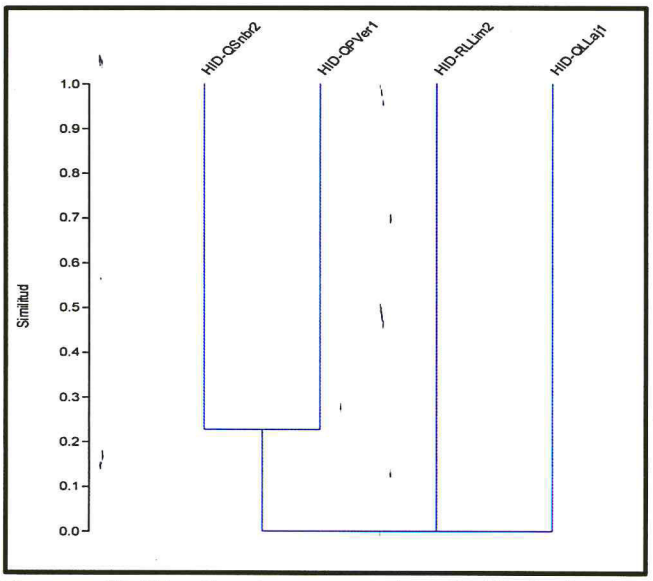


Figura 10-37. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca del río La Lima.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2.3. Microcuenca de la quebrada Checos

398. En esta microcuenca, fueron evaluadas las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos. Para este fin, se colectaron cuatro muestras de cada comunidad hidrobiológica.

a. Perifiton

399. Teniendo como base los resultados y para mejor entendimiento, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: ficoperifiton o perifiton vegetal y zooperifiton o perifiton animal.

a.1) Ficoperifiton

- Composición y riqueza

400. Fueron encontrados un total de 31 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QChec1, representado por 16 taxa; en tanto que la menor riqueza al punto HID-QChec3, representado por 9 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos, seguido del phylum Cyanobacteria (ver Figura 10-38).

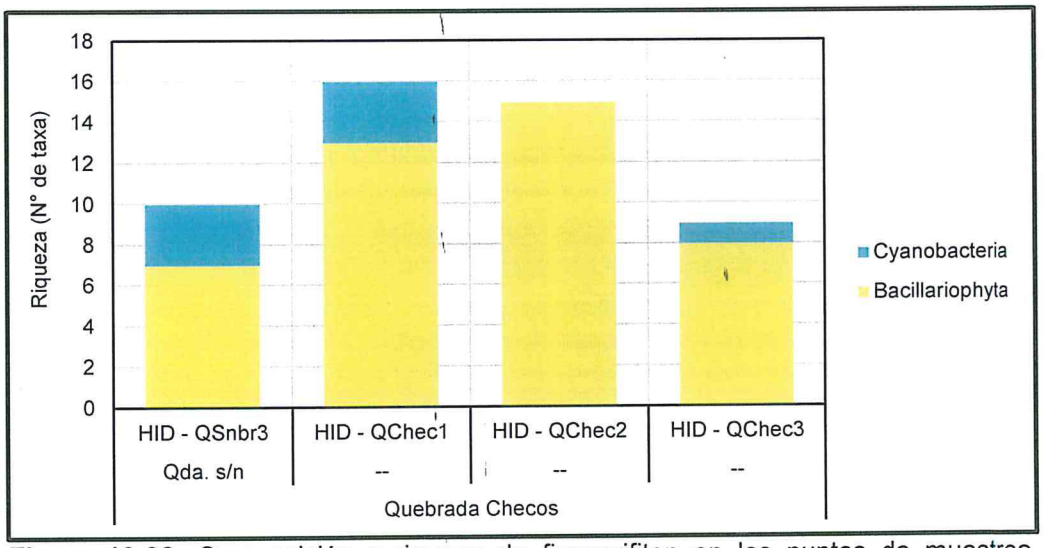


Figura 10-38. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos.

- Abundancia

401. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QSnbr3, representado por 35 200 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QChec3, representado por 12 800 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en todos los puntos, con excepción de HID-QSnbr3, donde Cyanobacteria tuvo una mayor abundancia (ver Figura 10-39).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

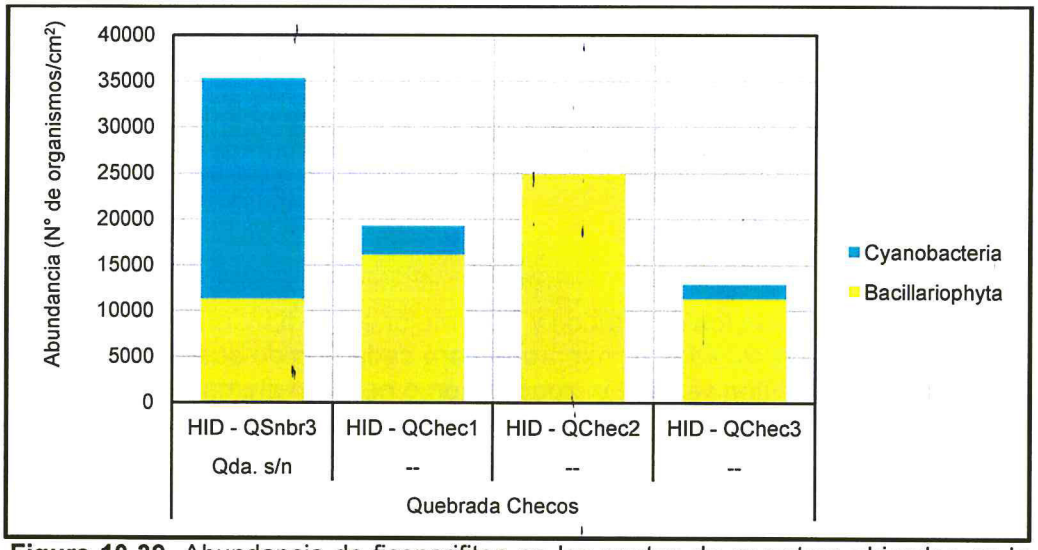


Figura 10-39. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos.

- Diversidad alfa

402. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2 se presentaron en el punto HID-QChec1, en tanto que los menores valores correspondieron al punto HID-QSnbr3. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-QChec1, mientras que, el menor valor en el punto HID-QSnbr3 (ver Figura 10-40). De acuerdo con estos resultados, los puntos HID-QChec1 y HID-QChec2, ambos ubicados en la parte alta de la quebrada Checos, son los que presentan indicadores más altos de diversidad, lo cual se relaciona con la riqueza y abundancia encontradas en tales puntos.

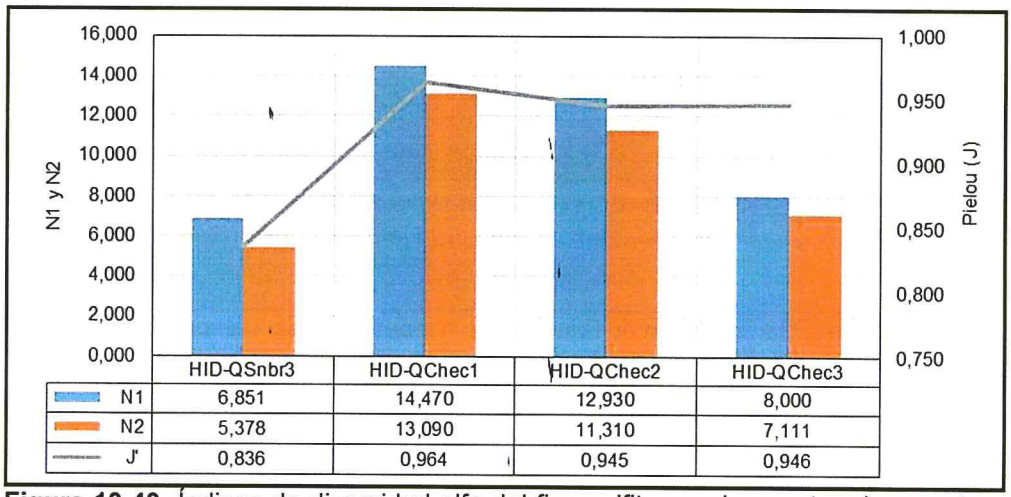


Figura 10-40. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos.

- Diversidad beta

403. En la Figura 10-41, se presenta el dendrograma de similitud de ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo más notable es la formación de un grupo, el cual asocia los puntos de la quebrada Checos con un nivel de asociación de 23 % lo que demuestra que la diversidad es ligeramente similar en esta

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

quebrada. No obstante, se observa un nivel de asociación mayor entre HID-QChec1 y HID-QChec2 lo que representa una mayor cantidad de especies comunes entre estos puntos del tramo superior de la quebrada Checos. Por otro lado, el punto HID-QSnbr3, presentó una menor asociación con el resto de puntos, lo que demuestra la presencia de una comunidad de ficoperifiton diferente en este punto.

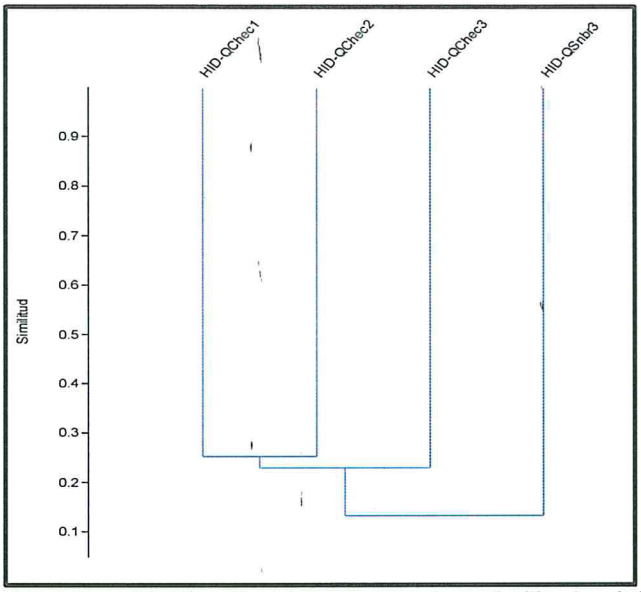


Figura 10-41. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos

a.2) Zooperifiton

404. Solo se reportó la presencia de zooperifiton en el punto HID-QChec1. Aquí fueron encontrados un total de 40 organismos de *Euplotes* sp. y 72 de *Holophrya* sp. ambos pertenecientes al phylum Ciliophora. No se calcularon índices de diversidad alfa ni beta por haberse hallado una diversidad muy limitada y no tener más puntos de muestreo para realizar comparaciones.

b) Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

405. Fueron encontrados un total de 20 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QChec1, representado por 9 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-QSnbr3, representado por 5 taxa. No se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo. La riqueza estuvo dominada por órdenes que pertenecen a la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera y Diptera, principalmente (ver Figura 10-42).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

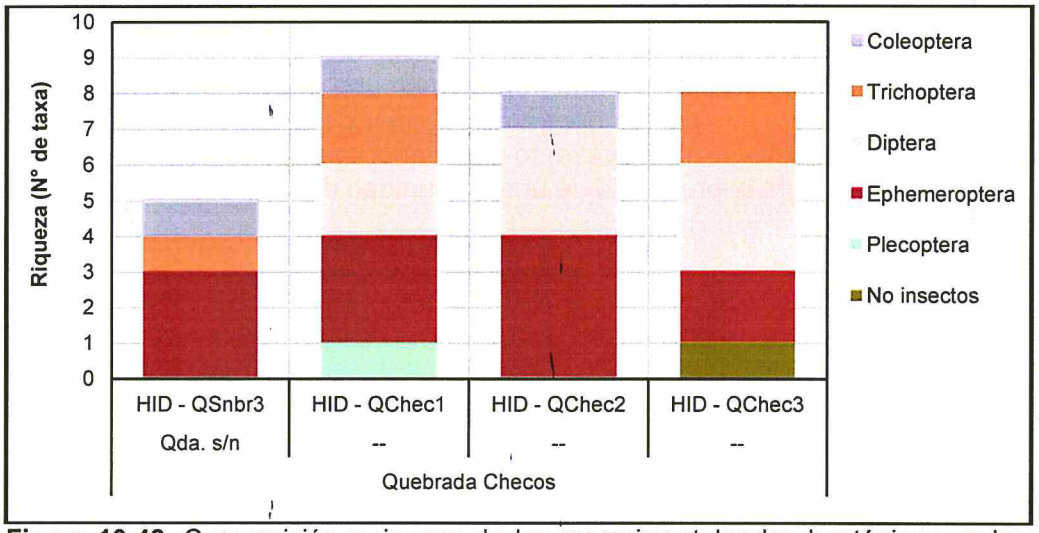


Figura 10-42. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos

- Abundancia

406. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QChec1, representado por 58 organismos, en tanto que la menor abundancia al punto HID-QSnbr3, representado por 10 organismos. En todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Ephemeroptera (ver Figura 10-43).

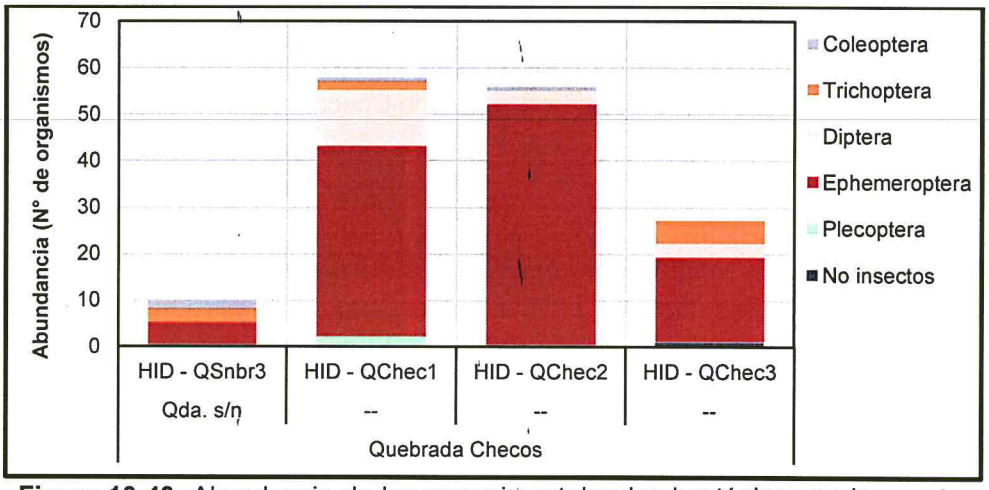


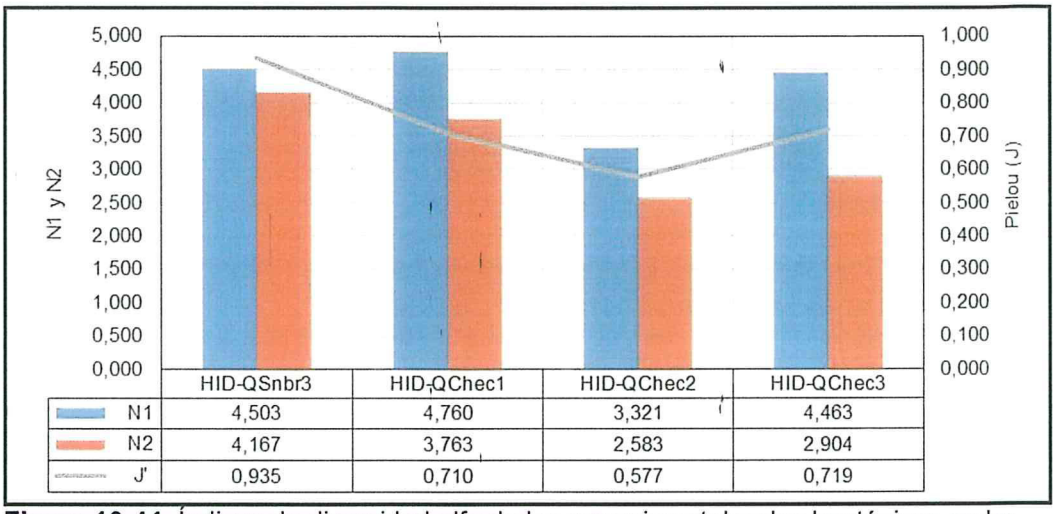
Figura 10-43. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos

- Diversidad alfa

407. Con respecto a los índices de diversidad alfa, el mayor valor de N1 se presentó en el punto HID-QChec1, mientras que, el menor valor en el punto HID-QChec2. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QSnbr3, en tanto que, el menor valor en el punto HID-QChec2. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-QSnbr3, a diferencia de HID-QChec2, que presentó el menor valor (ver Figura 10-44). De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QChec1, ubicado en la parte alta de la quebrada Checos, es el que tiene los indicadores más altos de diversidad, los cuales se relacionan con los respectivos valores de riqueza y abundancia encontrados.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-QSnbr3	HID-QChec1	HID-QChec2	HID-QChec3
N1	4,503	4,760	3,321	4,463
N2	4,167	3,763	2,583	2,904
J'	0,935	0,710	0,577	0,719

Figura 10-44. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos

- Diversidad beta

408. En la Figura 10-45, se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de un grupo, el cual asocia los puntos de la quebrada Checos con un nivel de asociación de 40 % lo que demuestra que la diversidad es moderadamente similar en esta quebrada. No obstante, se observa un nivel de asociación de 70% entre HID-QChec1 y HID-QChec2 lo que representa un gran número de especies comunes entre estos puntos del tramo superior de la quebrada Checos. Por otro lado, el punto HID-QSnbr3, presentó una menor asociación con el resto de puntos, lo que demuestra la presencia de una comunidad de macroinvertebrados bentónicos diferente en esta quebrada con respecto a la quebrada Checos.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

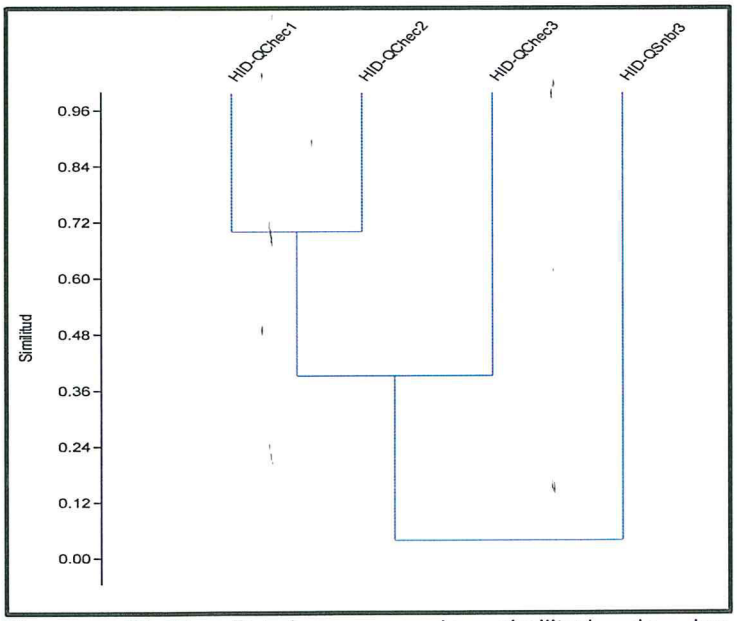


Figura 10-45. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Checos

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2.4. Microcuenca de la quebrada Honda

409. En estos cuerpos de agua, fueron evaluadas las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos. Para este fin, se colectaron tres muestras de cada comunidad hidrobiológica.

a. Perifiton

410. Teniendo como base los resultados y para mejor entendimiento, el análisis de esta comunidad se presenta por separado para cada uno de sus dos componentes: **ficoperifiton** o perifiton vegetal y **zooperifiton** o perifiton animal.

a.1) Ficoperifiton

- Composición y riqueza

411. Fueron encontrados un total de 41 taxa de ficoperifiton, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QHond2, representado por 22 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-QHond1, representado por 14 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos (ver Figura 10.46).

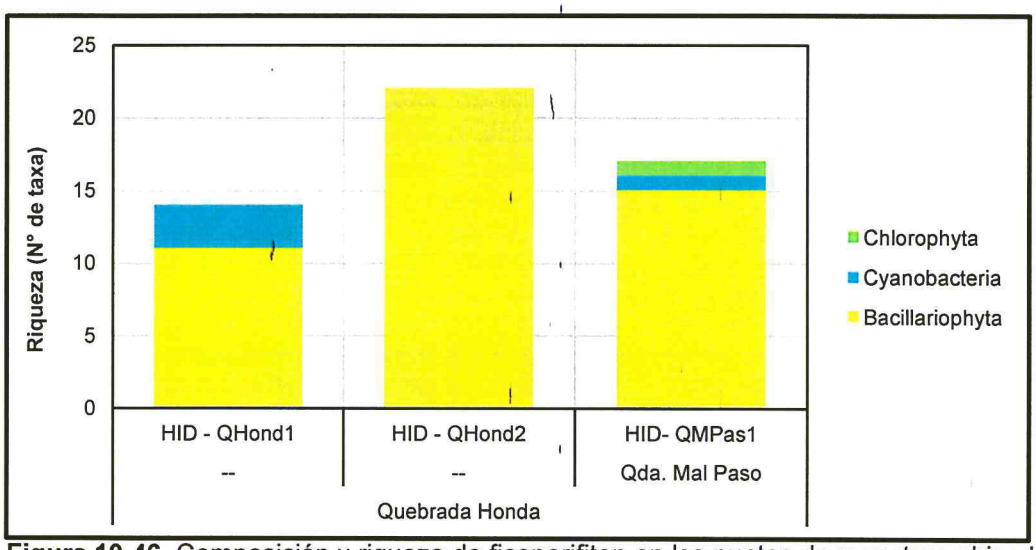


Figura 10-46. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

- Abundancia

412. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QMPas1, representado por 69 840 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QHond1, representado por 16 000 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en todos los puntos (ver Figura 10-47).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

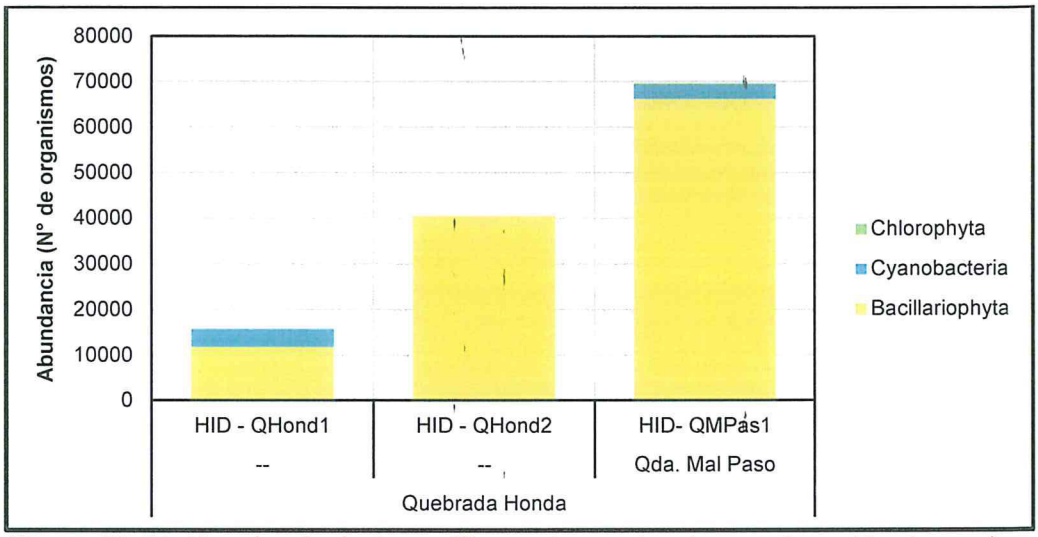
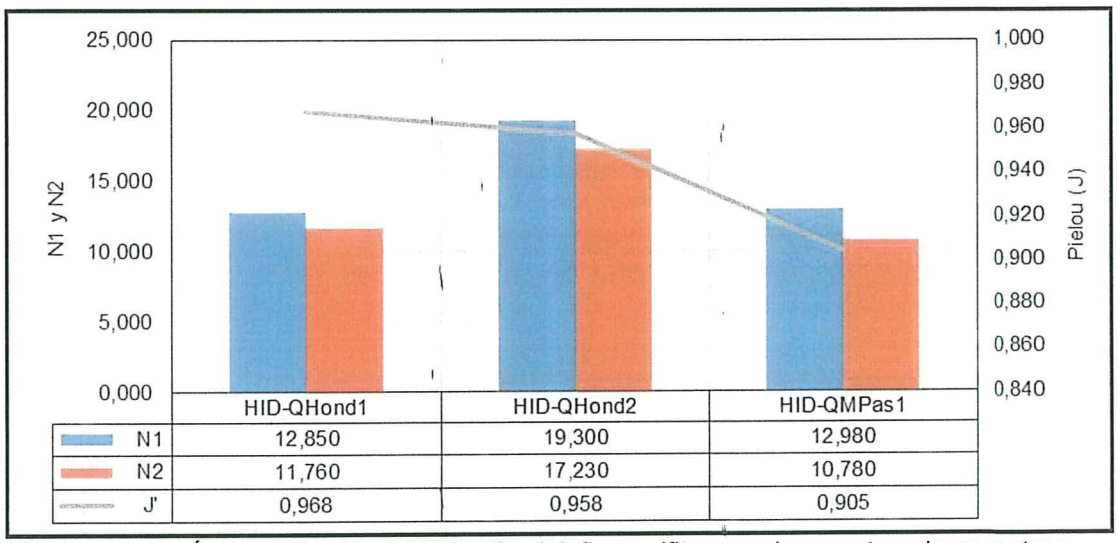


Figura 10-47. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

- Diversidad alfa

413. Con respecto a los índices de diversidad alfa, el mayor valor de N1 se presentó en el punto HID-QHond2, en tanto que, el menor valor en el punto HID-QHond1. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QHond2, mientras que, el menor valor en el punto HID-QMPas1. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-QHond1, a diferencia de HID-QMPas1, que presentó el menor valor (ver Figura 10-48). De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QHond2, ubicado en la parte alta de la quebrada Honda, es el que presenta los indicadores más altos de diversidad, los cuales se corresponden con la riqueza y abundancia encontradas en este punto.



	HID-QHond1	HID-QHond2	HID-QMPas1
N1	12,850	19,300	12,980
N2	11,760	17,230	10,780
J'	0,968	0,958	0,905

Figura 10-48. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

- Diversidad beta

414. En la Figura 10-49 se presenta el dendrograma de similitud del perifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de un

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

grupo, el cual asocia los puntos HID-QHond1 y HID-QHond2 con un nivel de asociación de 20 %. Sin embargo, el punto HID-QMPas1 no presentó asociación con el grupo observado lo que demuestra diferencias claras en la comunidad del macroinvertebrados bentónicos entre estos puntos evaluados.

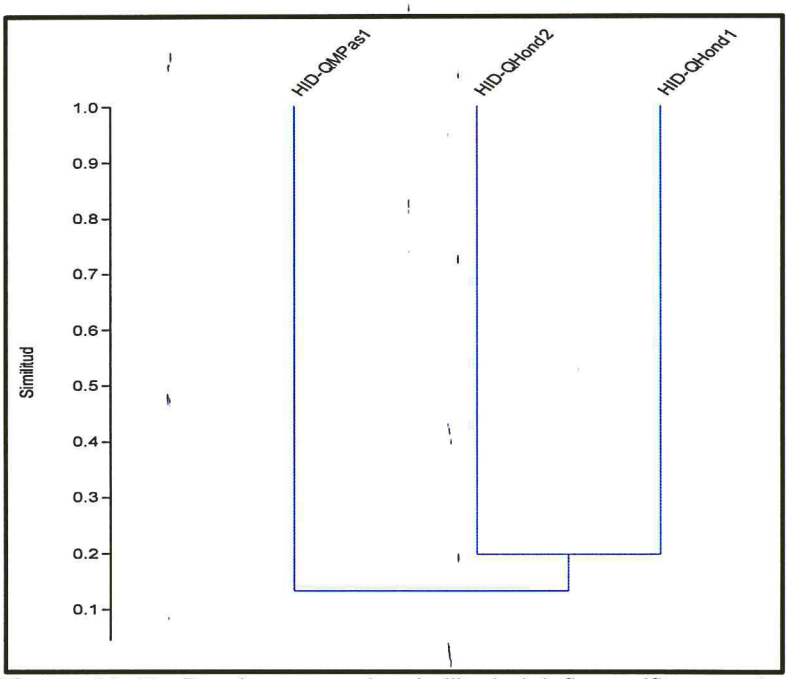


Figura 10-49. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Honda

a.2) Zooperifiton

415. Se reportó la presencia de zooperifiton solo en el punto HID-QHond1. Aquí fueron encontrados un total de 8 organismos de *Corythion* sp. perteneciente al *phylum Cercozoa*. No se calcularon índices de diversidad alfa ni beta por haberse hallado una diversidad muy limitada y no tener más puntos de muestreo para realizar comparaciones.

b. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

416. Fueron encontrados un total de 17 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QMPas1, representado por 11 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-QHond1, representado por 4 taxa. No se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo. La riqueza estuvo dominada por órdenes que pertenecen a la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera y Diptera, principalmente (ver Figura 10-50).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

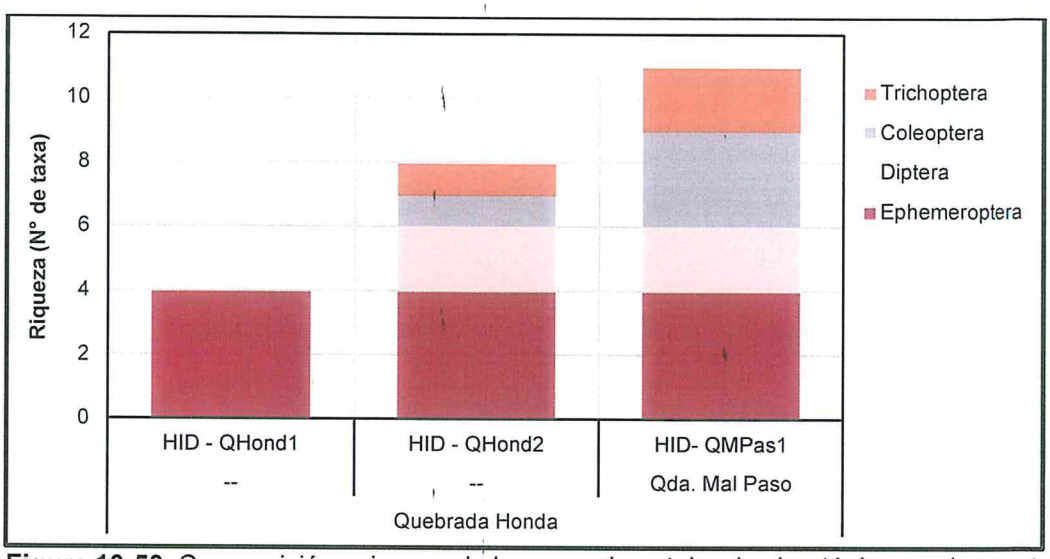


Figura 10-50. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

- Abundancia

417. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QMPas1, representado por 114 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QHond2, representado por 22 organismos. En todos los puntos de muestreo los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera, excepto en HID-QMPas1, donde se observó que dominó el orden Trichoptera (ver Figura 10-51).

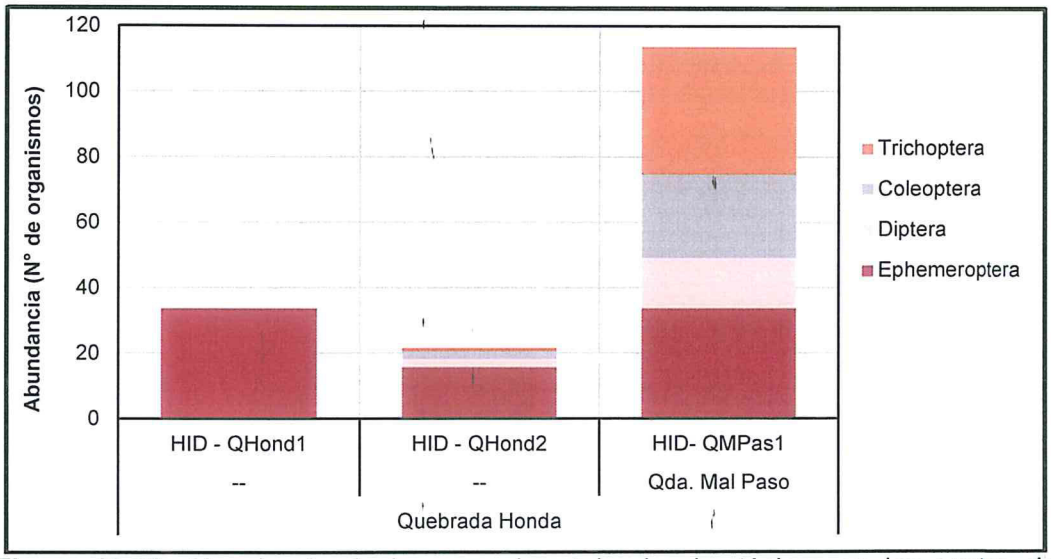


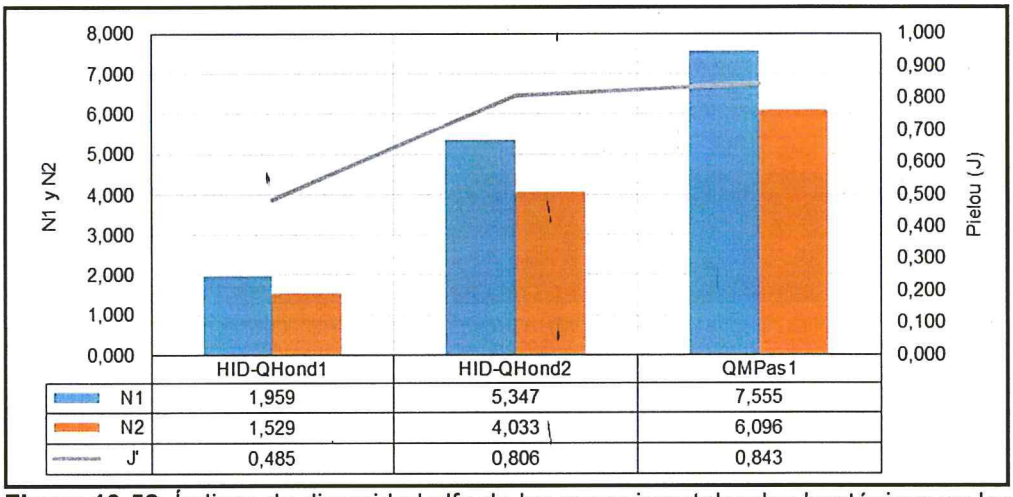
Figura 10-51. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

- Diversidad alfa

418. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2 se presentaron en el punto HID-QMPas1, en tanto que, los menores valores en el punto HID-QHond1. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-QMPas1, mientras que, el menor valor en el punto HID-QHond1 (ver Figura 10-52). De acuerdo con estos resultados, el punto

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

ubicado en la quebrada Mal Paso, es el que tiene los indicadores más altos de diversidad, los cuales se corresponden con los respectivos valores de riqueza y abundancia encontrados.



	HID-QHond1	HID-QHond2	QMPas1
N1	1,959	5,347	7,555
N2	1,529	4,033	6,096
J'	0,485	0,806	0,843

Figura 10-52. Índices de diversidad alfa de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Honda

- Diversidad beta

419. En la Figura 10-53 se presenta el dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de un grupo, el cual asocia los puntos HID-QHond1 y HID-QHond2 ubicados en la quebrada Honda con un nivel de asociación de 22 %. Sin embargo, el punto HID-QMPas1 presentó una baja asociación con el grupo observado lo que demuestra diferencias claras en la comunidad del macroinvertebrados bentónicos entre estos puntos evaluados.

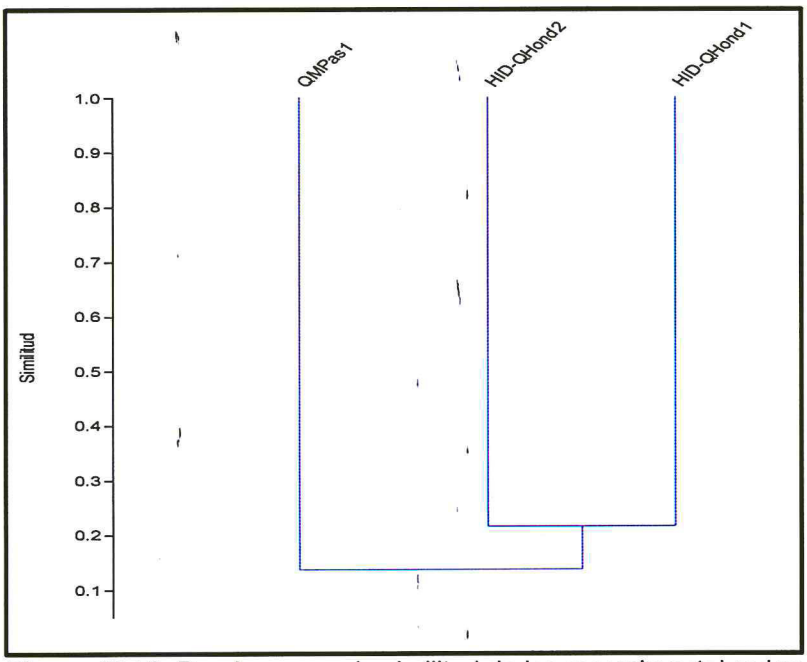


Figura 10-53. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la microcuenca de la quebrada Honda

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2.5. Subcuenca del río Paltic

420. En este sistema acuático, fueron evaluadas las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos. Para este fin se colectaron cinco muestras de cada comunidad hidrobiológica.

a. Perifiton

421. Teniendo como base los resultados y para mejor entendimiento, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: **ficoperifiton** o perifiton vegetal y **zooperifiton** o perifiton animal.

a.1) Ficoperifiton

- Composición y riqueza

422. Fueron encontrados un total de 41 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-RPalt4 y HID-RPalt6, representados por 16 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-RPalt3, representado por 8 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos, con excepción de HID-RPalt1 y HID-RPalt3, donde el phylum Cyanobacteria fue el que presentó la mayor riqueza (ver Figura 10-54).

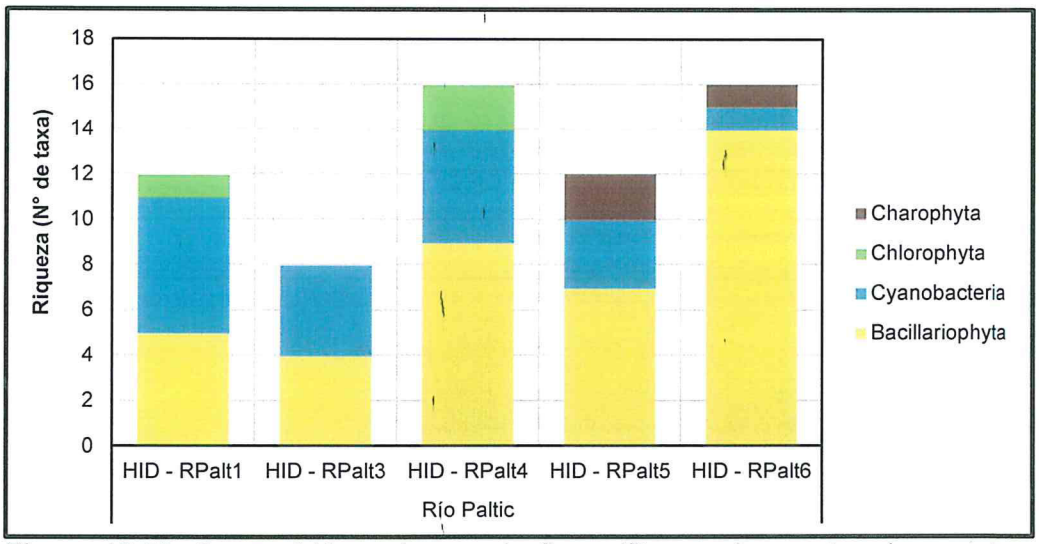


Figura 10-54. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Abundancia

423. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RPalt5, representado por 59 200 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-RPalt1, representado por 31 280 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en todos los puntos, con excepción de HID-RPalt1 y HID-RPalt3 donde Cyanobacteria tuvo una mayor abundancia (ver Figura 10-55).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

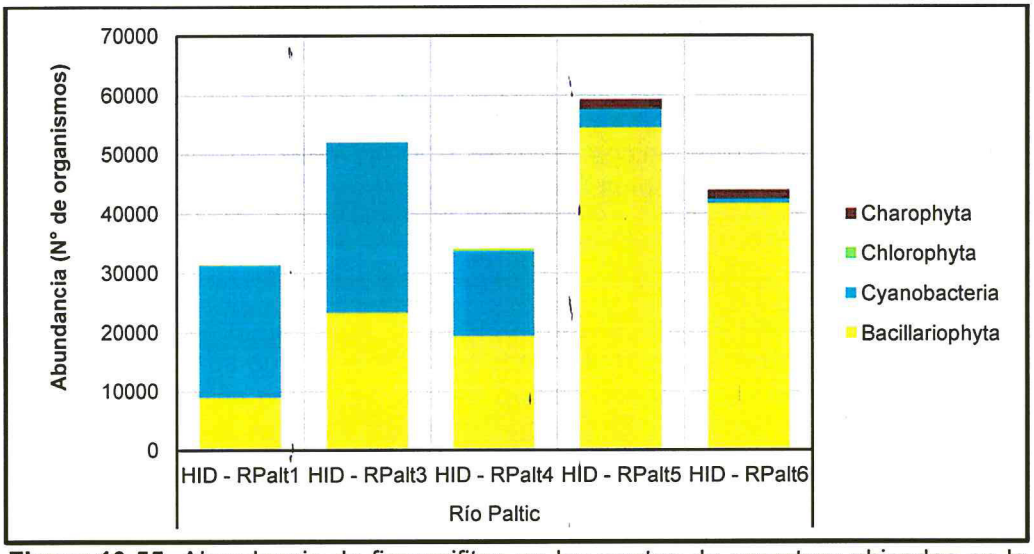
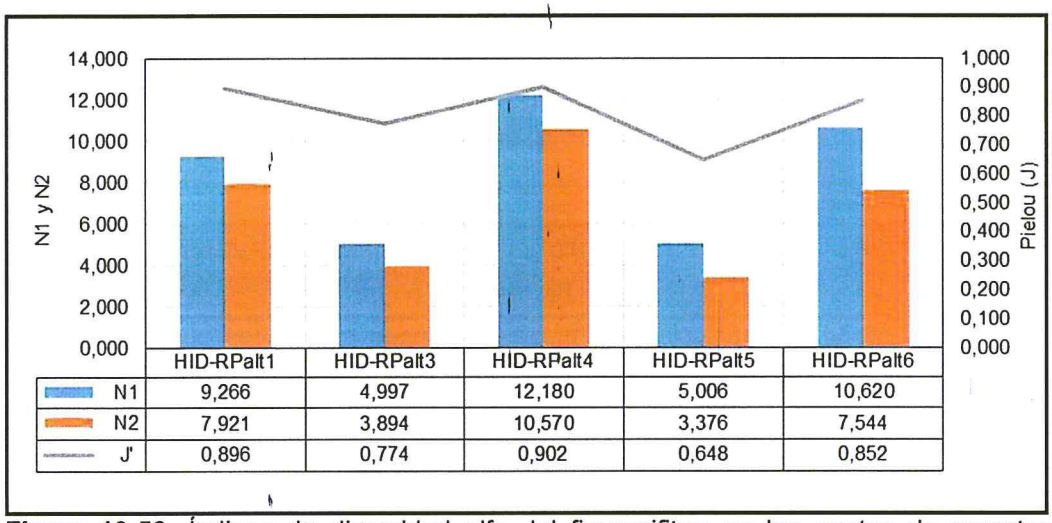


Figura 10-55. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Diversidad alfa

424. Con respecto a los índices de diversidad alfa, el mayor valor de N1 se presentó en el punto HID-RPalt4, en tanto que el menor valor en el punto HID-RPalt3. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-RPalt4, mientras que, el menor valor en el punto HID-RPalt5. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-RPalt4, a diferencia de HID-RPalt5, que presentó el menor valor (ver Figura 10-56). De acuerdo con estos resultados, los puntos HID-RPalt4 y HID-Palt6 son los que presentan indicadores de diversidad más altos, los cuales se corresponden con la riqueza y abundancia encontradas en tales puntos.



	HID-RPalt1	HID-RPalt3	HID-RPalt4	HID-RPalt5	HID-RPalt6
N1	9,266	4,997	12,180	5,006	10,620
N2	7,921	3,894	10,570	3,376	7,544
J'	0,896	0,774	0,902	0,648	0,852

Figura 10-56. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Diversidad beta

425. En la Figura 10-57 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Lo más notable es la formación de dos grupos, el primero que asocia los puntos HID-RPalt3 y HID-RPalt5 con un

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

nivel de asociación de 38 %, y el segundo que asocia los puntos HID-RPalt4 y HID-RPalt6 con un nivel de asociación de 34 %, lo que demuestra la moderada cantidad de especies comunes en ambos grupos que abarcan el tramo medio e inferior de la cuenca. Por otro lado, el punto HID-RPalt1, presentó una menor asociación con el resto de puntos lo que demuestra diferencias entre la comunidad de ficoperifiton del tramo superior de la cuenca con el resto de los puntos.

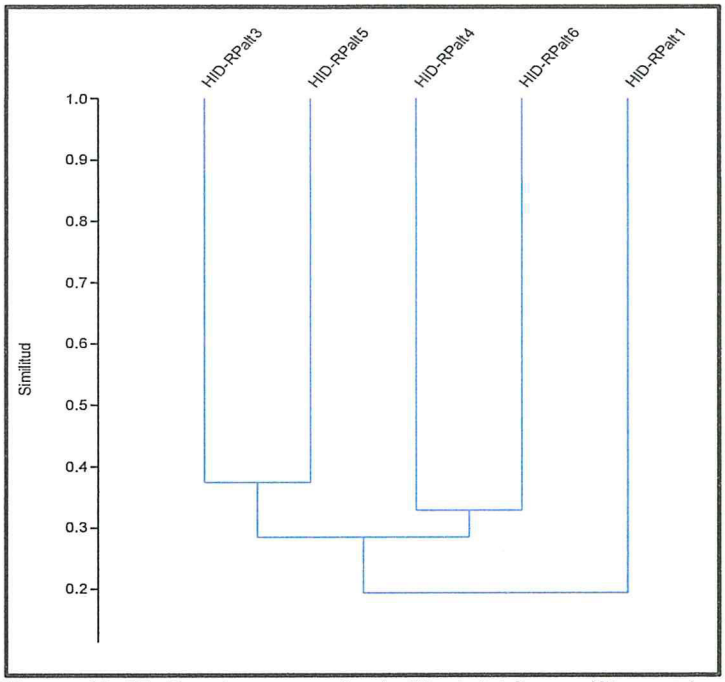


Figura 10-57. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

a.2) Zooperifiton

426. No se reportó la presencia de zooperifiton en estos cuerpos de agua.

b. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

427. Fueron encontrados un total de 21 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió a los puntos HID-RPalt3 y HID-RPalt6, representados por 8 taxa, en tanto que la menor riqueza al punto HID-RPalt5, representado por 4 taxa. No se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo. La riqueza estuvo dominada por órdenes que pertenecen a la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Diptera y Coleoptera, principalmente (Ver Figura 10-58).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

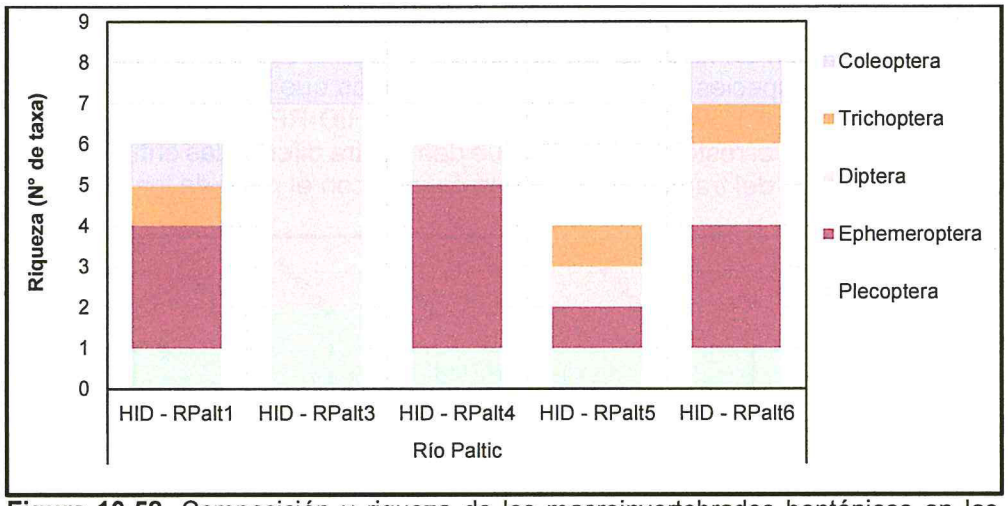


Figura 10-58. Composición y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Abundancia

428. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RPalt3, representado por 109 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-RPalt5, representado por 5 organismos. Se observan grandes variaciones de abundancia entre puntos de muestreo, específicamente el punto HID-RPalt3 con respecto al resto de los puntos. En todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Ephemeroptera, excepto en HID-RPalt3, donde se observó que dominó el orden Diptera (ver Figura 10-59).

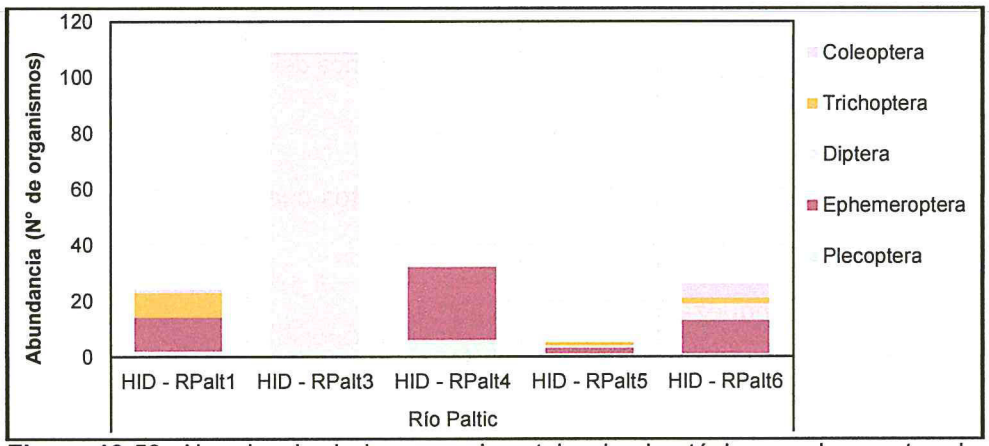


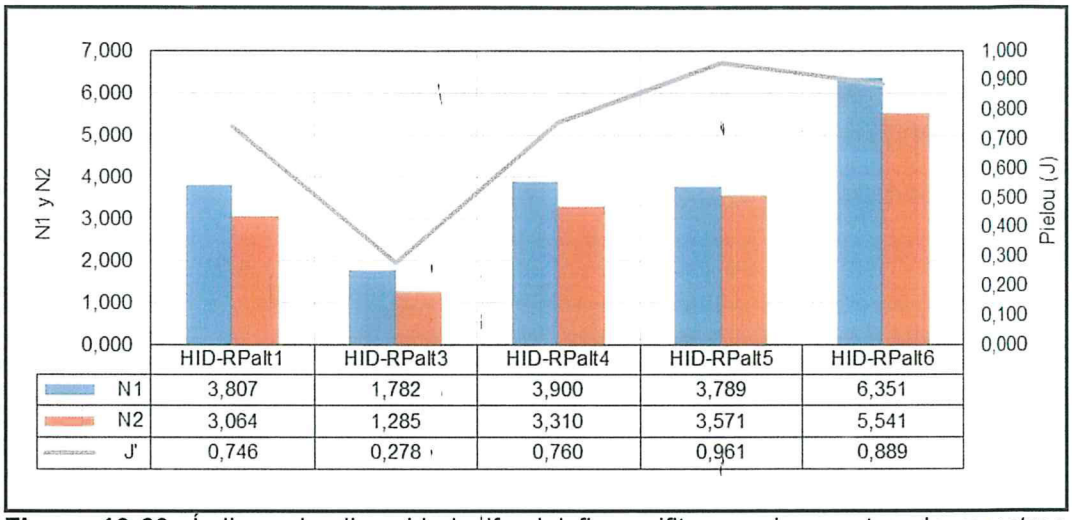
Figura 10-59. Abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Diversidad alfa

429. Con respecto a los índices de diversidad alfa, los mayores valores de los índices N1 y N2 se presentaron en el punto HID-RPalt6, mientras que, los menores valores en el punto HID-RPalt3. Con respecto al índice de Pielou (J'), el mayor valor se presentó en el punto HID-RPalt5, en tanto que, el menor valor en el punto HID-RPalt3 (ver Figura 10-60). De acuerdo con estos resultados, el puntoHID-RPalt6 ubicado en la parte baja del río Paltic, es el que tiene los indicadores más altos de diversidad, los cuales se corresponde con los respectivos valores de riqueza y abundancia encontrados.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-RPalt1	HID-RPalt3	HID-RPalt4	HID-RPalt5	HID-RPalt6
N1	3,807	1,782	3,900	3,789	6,351
N2	3,064	1,285	3,310	3,571	5,541
J'	0,746	0,278	0,760	0,961	0,889

Figura 10-60. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la subcuenca del río Paltic

- Diversidad beta

430. En la Figura 10-61 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de dos grupos, el primero que asocia los puntos HID-RPalt4 y HID-RPalt1 con un nivel de asociación de 44 % lo que demuestra una moderada cantidad de especies comunes entre los puntos del tramo superior y medio de la cuenca. El segundo grupo asocia los puntos HID-RPalt5 y HID-RPalt6 con un nivel de asociación de 18 % lo que demuestra la baja similitud de especies entre los puntos del tramo inferior. Por otro lado, el punto HID-RPalt3, del tramo medio de la cuenca, presentó una ligera asociación con el resto de puntos lo que demuestra su diferenciada comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

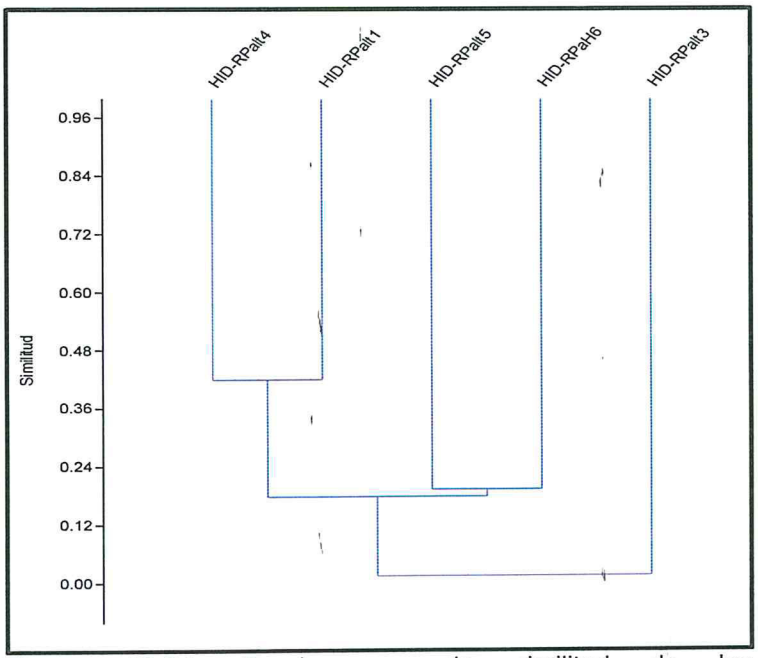


Figura 10-61. Dendrograma de similitud de los macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la en la subcuenca del río Paltic

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.2.6. Análisis realizados en toda el área de evaluación

431. A continuación, se presenta el análisis de la evaluación de la calidad biológica de los cuerpos de agua mediante el índice biótico ABI, considerando toda el área de evaluación.

a. Índice biótico andino (ABI)

432. En la Tabla 10-8, se presenta la evaluación de calidad de agua de las quebradas y ríos de las cinco zonas de evaluación, usando el índice ABI, desarrollado sobre la base de la comunidad de macroinvertebrados. Se observa que la mayoría de puntos de muestreo presentaron una calidad de agua **moderada** a **buena**, lo que se hace más evidente en los sistemas acuáticos de la microcuenca del río La Iraca, microcuenca del río La Lima y microcuenca de la quebrada Checos. En los restantes sistemas acuáticos, además de encontrarse puntos con calidad de agua **moderada** a **buena**, se identificaron puntos con calidad **mala** y **pésima**, lo cual se hizo más notorio en la subcuenca del río Paltic y microcuenca de la quebrada Honda como puede apreciarse.

Tabla 10-8. Calidad biológica según el índice ABI en las cinco zonas evaluadas

Zona de evaluación	Punto de muestreo	Valor	Calidad
Microcuenca del río La Iraca	HID - QTend1	52	Buena
	HID - RLIra1	36	Moderada
	HID - RLIra2	33	Moderada
	HID - RLIra4	60	Buena
Microcuenca del río La Lima	HID - QLLaj1	32	Moderada
	HID - RLLim2	39	Moderada
	HID - QPVer1	37	Moderada
	HID - QSnbr2	29	Moderada
Microcuenca de la quebrada Checos	HID - QChec1	50	Buena
	HID - QChec2	34	Moderada
	HID - QChec3	53	Buena
	HID - QSnbr3	39	Moderada
Microcuenca de la quebrada Honda	HID - QHond1	25	Mala
	HID - QHond2	43	Moderada
	HID- QMPas1	65	Buena
Cuenca del río Paltic	HID - RPalt1	43	Moderada
	HID - RPalt3	14	Mala
	HID - RPalt4	10	Pésima
	HID - RPalt5	12	Mala
	HID - RPalt6	57	Buena

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.3. Calidad de aire

10.3.1. Análisis de parámetros meteorológicos

433. En la Tabla 10-9, se muestran los valores de los parámetros meteorológicos obtenidos en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1. Las velocidades de viento promedio oscilaron entre 0,5 y 1,1 m/s, con velocidades máximas entre 1,4 y 3,4 m/s.

Tabla 10-9. Parámetros meteorológicos de las estaciones de monitoreo

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Presión barométrica (mmHg)	Velocidad (m/s)	Precipitación (mm)
Estación de monitoreo CA-LGran1					
Mínimo	14,6	34,0	600,5	0,1	0
Máximo	25,7	93,9	605,3	3,4	0
Promedio	18,5	70,5	603,5	1,1	0
Estación de monitoreo CA-Parag1					
Mínimo	13,4	38,6	577,2	0	0
Máximo	24,2	95,6	581,6	1,4	0
Promedio	16,5	74,3	579,8	0,5	0

434. En cuanto a la dirección del viento, la representación gráfica de la rosa de vientos se realizó con el propósito de obtener información estadística relativa a la dirección y velocidad del viento en una localización en particular. Las rosas de viento para las dos estaciones de monitoreo se presentan en las figuras 10-62 y 10-63, en las cuales se observan que las direcciones predominantes de los vientos fueron suroeste (SW), nor-noroeste (NWN), correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, respectivamente. Las frecuencias de las predominancias fueron 17,9% para la estación de monitoreo CA-LGran1, es decir con dicho porcentaje los vientos se dirigen desde el proyecto La Granja hacia el poblado del mismo nombre, la estación de monitoreo CA-Parag1, tuvo una frecuencia de 22,9%.

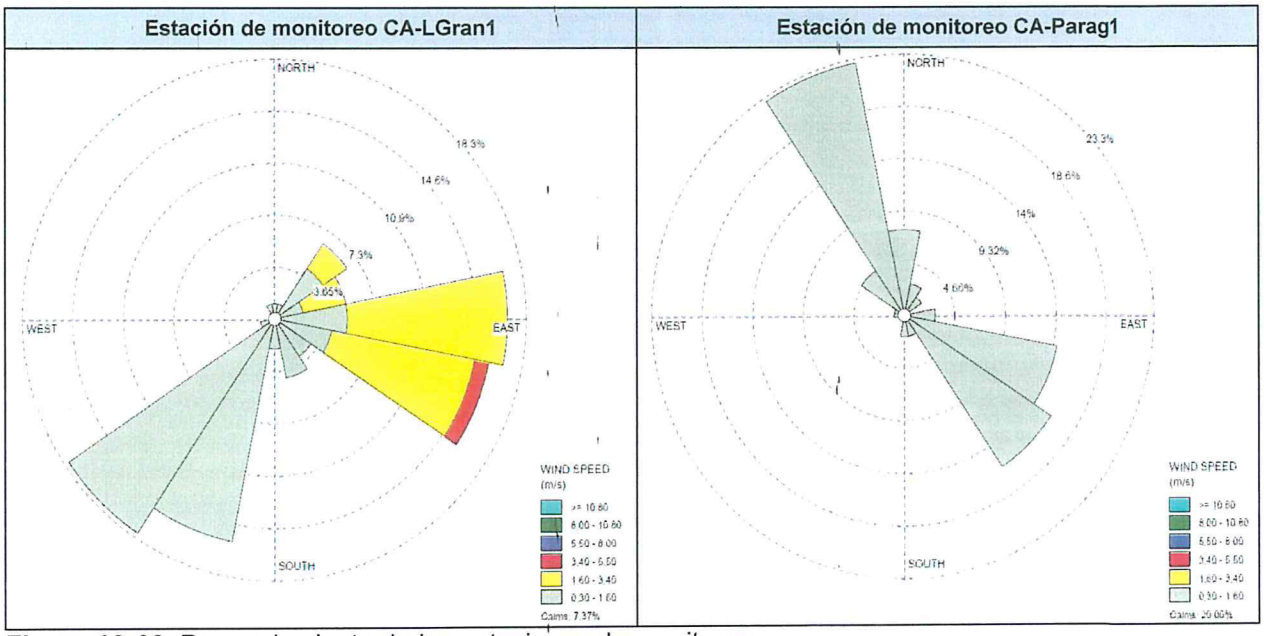


Figura 10-62. Rosas de viento de las estaciones de monitoreo

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

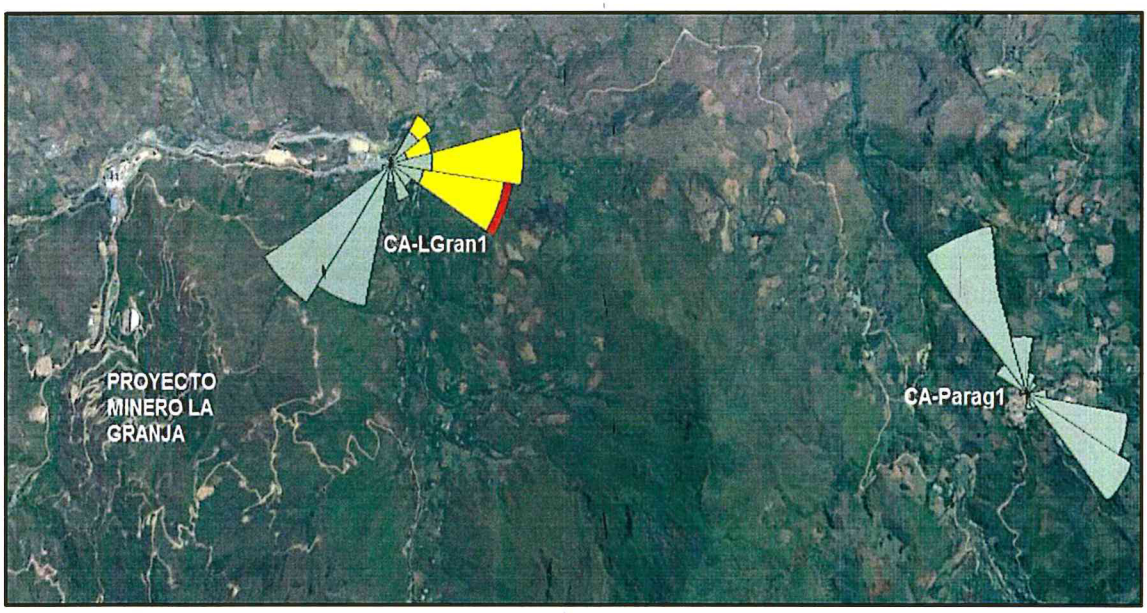


Figura 10-63. Ubicación de las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1 y sus rosas de vientos

435. En la Figura 10-64, se presenta los resultados de las concentraciones diarias de PM_{10} de las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, dichos resultados fueron comparados con los valores establecidos en los ECA para aire, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 003-2017-MINAM que se encuentra actualmente vigente.

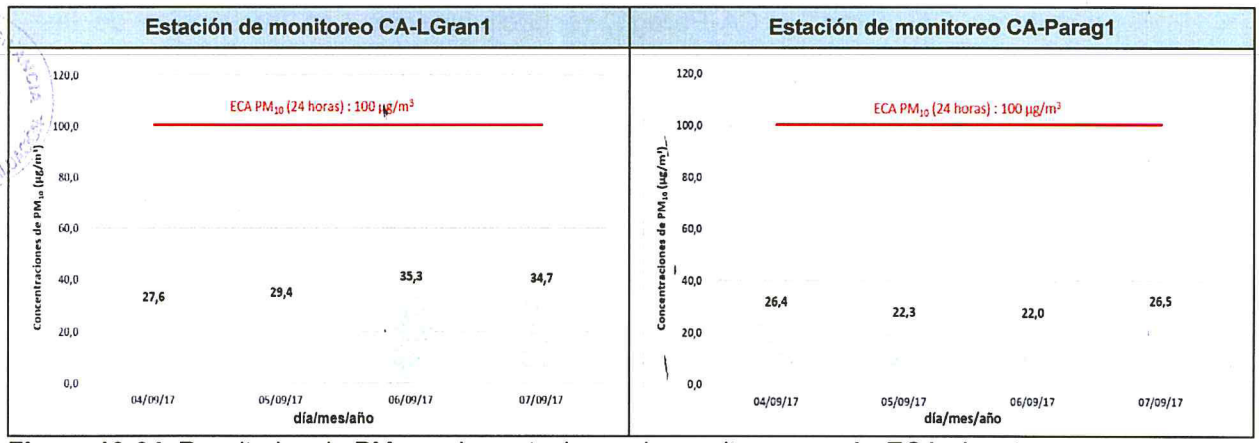


Figura 10-64. Resultados de PM_{10} en las estaciones de monitoreo, según ECA vigente

436. Las concentraciones reportadas en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Paga1, se encuentran en conformidad con el vigente ECA para aire para PM_{10}, cuyo valor es igual a 100 µg/m³ para un periodo de 24 horas. Es preciso mencionar que el actual Decreto Supremo Nº 003-2017-MINAM, es más estricto, debido a que el valor de los ECA disminuyó 50 µg/m³, en comparación al decreto supremo derogado.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

437. La máxima concentración de PM_{10} se obtuvo en la estación de monitoreo CA-LGran1 y fue de 35,3 µg/m³, debido a que en las inmediaciones a la mencionada estación de monitoreo se ubican vías sin asfaltar, de bajo tránsito vehicular, que por acción de los vientos sobre la superficie de las vías genera material particulado. Adicionalmente según la rosa de viento de la estación de monitoreo CA-LGran1, los vientos se dirigen del proyecto La Granja hacia la referida estación de monitoreo. La mínima concentración de PM_{10} fue obtenida en la estación de monitoreo CA-Parag1 con 22,0 µg/m³.

438. Durante la ejecución del monitoreo de calidad de aire realizada del 4 al 9 de setiembre de 2017, no se presentaron precipitaciones cercanas a las dos estaciones de monitoreo, por lo que el material particulado no fue mitigado durante el monitoreo. Adicionalmente, el mencionado periodo coincide con la época de transición (de época seca a húmeda), según la línea base del EIAsd del proyecto La Granja[26].

439. El común denominador entre las concentraciones de PM_{10} obtenidas en la línea base del proyecto La Granja y las obtenidas en el monitoreo de calidad de aire de la EAT, es que todas concentraciones PM_{10} se encuentran en conformidad con los ECA para aire para PM_{10} para un periodo de 24 horas, y ninguna de las concentraciones supera los 56,0 µg/m³.

440. Las tablas 10-10 y 10-11 contienen las concentraciones de metales determinados en PM_{10} correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 10-10. Concentraciones de 24 horas de metales en la estación de monitoreo CA-LGran1

Parámetro	Símbolo	CA-LGran1				AQQC* (µg/m³)
		Del 04/09/17 al 05/09/17	Del 05/09/17 al 06/09/17	Del 06/09/17 al 07/09/17	Del 07/09/17 al 08/09/17	
		Concentración de metales (µg/m3)				
Plata	Ag	<0,00002	<0,00001	<0,00001	<0,00002	1
Aluminio	Al	0,11391	0,17581	0,30783	0,25133	-
Arsénico	As	0,00114	0,00185	0,00394	0,00266	0,3
Boro	B	0,01023	0,01000	0,00765	0,00697	120
Bario	Ba	0,00117	0,00220	0,00301	0,00207	10
Berilio	Be	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	0,01
Bismuto	Bi	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	-
Calcio	Ca	0,30216	0,40942	0,34554	0,40292	-
Cadmio	Cd	<0,00001	<0,00020	<0,00014	<0,00013	0,025
Cobalto	Co	<0,00013	<0,00012	<0,00022	<0,00013	0,1
Cromo	Cr	<0,07350	<0,07240	<0,07254	<0,07279	0,5
Cobre	Cu	0,02831	0,02629	0,03867	0,03048	50
Hierro	Fe	<0,65164	<0,64184	<0,64312	<0,64530	4
Mercurio	Hg	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	2
Potasio	K	0,36850	0,36611	0,32267	0,36017	-
Litio	Li	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	20
Magnesio	Mg	0,05308	0,08724	0,12031	0,10109	-
Manganeso	Mn	0,00657	0,01050	0,01594	0,01319	0,2
Molibdeno	Mo	0,00041	0,00062	0,00119	0,00091	120
Sodio	Na	0,04317	0,09448	0,09072	0,09816	-
Níquel	Ni	<0,00239	<0,00235	<0,00236	<0,00237	0,1
Fósforo	P	0,01583	0,02527	0,02738	0,02945	-

[26] 11era. Modificación del EIASD del Proyecto de Exploración La Granja, Capítulo 4: Línea base.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Parámetro	Símbolo	CA-LGran1				AQQC* (µg/m³)
		Del 04/09/17 al 05/09/17	Del 05/09/17 al 06/09/17	Del 06/09/17 al 07/09/17	Del 07/09/17 al 08/09/17	
		Concentración de metales (µg/m3)				
Plomo	Pb	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,5
Antimonio	Sb	<0,00052	<0,00051	<0,00051	<0,00051	25
Selenio	Se	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	10
Silicio	Si	0,08353	0,16770	0,32977	0,26969	-
Estaño	Sn	<0,00014	<0,00014	0,00018	0,00140	10
Estroncio	Sr	0,00154	0,00209	0,00206	0,00222	120
Titanio	Ti	0,00272	0,00417	0,00773	0,00633	120
Talio	Tl	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	-
Uranio	U	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,15
Vanadio	V	0,00039	0,00058	0,00114	0,00083	2
Zinc	Zn	<0,01079	<0,01181	<0,01530	<0,01251	120

* Ambient Air Quality Criteria, Criterios de calidad de aire establecidos por el Ministerio del Ambiente de Ontario, Canadá, abril de 2012,
Nota: los valores precedidos por el símbolo "<" (menor que), son inferiores al límite de cuantificación del laboratorio.

Tabla 10-11. Concentraciones de 24 horas de metales en la estación de monitoreo CA-Parag1

Elemento	Símbolo	CA-Parag1				AQQC* (µg/m³)
		Del 04/09/17 al 05/09/17	Del 05/09/17 al 06/09/17	Del 06/09/17 al 07/09/17	Del 07/09/17 al 08/09/17	
		Concentración de metales (µg/m³)				
Plata	Ag	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	1
Aluminio	Al	0,17304	0,10738	0,16482	0,16743	-
Arsénico	As	0,00117	0,00077	0,00139	0,00117	0,3
Boro	B	0,01121	0,01117	0,00712	0,00767	120
Bario	Ba	0,00116	0,00050	0,00140	0,00115	10
Berilio	Be	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	0,01
Bismuto	Bi	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	-
Calcio	Ca	0,12525	0,14460	0,16450	0,17889	-
Cadmio	Cd	<0,00001	<0,00017	<0,00013	<0,00001	0,025
Cobalto	Co	<0,00013	<0,00013	<0,00013	<0,00013	0,1
Cromo	Cr	<0,07577	<0,07555	<0,07525	<0,07580	0,5
Cobre	Cu	0,04512	0,04382	0,05969	0,04722	50
Hierro	Fe	<0,67172	<0,66976	<0,66715	<0,67204	4
Mercurio	Hg	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	2
Potasio	K	0,34031	0,28838	0,26761	0,36768	-
Litio	Li	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	20
Magnesio	Mg	0,05636	0,03960	0,05647	0,06059	-
Manganeso	Mn	0,00636	0,00418	0,00584	0,00627	0,2
Molibdeno	Mo	0,00134	0,00148	0,00205	0,00147	120
Sodio	Na	0,06510	0,06573	0,08102	0,07997	-
Níquel	Ni	<0,00246	<0,00246	<0,00245	<0,00246	0,1
Fosforo	P	0,01805	<0,01241	<0,01236	0,01616	-
Plomo	Pb	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,5
Antimonio	Sb	<0,00054	<0,00053	<0,00053	<0,00054	25
Selenio	Se	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00009	10
Silicio	Si	0,15656	0,10492	0,13446	0,10049	-
Estaño	Sn	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015	10
Estroncio	Sr	0,00082	0,00110	0,00108	0,00100	120
Titanio	Ti	0,00552	0,00362	0,00581	0,00544	120
Talio	Tl	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	-

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Elemento	Símbolo	CA-Parag1				AQQC* (µg/m³)
		Del 04/09/17 al 05/09/17	Del 05/09/17 al 06/09/17	Del 06/09/17 al 07/09/17	Del 07/09/17 al 08/09/17	
		Concentración de metales (µg/m³)				
Uranio	U	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,15
Vanadio	V	0,00072	0,00042	0,00056	0,00063	2
Zinc	Zn	<0,00931	<0,00928	<0,00925	<0,00932	120

* Ambient Air Quality Criteria, Criterios de calidad de aire establecidos por el Ministerio del Ambiente de Ontario, Canadá, abril de 2012,
Nota: los valores precedidos por el símbolo "<" (menor que), son inferiores al límite de cuantificación del laboratorio.

441. Las concentraciones de metales reportadas en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1 cumplieron con los valores de referencia para un periodo de 24 horas, según la norma canadiense (AAQC).

442. En relación a la concentración de cobre (Cu) se observa que en las dos estaciones de monitoreo, las mayores concentraciones fueron reportadas en la estación de monitoreo CA-Parag1 y el valor más alto fue de 0,05969 µg/m³. Resulta importante resaltar los resultados obtenidos de dicho metal, debido a su posible extracción en el proyecto minero La Granja, en un futuro.

10.3.2. Análisis comparativo con los ECA para aire (2001), según el IGA

443. Los resultados del monitoreo de PM_{10} también fueron comparados referencialmente con el valor establecido en los ECA para aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el cual es indicado en el Instrumento de Gestión Ambiental asociado al proyecto La Granja y que actualmente el mencionado decreto supremo se encuentra derogado (ver Figura 10-65).

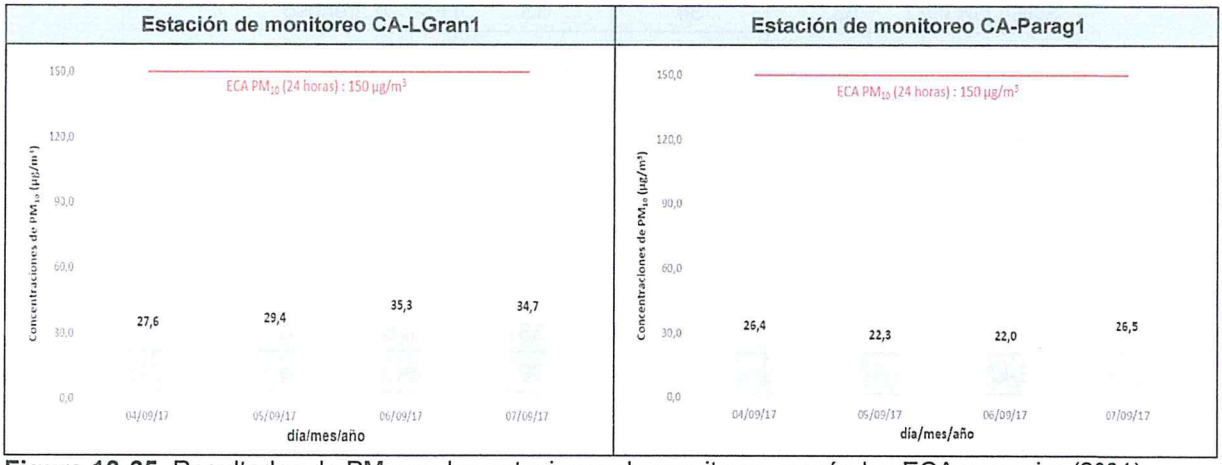


Figura 10-65. Resultados de PM_{10} en las estaciones de monitoreo, según los ECA para aire (2001)

444. Las concentraciones reportadas en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Paga1, se encuentran en conformidad con los ECA para aire para PM_{10} igual a 150 µg/m³ para un periodo de 24 horas, según el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el cual es establecido en el IGA asociado al proyecto La Granja.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.4. Calidad de suelo

445. En este capítulo, se presentan los resultados de las muestras evaluadas para la caracterización edafológica del componente suelo. Las muestras fueron evaluadas por el laboratorio NFS Envirolab S.A.C., las cadenas de custodia, sistematización de la información e informes de ensayo se muestran en el Anexo E4.

10.4.1. Textura

446. La Tabla 10-12, muestra los resultados del análisis granulométrico, la cual sirve para determinar la clase textural del suelo, según los tipos de clasificación granulométrica propuestos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA, por sus siglas en inglés), asimismo, se utilizó el diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del suelo.

Tabla 10-12. Resultados de análisis textural en suelos de uso agrícola

Punto de muestreo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textual
SUE-PAR1	47	26	27	Franco Arcilloso Arenoso
SUE-PAR2	37	28	25	Franco
SUE-VER1	21	50	29	Franco Arcilloso
SUE-CUN1	39	30	31	Franco Arcilloso
SUE-NAM1	45	34	21	Franco
SUE-VER2	35	36	29	Franco Arcilloso
SUE-SIS1	31	38	31	Franco Arcilloso
SUE-SIS2	45	32	23	Franco
SUE-LGR1	53	34	13	Franco arenoso
SUE-LGR2	41	34	25	Franco
SUE-IRA1	43	38	19	Franco
SUE-IRA2	37	30	33	Franco arcilloso
SUE-LLI1	33	34	33	Franco arcilloso
SUE-LLI2	37	34	29	Franco arcilloso
SUE-ESA1	25	40	35	Franco arcilloso
SUE-ESA2	31	36	33	Franco arcilloso
SUE-LPAM1	29	36	35	Franco arcilloso
SUE-LPAM2	29	32	39	Franco arcilloso
SUE-UÑI1	35	30	35	Franco arcilloso
SUE-UÑI2	29	36	35	Franco arcilloso
SUE-LFI1	23	38	39	Franco arcilloso
SUE-LFI2	29	36	35	Franco arcilloso
SUE-CHE1	41	38	21,	Franco
SUE-CHE2	43	38	19	Franco
SUE-LPAL1	63	20	17	Franco arenoso

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

447. Se pueden apreciar las proporciones porcentuales de las partículas minerales por punto de muestreo, obtenidas del análisis mecánico que realizó el laboratorio acreditado para la determinación de la clase de textura de los suelos de uso agrícola cultivados dentro del área de influencia del proyecto minero La Granja, las cuales indican que de acuerdo a las proporciones de arena, limo y arcilla, los suelos son de texturas moderadamente fina, ya que 15 de los 25 puntos evaluados presentan textura franco arcillosa, mientras que 7 de ellos tienen textura franca, 2 franco arenosa y solo una presenta textura franco arcillosa arenosa.

448. Scalone (2015), presenta un esquema general de las clases texturales donde menciona que los suelos franco arcillosos están dentro del grupo de suelos de texturas finas y los suelos francos son de textura media; asimismo menciona que se entiende por suelo franco, cuando un suelo, debido a su textura aceptable, tiene las mayores posibilidades de tener o poder adquirir una buena estructura y de poder satisfacer las exigencias medias del crecimiento vegetal con las labores culturales normales. Por otra parte, Padilla (2002), menciona que los suelos de textura media son los suelos más deseados para la actividad agrícola, ya sea bajo condiciones de secano o bajo irrigación, ya que contienen cantidades balanceadas de arena, limo y arcilla. Entonces, de acuerdo a las definiciones antes mencionadas y a los resultados del laboratorio, se puede concluir que, con respecto a su textura, los suelos evaluados en general son adecuados para la agricultura.

10.4.2. Potencial de hidrogeno en suelos (pH)

449. El pH determina el grado de adsorción de iones (H^+) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (FAO, 2015).

450. En la Tabla 10-13, se muestran los valores o rangos para la clasificación del pH en base al sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, siglas en inglés) que es uno de los más aceptados a nivel internacional.

Tabla 10-13. Clasificación de los suelos según el valor del pH (USDA)

Valores de pH	Clasificación
< 4,5	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Medianamente básico
7,9 – 8,4	Moderadamente básico
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino
9,1 – 10,0	Alcalino
> 10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: USDA

451. En la Figura 10-66, la anchura de cada banda, indica la disponibilidad de los elementos de acuerdo al pH del suelo; cuanto más ancha sea la banda, habrá mayor probabilidad de uso de los nutrientes por las plantas.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

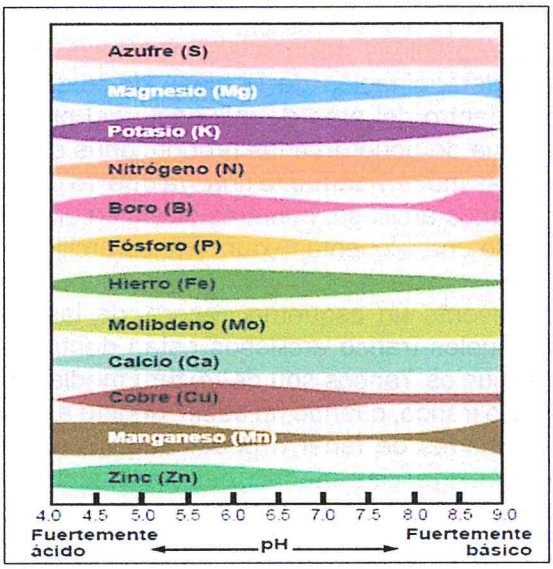


Figura 10-66. El pH y la disponibilidad de nutrientes en el suelo
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2015

452. En la Tabla 10-14, se muestran los resultados de pH obtenidas del análisis de las muestras de suelos tomadas en el área de influencia del proyecto minero La Granja, en esta tabla también se reportan los resultados de conductividad, carbonato de calcio y materia orgánica en suelos.

Tabla 10-14. Resultados de parámetros de fertilidad en suelos de uso agrícola

Punto de muestreo	pH	Conductividad	Calcáreo total (Carbonato de Calcio) (%)	Materia orgánica (%)
SUE-PAR1	5,6	0,08	<0,01	2,22
SUE-PAR2	5,2	0,10	<0,01	4,74
SUE-VER1	5,8	0,12	<0,01	3,81
SUE-CUN1	5,2	0,04	<0,01	4,32
SUE-NAM1	5,4	0,18	<0,01	7,29
SUE-VER2	5,0	0,06	<0,01	8,39
SUE-SIS1	5,1	0,08	<0,01	4,87
SUE-SIS2	4,6	0,10	<0,01	5,22
SUE-LGR1	5,5	0,18	<0,01	5,75
SUE-LGR2	6,2	0,20	<0,01	2,53
SUE-IRA1	5,0	0,12	<0,01	3,50
SUE-IRA2	4,6	0,10	<0,01	9,87
SUE-LLI1	5,5	0,12	<0,01	5,70
SUE-LLI2	5,5	0,15	<0,01	3,68
SUE-ESA1	7,5	0,34	52,90	3,28
SUE-ESA2	5,8	0,09	<0,01	3,39
SUE-LPAM1	5,2	0,12	<0,01	4,14
SUE-LPAM2	6,1	0,15	<0,01	3,25

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Punto de muestreo	pH	Conductividad	Calcáreo total (Carbonato de Calcio) (%)	Materia orgánica (%)
SUE-UÑI1	6,3	0,15	<0,01	3,24
SUE-UÑI2	6,0	0,25	<0,01	7,07
SUE-LFI1	7,5	0,31	7,60	4,05
SUE-LFI2	5,4	0,08	<0,01	2,23
SUE-CHE1	5,7	0,11	<0,01	4,65
SUE-CHE2	5,6	0,17	<0,01	6,38
SUE-LPAL1	5,0	0,14	<0,01	7,11

453. En los puntos evaluados el pH tiene un rango de 4,6 a 7,5; de modo que según la clasificación USDA (ver Tabla 10-13), los suelos evaluados se ubican en un rango que va de suelos muy fuertemente ácidos a moderadamente básico. Es decir, 9 de los 25 puntos evaluados se ubican en el rango de suelos fuertemente ácidos; otros 6 corresponden al rango de suelos medianamente ácidos, 5 muy fuertemente ácidos, 3 puntos se ubican dentro del rango de suelos ligeramente ácidos y finalmente 2 puntos están dentro del rango de suelos medianamente básicos.

10.4.3. Conductividad eléctrica (C.E.)

454. La conductividad de mezclas de agua – suelo, indica la cantidad de sales presentes en el suelo. Todos los suelos contienen algo de sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, un exceso de sales inhibe el crecimiento de las plantas al afectar el equilibrio suelo – agua.

455. Las mediciones de conductividad eléctrica detectan la cantidad de cationes o aniones (sales) en solución. Cuanto mayor es la cantidad de aniones o cationes tanto mayor es la lectura de la conductividad eléctrica. Los iones generalmente asociados con la salinidad son Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+}, Na^{++}, H^{+} (cationes) o NO_3^{-2}, SO_4^{-2}, Cl, HCO_3^{-}, OH^{-} (aniones).

456. Cabe resaltar, que los valores de la C.E. de entre 0 y 0,8 dS/m son aceptables para el crecimiento de los cultivos en general. Interpretaciones de calidad de suelo para sitios específicos depende del uso específico de las tierras y de la tolerancia de los cultivos (USDA, 1999).

457. La Tabla 10-15, muestra la clase de salinidad del suelo y la respuesta general de los cultivos y microorganismos para cada clase.

Tabla 10-15. Mediciones de conductividad eléctrica y clases de salinidad, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA

Conductividad eléctrica (dS/m a 25 °C)	Clase de salinidad	Respuesta de cultivo	Respuesta microbiana
0 – 0,98	No salino	Efectos casi despreciables	Pocos organismos afectados
0,98 – 1,71	Muy ligeramente salino	Se restringen los rendimientos de cultivos muy sensibles	Se alteran procesos microbianos seleccionados

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Conductividad eléctrica (dS/m a 25 °C)	Clase de salinidad	Respuesta de cultivo	Respuesta microbiana
			(nitrificación / desnitrificación)
1,71 – 3,16	Ligeramente salino	Se restringen los rendimientos de la mayoría de los cultivos	Son influenciados los principales procesos microbianos (respiración / amonificación)
3,16 – 6,07	Moderadamente salino	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente	Predominan microorganismos tolerantes (hongos, actinomicetes, algunas bacterias)
> 6,07	Fuertemente salino	Solo cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente	Unos pocos organismos halofílicos seleccionados se mantienen activos
Adaptado de: Soil Survey Staff (1993), Janzen (1993); & Smith y Doran (1996). Las conversiones del extracto de pasta de saturación a una suspensión suelo: agua de 1:1 fueron realizados empleando la ecuación de regresión (y = 2,75 x – 0.69) desarrollada por Hogg & Henry (1984).			

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA.

458. Por otro lado, y de acuerdo con lo observado en la Tabla 10-14, donde se aprecian los valores para la conductividad de los suelos del área evaluada, se observa que el rango va desde 0,08 dS/m hasta 0,34 dS/m. Entonces tomando como base los valores de la Tabla 10-14 y comparándolos de manera referencial con las clases de salinidad del suelo de la Tabla 10-15, se puede decir que los resultados de conductividad de todos los puntos de muestreo estuvieron en el rango de los suelos no salinos (0 dS/m a 0,98 dS/m), donde los cultivos no se ven afectados y prosperan de manera eficiente.

10.4.4. Carbonato de calcio

459. El carbonato de calcio es una sal poco soluble que se encuentra naturalmente en varias formas y en varios grados de concentración en el suelo. Su presencia juega un papel fundamental en la estructura del suelo si se encuentra en concentraciones moderadas, se utiliza como enmienda para neutralizar el pH de suelos ácidos y para suministrar el nivel de calcio (Ca) para la nutrición de las plantas. Sin embargo, puede resultar problemático si su concentración llega a exceder la capacidad de adsorción en el suelo formando complejos insolubles con otros elementos. Estos componentes son difíciles de asimilar por las plantas llevando a su acumulación. Cantidades excesivas de calcio puede restringir la disponibilidad de fósforo, boro y hierro para las plantas (FAO, 2015).

460. A continuación, se presenta la Tabla 10-16, donde se indica el nivel de carbonatos en el suelo de acuerdo al porcentaje en el que se encuentren.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-16. Nivel de carbonato de calcio de acuerdo a porcentaje en el suelo

Calcáreo total	
Nivel	**%**
Bajo	< 1
Medio	1 a 5
Alto	5 a 15
Muy alto	> 15

Fuente: Adaptado de Guerrero, 1998

461. Tomando como referencia la Tabla 10-16 y de acuerdo a los resultados emitidos por el laboratorio acreditado con respecto a carbonatos de calcio presentes en los suelos evaluados (ver Tabla 10-14), se puede concluir que la mayoría de los suelos en estudio presentan un nivel bajo de concentración de $CaCO_3$, con excepción de los puntos SUE-ESA1 (52,9 %) y SUE-LFI1 (7,6 %), los cuales tienen un nivel muy alto de carbonato de calcio.

10.4.5. Materia orgánica

462. La materia orgánica del suelo consiste en residuos vegetales y animales a varios niveles de descomposición. Niveles adecuados de la misma benefician al suelo en formas diferentes: (1) mejora la condición física. (2) aumenta la infiltración del agua. (3) mejora la friabilidad del suelo. (4) disminuye las pérdidas por erosión. (5) provee nutrientes a las plantas. La mayoría de los beneficios se deben a substancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos (PPIC[27], 1988).

463. La Tabla 10-17, clasifica el nivel de materia orgánica de acuerdo al porcentaje en que esta se encuentre en el suelo.

Tabla 10-17. Nivel de materia orgánica de acuerdo a su porcentaje en el suelo

Materia orgánica	
Nivel	**%**
Bajo	Menor a 2
Medio	2 a 4
Alto	Mayor a 4

464. De los resultados de materia orgánica total en suelos mostrados en la Tabla 10-14 y comparados con los niveles de materia orgánica de acuerdo a su porcentaje de la Tabla 10-17, se tiene que 17 puntos de muestreo presentan un nivel de contenido de materia orgánica alto (> 4%), mientras que los 8 puntos restantes tienen un contenido medio de materia orgánica (2 a 4 %). Al presentar estos suelos alto contenido de materia orgánica se puede inferir que estos suelos son aptos para cultivos.

10.4.6. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

465. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos para retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su potencial, entre otras. Un suelo con baja CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. En la Tabla 10-18, se presentan los rangos interpretativos para la CIC, asimismo, en la Tabla 10-19, se presentan los resultados de laboratorio para el complejo de cambio y determinación de la CIC.

[27] Siglas en ingles de, Potash y Phosphate Institute of Canada.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-18. Rangos interpretativos para la CIC

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	
Clase	**meq/100 g**
Muy alta	CIC ≥ 40
Alta	25 ≤ CIC <40
Media	15 ≤ CIC < 25
Baja	5 ≤ CIC < 15
Muy Baja	CIC < 5

Fuente: FAO, 2012.

Tabla 10-19. Resultados de laboratorio para el complejo de cambio y determinación de la CIC

Punto de muestreo	Fósforo disponible (ppm)	Potasio disponible (ppm)	Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)	Ca++ (cambiable) (meq/100g)	Mg++ (cambiable) (meq/100g)	K+ (cambiable) (meq/100g)	Na+ (cambiable) (meq/100g)	Al(+3)+H(+) (meq/100g)
SUE-PAR1	5,20	148,00	18,90	13,91	3,95	0,70	0,23	0,10
SUE-PAR2	2,50	488,00	21,90	9,74	3,03	2,05	0,31	0,20
SUE-VER1	2,40	178,00	20,50	13,04	3,60	1,14	0,51	0,10
SUE-CUN1	2,70	125,00	23,50	7,21	2,43	0,52	0,21	0,30
SUE-NAM1	12,80	489,00	29,90	15,22	3,25	1,61	0,49	0,10
SUE-VER2	2,30	233,00	23,70	7,04	2,17	1,02	0,23	0,50
SUE-SIS1	2,00	190,00	22,90	10,65	2,90	0,90	0,21	0,10
SUE-SIS2	2,70	310,00	24,80	5,34	1,57	1,20	0,15	1,50
SUE-LGR1	11,00	186,00	20,80	16,28	3,30	0,90	0,23	0,10
SUE-LGR2	7,50	85,00	22,40	17,58	3,95	0,43	0,43	<0,00
SUE-IRA1	3,10	101,00	25,90	16,09	4,13	0,41	0,09	0,10
SUE-IRA2	11,60	164,00	27,20	5,26	1,75	0,70	0,25	1,40
SUE-LLI1	2,30	151,00	24,00	17,78	3,90	0,71	0,15	0,20
SUE-LLI2	1,70	169,00	22,70	15,72	3,82	0,85	0,28	0,10
SUE-ESA1	16,10	167,00	17,90	15,78	1,50	0,52	0,12	<0,00
SUE-ESA2	9,10	106,00	18,40	12,69	2,00	0,44	0,13	0,10
SUE-LPAM1	2,30	110,00	19,70	14,37	4,37	0,53	0,31	0,10
SUE-LPAM2	3,30	103,00	22,90	17,72	4,43	0,50	0,23	<0,00
SUE-UÑI1	8,60	121,00	23,20	18,58	3,93	0,51	0,18	<0,00
SUE-UÑI2	2,00	190,00	25,60	20,55	4,13	0,62	0,30	<0,00
SUE-LFI1	20,80	125,00	24,80	22,52	1,70	0,48	0,10	<0,00
SUE-LFI2	19,40	128,00	18,70	11,10	2,42	0,58	0,04	0,20
SUE-CHE1	3,50	203,00	22,40	17,80	3,07	0,85	0,14	0,10
SUE-CHE2	16,30	591,00	22,10	13,73	3,38	2,06	0,17	0,10
SUE-LPAL1	13,00	168,00	20,00	4,83	1,42	0,66	0,06	0,20

466. Los valores de capacidad de intercambio catiónico hallados y presentados en la Tabla 10-19, al ser comparados de manera referencial con los rangos interpretativos de la Tabla 10-18, se obtiene que de los 25 puntos de muestreo, 21 puntos se ubican dentro del rango de CIC media (15 ≤ CIC < 25) y los 4 restantes en el rango alto (25 ≤ CIC <40).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.4.7. Nutrientes en el suelo

467. La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen carbono(C), hidrógeno (H), nitrógeno(N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) (FAO, 2015).

a. Fósforo

468. El fósforo es un elemento que se encuentra en forma de fosfatos y es esencial para las plantas, resulta necesario para el crecimiento y desarrollo del potencial genético. Este elemento es escaso en el suelo y además gran parte no está en formas disponibles para las plantas. La disponibilidad depende del tipo de suelo y del grado de solubilidad (FAO, 2015). En el Tabla 10-20, se presentan los rangos interpretativos para el fósforo total.

Tabla 10-20. Rangos interpretativos para el fósforo

Fósforo total	
Clasificación	**P (mg/kg)**
Bajo	P < 5,5
Medio	5,5 ≤ N < 11
Alto	P ≥ 11

Fuente: FAO, 2012.

469. La concentración de fósforo presentado en la Tabla 10-19 y comparado con la Tabla 10-20 como referencia para clasificar el nivel de fósforo en el suelo; se determinó que 14 de los 25 puntos evaluados estuvieron en el rango de suelos con bajo contenido de fósforo (P < 5,5 mg/kg); otros 8 puntos se encontraron dentro del rango de suelos con contenido alto (P ≥ 11 mg/kg); finalmente, 3 puntos se encontraron con un contenido medio (5,5 mg/kg ≤ P < 11 mg/kg) de fósforo. De la evaluación se observa que la mayoría de puntos mostraron resultados con contenidos de fósforo favorables para el desarrollo de la agricultura; sin embargo, todo depende del cultivo a sembrar y de las cantidades de fósforo que este extraiga del suelo, además también se debe de tener en cuenta el rendimiento que se espera del cultivo.

b. Potasio

470. Junto con el nitrógeno y el fósforo, el potasio es uno de los nutrientes minerales que requiere la planta en mayor cantidad. Este elemento es absorbido de la solución del suelo en forma del catión K^+. La cantidad de potasio en la solución está en función de la liberación del potasio intercambiable, generalmente ubicado en el entorno de las arcillas. La mayoría de los cultivos extraen grandes cantidades de potasio del suelo para su crecimiento y desarrollo (FAO, 2012). En el Tabla 10-21 se presentan los rangos interpretativos para el potasio intercambiable.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-21. Rangos interpretativos para el potasio

Potasio intercambiable	
Clasificación	**K (meq/100g)**
Muy Bajo	K < 0,2
Bajo	0,2 ≤ K < 0,3
Medio	0,3 ≤ K < 0,6
Alto	K ≥ 0,6

Fuente: FAO, 2012.

471. En la Tabla 10-19, se observan los valores obtenidos por el laboratorio acreditado para el potasio intercambiable en los suelos evaluados, los cuales comparados de manera referencial con la Tabla 10-21 que muestra los rangos interpretativos para la clasificación del potasio; indicaron que, 15 puntos de los 25 evaluados, estuvieron dentro de los suelos con alto contenido de potasio (K ≥ 0,6 meq/100g); los otros 10 puntos se encontraron dentro del rango de suelos con un contenido medio de potasio (0,3 meq/100g ≤ K < 0,6 meq/100g).

472. Al ser el potasio asimilable en una gran escala de pH y al tener un rango alto en los suelos evaluados, se puede decir que en este tipo de casos las plantas realizan un consumo llamado "de lujo", donde la planta puede absorber cantidades elevadas de potasio sin influir significativamente en su rendimiento, en relación con menores cantidades de potasio absorbido.

c. Calcio

473. Entre los cationes relacionados directamente con cambios en la degradación del suelo por el fenómeno de salinización, se encuentra el calcio. Este es un elemento relativamente abundante particularmente en suelos de regiones semiáridas. Sin embargo, suele estar presente en formas químicas de baja solubilidad, por lo que su disponibilidad en la solución del suelo resulta ser baja (FAO, 2015). En la Tabla 10-22 se presentan los rangos interpretativos para el calcio intercambiable.

Tabla 10-22. Rangos interpretativos para el calcio

Calcio intercambiable	
Clasificación	**Ca (meq/100g)**
Muy Bajo	Ca < 2
Bajo	2 ≤ Ca < 5
Medio	5 ≤ Ca < 10
Alto	Ca ≥ 10

Fuente: FAO, 2012.

474. En la Tabla 10-19, se muestran las concentraciones de calcio disponible en el suelo obtenidas del análisis las muestras tomadas de los suelos, las cuales fueron comparadas con los valores de la Tabla 10-22 que se está tomando como referencia para clasificar el nivel de calcio en el suelo. Por tanto, se determinó que, 19 puntos de estudio, se encontraron dentro de los suelos considerados con alto contenido de calcio (Ca ≥ 10 meq/100g), 5 puntos presentan un rango medio (5 ≤ Ca < 10 meq/100g) y 1 en rango bajo. La presencia de calcio en el suelo es muy importante ya que contribuye a mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas; sin embargo, cantidades excesivas de calcio asimilable originan problemas de importancia para la fisiología de la planta, debido a que interactúa con otros macro y microelementos, produciendo un antagonismo con el potasio y otros microelementos. Asimismo, se produce la precipitación de los fosfatos. Sin

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

embargo, los referidos casos se presentan en suelos calizos o después de ser fuertemente encalados, no siendo el caso de los suelos evaluados.

d. Magnesio

475. Este elemento resulta de particular interés dado que forma parte de la molécula de clorofila, por lo que está asociado a la fotosíntesis. Resulta muy común encontrar deficiencias de Mg en suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico (FAO, 2015). En el Tabla 10-23 se presentan los rangos interpretativos para magnesio intercambiable.

Tabla 10-23. Rangos interpretativos para el magnesio

Magnesio intercambiable	
Clasificación	**Mg (meq/100g)**
Muy Bajo	Mg < 0,5
Bajo	0,5 ≤ Mg < 1,3
Medio	1,3 ≤ Mg < 3
Alto	Mg ≥ 3

Fuente: FAO, 2012.

476. En la Tabla 10-19, se observan los valores obtenidos de magnesio disponible en los suelos evaluados, los cuales comparados de manera referencial con la Tabla 10-23 que muestra los rangos interpretativos para la clasificación del magnesio indicaron que 15 puntos de los 25 evaluados estuvieron dentro de los suelos con alto contenido de magnesio (Mg ≥ 3 meq/100g); otros 10 puntos se encontraron dentro del rango de suelos con un contenido medio de Magnesio (1,3 meq/100g ≤ Mg < 3 meq/100g).

e. Sodio

477. Se sabe que el sodio, aun cuando no se ha demostrado que sea un nutriente esencial, puede remplazar al potasio en algunos casos. Muchas especies vegetales cuentan con mecanismos que reducen la absorción y translocación del sodio a las hojas, por lo que no muestran síntomas de toxicidad, ya que se acumula en tallos, troncos y raíces. Los síntomas de toxicidad del sodio en las hojas son manchas necróticas intervenales. Sin embargo, el exceso de sodio puede provocar deficiencias de otros cationes como potasio, calcio y magnesio (FAO, 2015). En el Tabla 10-24, se presentan los rangos interpretativos para sodio intercambiable.

Tabla 10-24. Rangos interpretativos para el sodio

Sodio	
Clasificación	**Na (meq/100g)**
Muy Bajo	0,0 ≤ Na < 0,3
Bajo	0,3 ≤ Na < 0,6
Medio	0,6 ≤ Na < 1,0
Alto	1,0 ≤ Na < 1,5
Muy alto	Na ≥ 1,5

Fuente: FAO, 2012

478. En la Tabla 10-19, se muestra la concentración de sodio para los suelos evaluados, lo cual comparado con la Tabla 10-24 que se está tomando como referencia para clasificar el nivel de sodio en el suelo, se determinó que 20 de los 25 puntos evaluados estuvieron en el grupo de suelos con muy bajo contenido de

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

sodio (0,0 meq/100g ≤ Na < 0,3 meq/100g); los otros 5 puntos se encontraron dentro del rango de suelos con contenido bajo (0,3 meq/100g ≤ Na < 0,6 meq/100g).

10.5. Fauna silvestre

479. En esta sección se presentan los resultados y análisis de las zonas de evaluación, del componente fauna silvestre que comprende, mamíferos silvestres y aves.

10.5.1. Mamíferos silvestres

480. El esfuerzo total de muestreo fue de 530 días-cámara, producto de este esfuerzo se logró captar 55 registros independientes de mamíferos silvestres entre fotos y videos.

a. Riqueza y composición de especies para el área de estudio

481. Como resultado de las evaluaciones con cámaras trampa en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima, se lograron registrar seis especies de mamíferos silvestre (ver Tabla 10-25). Además de los mamíferos, las cámaras trampa también registraron aves silvestres, cuyos datos no formaron parte de los cálculos de diversidad debido a que son registros casuales, pero si fueron considerados en los anexos fotográficos (Anexo F2).

Tabla 10-25. Riqueza y composición de especies registrados por las cámaras trampa en el ámbito del proyecto La Granja

Familia	Nombre común	Especies	Total de registros independientes
MAMÍFEROS			
Mephitidae	Añas o Zorrino	*Conepatus semistriatus*	2
Cuniculidae	Majaz de montaña	*Cuniculus taczanowskii*	15
Dasyproctidae	Añuje o Manguja	*Dasyprocta variegata*	35
Felidae	Tigrillo	*Leopardus pardalis*	1
Mustelidae	Zorro	*Eira barbara*	1
Cervidae	Venado	*Odocoileus virginianus*	1

b. Riqueza y composición de especies en los centros poblados

482. En el ámbito del centro poblado la Palma, las cámaras trampa lograron registrar dos especies de mamíferos silvestres, uno de ellos se trata del único registro del félido conocido localmente como tigrillo (*Leopardus pardalis*), que fue registrado por la cámara trampa Granja 2 a las 21:31 horas, se trata de un individuo juvenil que se dirige a una quebrada muy cerca de donde estuvo instalado la cámara.

483. En el ámbito del centro poblado La Granja, ocurrieron también registros únicos de todo el estudio, como lo ocurrido en la cámara trampa Granja 5, que estuvo instalada en la margen derecha de la quebrada Checos entre dos grandes pastizales, esta cámara logró el único registró del venado gris (*Odocoileus*

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

virginianus), el registro ocurrió a las 14:48 horas, al momento del registro el animal estaba siendo perseguido por un perro de caza que fue registrado 10 minutos después.

484. En este sector de evaluación, se captaron los mayores registros del añuje o manguja (*Dasyprocta variegata*) con doce registros independientes, tres en la cámara La Granja 3 y nueve en la cámara La Granja 4.

485. En el ámbito del centro poblado La Iraca, en el sector de la quebrada Cayalti, en ella ocurrieron los mayores registros del majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), especialmente en la cámara trampa La Granja 8, donde se registraron al menos doce registros independientes de la especie, en dos ocasiones se registró a dos individuos diferentes con cría.

486. Finalmente, en el ámbito del centro poblado La Lima en el sector denominado Peña Azul, la cámara trampa 9, logró capturar el único registro del mustélido conocido localmente como zorro (*Eira barbara*), el registro fue realizado a la 07:35 horas de la mañana y se trata de un individuo juvenil, que al momento del registro se dirigía hacia los bosques quemados de la parte alta del cerro Peña Azul (ver Figura 10-67).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

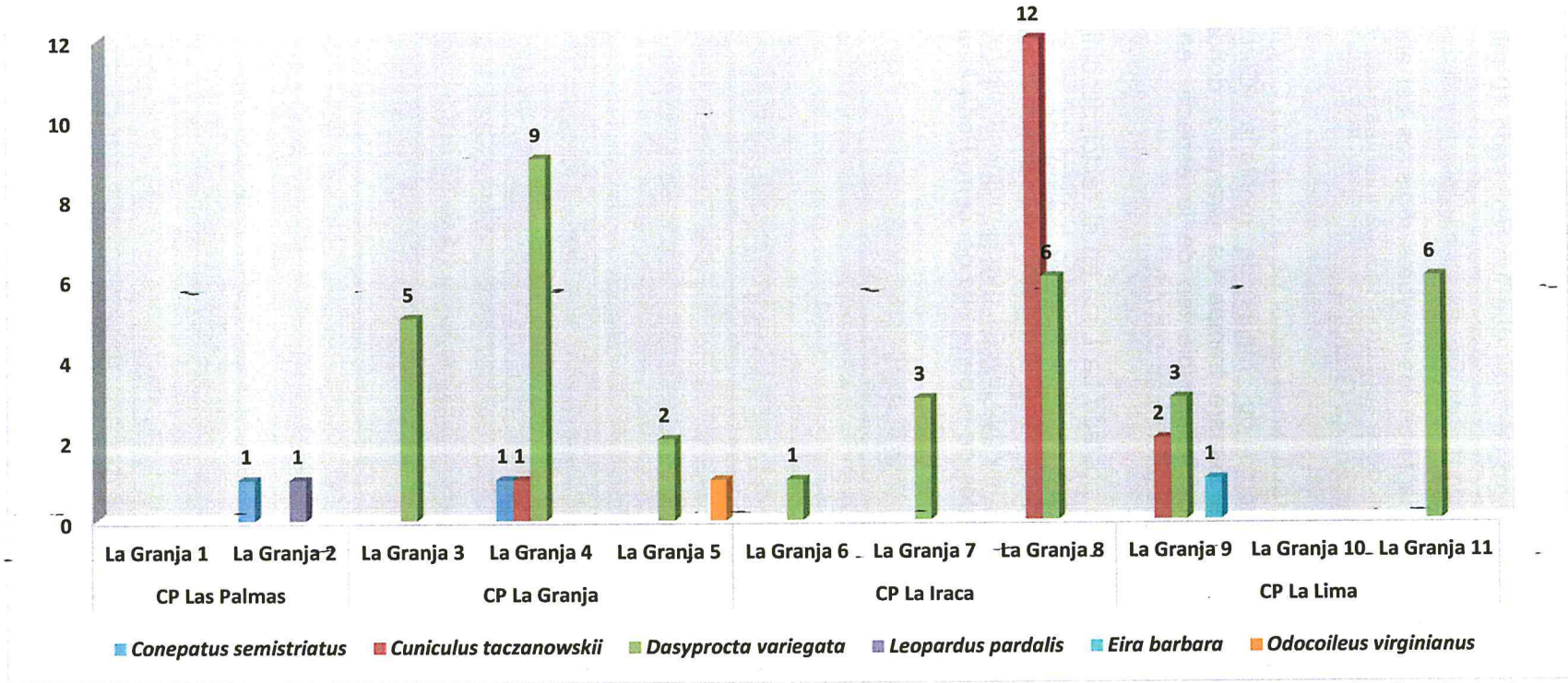


Figura 10-67. Riqueza y composición de mamíferos silvestres registrados en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La iraca y La Lima

c. Comparación de índices de diversidad entre las cámaras trampa instaladas en el ámbito de los centros poblados

487. Para realizar la comparación de la diversidad registrada por las cámaras trampa, utilizamos el índice de diversidad de Shannon, según éste índice, los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) dicho índice fue aplicado para los datos recopilados por cada cámara trampa.

488. En la Figura 10-68, se muestra la diversidad y abundancia de mamíferos medianos en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima.

489. Los resultados nos muestran una baja diversidad de mamíferos silvestres en el área de estudio, esto posiblemente influenciado por los incendios forestales ocurridos en diciembre de 2016 en el área de estudio. De acuerdo con los resultados de la prueba de Shannon aplicados a los datos proporcionados por las cámaras trampa, encontramos que la mayor diversidad de mamíferos silvestres ocurrió en el ámbito del centro poblado La Lima, en la cámara trampa Granja 9, con un valor de 1,011; esta cámara logró el registro de tres especies, el zorro (*Eira barbara*), Majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*) y el añuje o manguja (*Dasyprocta variegata*).

490. La siguiente cámara en presentar una diversidad representativa fue la Granja 2, que mostró un valor en términos de diversidad de 0,6931; esta cámara estuvo instalada en la falda del cerro La Palma, en ella se logró registrar un tigrillo (Leopardus pardalis) y un zorrino (Conepatus semistriatus).

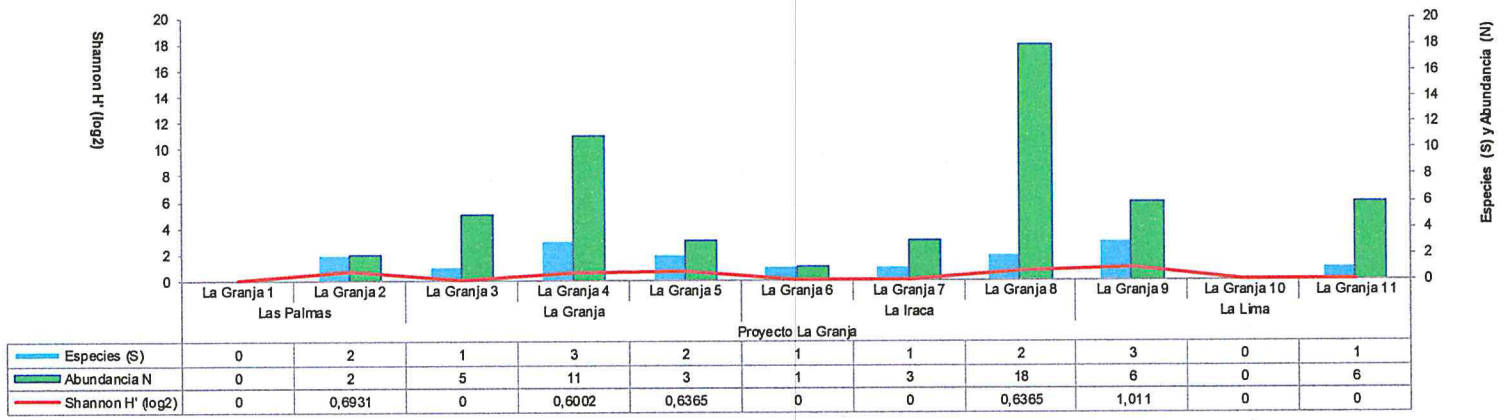
491. En términos de abundancia, el mayor valor se registró en el ámbito del centro poblado La Iraca, en la cámara trampa Granja 8, en ella se captaron 18 registros independientes, de los cuales 12 pertenecen al majás de altura (Cuniculus taczanowskii) y seis al añuje o manguja (Dasyprocta variegata).

492. La siguiente cámara donde se registró una mayor abundancia estuvo ubicada en el ámbito del centro poblado La Granja, en la cámara trampa Granja 4, en ella ocurrieron 11 registros independientes, de ellos 9 pertenecen al añuje o manguja (Dasyprocta variegata), uno majás de montaña (Cuniculus taczanowskii) y uno al zorrino (Conepatus semistriatus).

493. En las cámaras trampa Granja 1 y Granja 10 no ocurrieron registros de fauna silvestre.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	La Granja 1	La Granja 2	La Granja 3	La Granja 4	La Granja 5	La Granja 6	La Granja 7	La Granja 8	La Granja 9	La Granja 10	La Granja 11
Especies (S)	0	2	1	3	2	1	1	2	3	0	1
Abundancia N	0	2	5	11	3	1	3	18	6	0	6
Shannon H' (log2)	0	0,6931	0	0,6002	0,6365	0	0	0,6365	1,011	0	0

Figura 10-68. Diversidad y abundancia de mamíferos medianos en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

d. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados por cámara trampa

494. Para el cálculo de frecuencia de ocurrencia se consideraron solo los eventos independientes donde se registraron mamíferos silvestres, de esta manera la especie con mayor número de registros fue el mediano roedor conocido localmente como añuje o manguja (*Dasyprocta variegata*), el cual fue registrado por siete cámaras trampa, en un promedio de 33 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 120,88. Los mayores registros de esta especie ocurrieron en la cámara Granja 4 (ámbito del centro poblado La Granja con 9 eventos independientes).

495. La segunda especie de mamífero con mayor número de registros fue el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*) el cual fue registrado por 3 cámaras, con un promedio de 15 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 54,95; Los mayores registros de esta especie ocurrieron en las cámaras Granja 8 con 12 registros (ver Tabla 10-26).

Tabla 10-26. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima

Nombre Común	Especies	Días-cámara	Eventos independientes	N° de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de apariciones
Añas o Zorrino	*Conepatus semistriatus*	273	2	2	7,33
Majás de montaña	*Cuniculus taczanowskii*	273	15	3	54,95
Añuje o Manguja	*Dasyprocta variegata*	273	33	7	120,88
Tigrillo	*Leopardus pardalis*	273	1	1	3,66
Zorro	*Eira barbara*	273	1	1	3,66
Venado	*Odocoileus virginianus*	273	1	1	3,66

e. Especies amenazadas y categorías de conservación

496. Las especies de fauna silvestre que se encuentran comprendidas en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-27, en dicha tabla, se indica que en la evaluación de fauna silvestre en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima, se registró una especie que se encuentra comprendida en alguna categoría de amenaza en el ámbito internacional.

Tabla 10-27. Especies de fauna silvestre comprendida en alguna categoría de conservación

Familia	Nombre común	Especies	Red Lis IUCN 2017	CITES 2017	DS N°004-2014-MINAGRI
Mamíferos					
Mephitidae	Añas, Zorrino	*Conepatus semistriatus*	Least Concern	No aplica	No aplica
Cuniculidae	Majaz de montaña	*Cuniculus taczanowskii*	Near Threatened	No aplica	No aplica
Dasyproctidae	Añuje o Manguja	*Dasyprocta variegata*	Least Concern	No aplica	No aplica
Felidae	Tigrillo	*Leopardus pardalis*	Least Concern	No aplica	No aplica
Mustelidae	Zorro	*Eira barbara*	Least Concern	No aplica	No aplica

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Familia	Nombre común	Especies	Red Lis IUCN 2017	CITES 2017	DS N°004-2014-MINAGRI
Cervidae	*Venado*	*Odocoileus virginianus*	Least Concern	No aplica	No aplica

497. En el Perú, existen 125 especies de mamíferos incluidas en categorías de conservación (Decreto Supremo Nº 004-2014-MINAGRI), de las cuales, uno de ellos se encuentra registrado en la presente investigación.

498. De acuerdo a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de 2017; la mayor cantidad de especies de fauna silvestres se encuentran comprendido en la categoría de bajo riesgo, sin embargo, hay una especie de mamífero *Cuniculus taczanowskii* se encuentra comprendida en la categoría casi amenazado.

499. Finalmente, en la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES) de fauna y flora de 2017, ninguna especie de mamífero silvestre registrado en este estudio se encuentra comprendida en algún apéndice de protección.

f. Especies de mamíferos silvestres considerados raras

500. No se registraron especies que presentan estas características.

g. Especies de mamíferos silvestres considerados endémicos o de distribución restringida.

501. En el área de estudio no se han encontrado especies de mamíferos silvestres de carácter endémico, ni especies con distribución geográfica restringida.

10.5.2. Aves

502. A continuación, se muestran los resultados encontrados en el ámbito de estudio del proyecto minero La Granja, respecto a las aves.

a. Composición ornitológica

503. Se registró 86 especies pertenecientes a 31 familias y 13 órdenes. Los órdenes que presentaron el mayor número de especies fueron los Passeriformes (aves cantoras) con 57 especies (66,27 % del total de especies) incluidas en 18 familias, seguidos de los Apodiformes (vencejos y picaflores) con 10 especies incluidas en 2 familias. Las 11 órdenes restantes presentan entre 1 y 4 especies (ver Tabla 10-28). El detalle de cada una de las especies se presenta en el Anexo F5: Riqueza de especies y abundancia obtenida por búsqueda intensiva en los hábitats evaluados por zona de muestreo.

Tabla 10-28. Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio

Orden	Familia	N° de especies
Galliformes	Cracidae	1
Columbiformes	Columbidae	4
Cuculiformes	Cuculidae	2

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Orden	Familia	N° de especies
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	1
Apodiformes	Apodidae	2
	Trochilidae	8
Cathartiformes	Cathartidae	2
Accipitriformes	Accipitridae	2
Strigiformes	Strigidae	1
Trogoniformes	Trogonidae	2
Piciformes	Picidae	2
Falconiformes	Falconidae	1
Psittaciformes	Psittacidae	1
Passeriformes	Thamnophilidae	1
	Furnariidae	5
	Tyrannidae	11
	Cotingidae	1
	Hirundinidae	1
	Corvidae	1
	Thraupidae	12
	Rhinocryptidae	1
	Troglodytidae	3
	Emberizidae	2
	Grallariidae	2
	Parulidae	5
	Polioptilidae	1
	Turdidae	4
	Vireonidae	2
	Icteridae	1
	Fringillidae	2
	Cardinalidae	2
13	**31**	**86**

504. Del total registrado se observa, que el 36 % de estas especies pertenecen solo a 3 familias, siendo el mayor número de especies para la familia de las tangaras (*Thraupidae*) con 12 especies, lo que representa el 14 % del total; seguida de los mosqueros (*Tyrannidae*) con 11 especies, y los picaflores (*Trochilidae*) con 8 especies. Las demás familias presentan entre 1 y 5 especies (Figura 10-69).

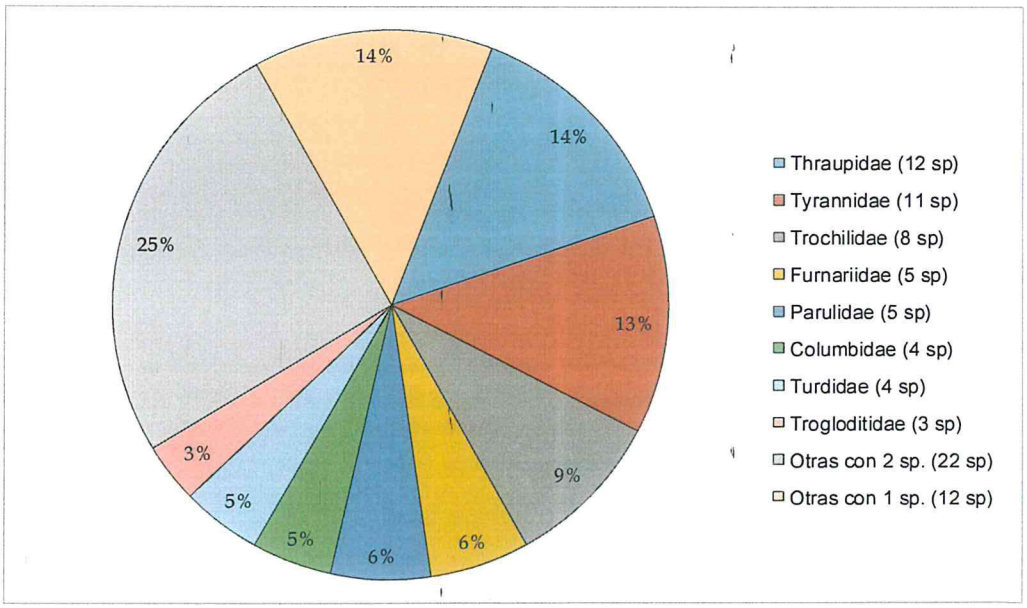


Figura 10-69. Distribución de familias de aves registradas en el área de estudio

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

b. Descripción de la avifauna

505. En esta sección se presentan y analizan los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad, similitud por hábitat, obtenidos mediante la búsqueda intensiva.

- **Riqueza y abundancia de aves**

506. Se registró 85 especies con una abundancia de 660 individuos. A continuación, se detalla información de los hábitats evaluados.

507. La riqueza de especies en los hábitats evaluados varió entre 37 y 56 especies, y la abundancia entre 132 y 345 individuos. En los 3 tipos de hábitat evaluados en el área de estudio mediante 26 horas de búsqueda intensiva, se registraron 85 especies, de las cuales 56 especies se registraron en el bosque nublado, 38 especies en el bosque ribereño y 37 especies en las áreas intervenidas. El hábitat que obtuvo la mayor riqueza y abundancia fue el bosque nublado con 56 especies y 345 individuos. La menor riqueza se obtuvo en las áreas intervenidas. En la Tabla 10-29 se presenta un resumen de los hábitats con su riqueza de especies y abundancia, y en el Anexo F5 se presenta la riqueza de especies y abundancia en los hábitats evaluados por zona de muestreo.

Tabla 10-29. Resumen de la riqueza de especies y abundancia en los tres tipos de hábitats

Hábitats	Zonas de muestreo	Riqueza	Abundancia	Riqueza total	Abundancia total
Bosque nublado	La Palma	23	53	56	345
	La Granja (quebrada Checos)	24	128		
	La Iraca	29	82		
	La Lima	25	82		
Áreas intervenidas	La Palma	15	41	37	183
	La Granja (quebrada Checos)	13	42		
	La Granja	20	47		
	La Lima	23	53		
Bosque ribereño	La Granja	38	132	38	132

508. En la abundancia total destacaron 5 especies con mayor abundancia que tuvieron más de 20 individuos registrados en el área de estudio (Figura 10-70). Las dos especies más abundantes fueron la Cotorra de Frente Escarlata (*Psittacara wagleri)* con 101 individuos y el Cucarachero Común (*Troglodytes aedon)* con 44 individuos.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

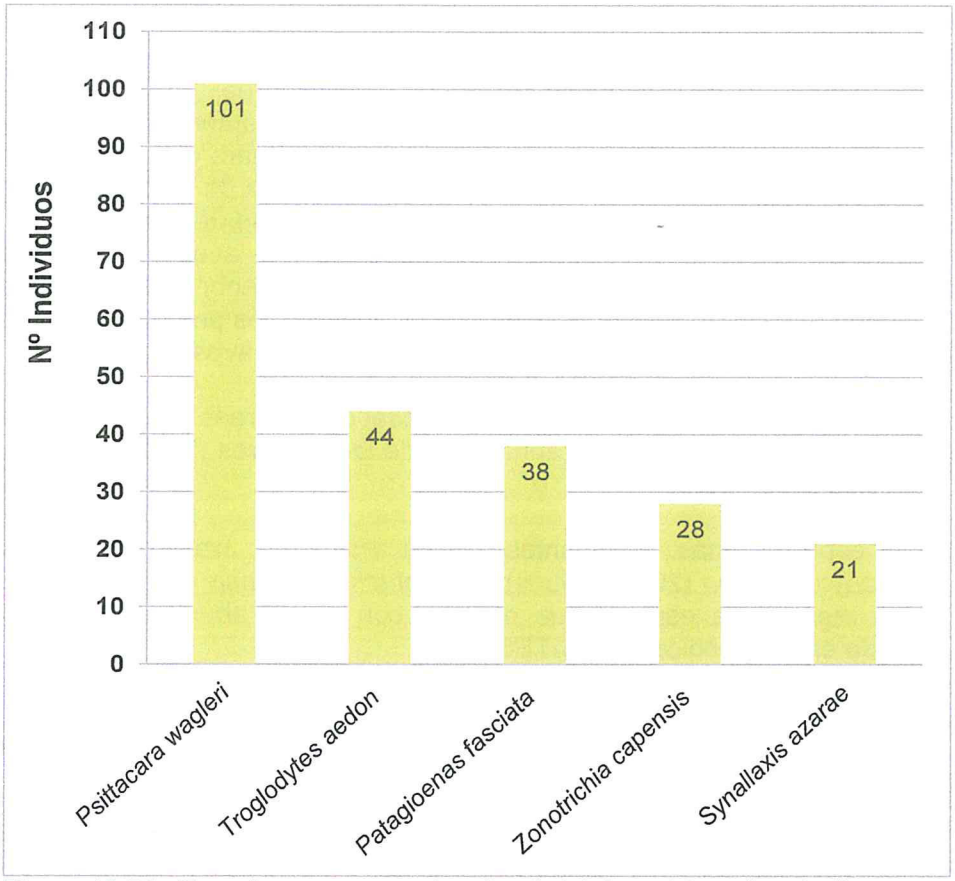


Figura 10-70. Especies con mayor abundancia total en el área de estudio

- **Bosque nublado**

509. Este hábitat se evaluó en cuatro zonas de muestreo (La Palma, La Granja, La Iraca, La Lima), presentando una fuerte presión antropogénica, además en diciembre de 2016 hubo un incendio forestal. En este tipo de hábitat se realizó un esfuerzo de muestreo de 16 horas de búsqueda intensiva, donde se registraron 56 especies de aves y 345 individuos, perteneciente a 26 familias. Este hábitat obtuvo la mayor riqueza de especies y abundancia, debido a que es el hábitat predominante y ofrece una variedad de recursos para las aves y esto se ve reflejando en la riqueza de especies registrada.

510. Las familias más representativas en el hábitat Bosque nublado fueron la familia de los mosqueros (Tyrannidae) con siete especies, de las tangaras (Thraupidae) con seis especies y de los picaflores (Trochilidae) con cuatro especies. Estas familias son las más representativas de los bosques montanos húmedos en Perú.

511. Las especies más abundantes fueron *Psittacara wagleri* (80 individuos), *Patagioenas fasciata* (32 individuos) y *Mecocerculus stictopterus* (18 individuos).

512. Los registros que destacaron fueron la Pava Barbada (*Penelope barbata*) considerada en la categoría de amenaza Vulnerable (VU), y 13 especies incluidas apéndice II de CITES, pertenecientes a las familias Accipitridae, Trochilidae, Strigadae, Falconidae y Psitacidae.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- **Áreas intervenidas**

513. Este hábitat se evaluó en cuatro zonas de muestreo; La Palma, La Granja (quebrada Checos), La Granja (área aledaña al campamento minero) y La Lima, este hábitat es caracterizado por presentar terrenos para campos de cultivos de maíz, yuca y pastizales, con cercos vivos o presencia de matorral montano. En este tipo de hábitat se realizó un esfuerzo de muestreo de 6 horas de búsqueda intensiva, donde se registraron 37 especies de aves y 183 individuos, pertenecientes a 20 familias. Este hábitat obtuvo la menor riqueza de especies y el segundo valor en abundancia. Este hábitat es el más predominante en el área de estudio y ofrece una variedad de recursos para las aves generalistas.

514. Las familias más representativas en el hábitat de las áreas intervenidas, fueron la familia de los mosqueros (Tyrannidae) y de las tangaras (Thraupidae) con cinco especies cada una.

515. Las especies más abundantes fueron *Psittacara wagleri* (21 individuos), *Troglodytes aedon* (20 individuos) y *Zonotrichia capensis* (14 individuos). Entre estos registros la especie que destaca con mayor abundancia se encuentra incluida en el apéndice II de CITES.

516. En este hábitat se registraron en total siete especies incluidas en el apéndice II de CITES, pertenecientes a las familias Trochilidae, Accipitridae, Falconidae y Psitacidae.

- **Bosque ribereño**

517. En el hábitat bosque ribereño, se evaluó en ambas márgenes del río Paltic, se realizó un esfuerzo de muestreo de 4 horas de búsqueda intensiva, donde se registraron 38 especies de aves y 132 individuos, pertenecientes a 20 familias. Este hábitat obtuvo el segundo valor riqueza de especies y el menor en abundancia.

518. Las familias más representativas en el hábitat bosque ribereño, fueron la familia de los mosqueros (Tyrannidae) y de las tangaras (Thraupidae) con cinco especies cada una; y de los picaflores (Trochilidae) con cuatro especies.

519. Las especies más abundantes fueron *Troglodytes aedon* (19 individuos), *Myioborus miniatus* (10 individuos) y *Leptotila verreauxi* (9 individuos).

520. Los registros que destacaron fueron una especie endémica del EBA 48 Valle del Marañón, el Zorzal del Marañón (*Turdus maranonicus*) y cinco especies incluidas en el apéndice II de CITES pertenecientes a la familia Trochilidae (cuatro especies) y Accipitridae (una especie).

c. Diversidad de los hábitats evaluados

521. El hábitat bosque nublado registró la mayor riqueza y abundancia, y los mayores valores de los índices de diversidad lo registró el hábitat bosque ribereño (H: 3,33, 1-D: 0,95).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

522. Según los índices de diversidad de Shannon Wiener y Simpson, indican que el hábitat bosque ribereño y el bosque nublado son los que tienen los mayores valores de diversidad, pero para este último hábitat, el valor de Simpson es ligeramente menor, debido que se registró *Psittacara wagleri* con una abundancia significativa, respecto a las demás especies registradas en esté hábitat.

523. Los valores de los índices de diversidad, presentan valores similares en los hábitats evaluados (ver Tabla 10-30), los cuales estarían mostrando una distribución homogénea de las especies registradas en el área de estudio.

Tabla 10-30. Abundancia, riqueza e índices de diversidad en los hábitats evaluados

Parámetro	Bosque nublado	Áreas intervenidas	Bosque ribereño
Abundancia (Total de individuos)	345	183	132
Riqueza (Número total de especies)	56	37	38
Índice de Shannon (H')	3,28	3,20	3,33
Índice de Simpson (1-D)	0,92	0,95	0,95

d. Similitud en los hábitats evaluados

524. Comparando las poblaciones de aves, encontramos que 8 especies fueron comunes en los 3 hábitats evaluados en el área de estudio. Los hábitats con mayor número de especies compartidas fueron entre los hábitats bosque nublado y áreas intervenidas con 21 especies compartidas, de las 72 especies registradas entre ambos hábitats, seguido del par bosque ribereño y áreas intervenidas con 21 especies compartidas, de las 54 especies registradas en ambos hábitats. Los hábitats que comparten menos especies fueron bosque nublado y bosque ribereño.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

525. Según el índice cuantitativo de Morisita, se observa que los pares, bosque nublado - áreas intervenidas presentan el mayor valor de similitud (ver Tabla 10-31 y Figura 10-71). La disimilitud se observó al comparar el bosque nublado - bosque ribereño. Esta disimilitud evidencia que la composición de las especies de aves es muy particular y algunas restringidas a cada tipo de hábitat.

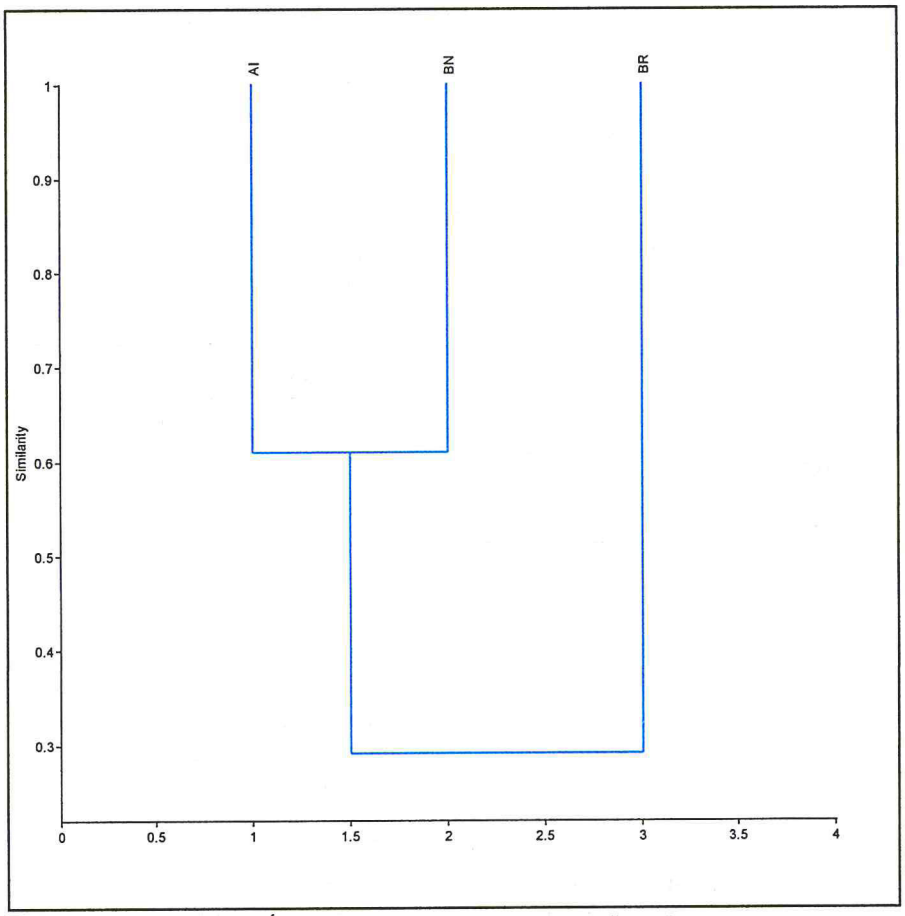
Tabla 10-31. Especies compartidas entre los hábitats y valores del índice de Similitud de Morisita

Hábitats	Especies compartidas	Índice de Morisita
BN-AI	21	0,61
BN-BR	11	0,07
AI-BR	21	0,51
Los 3 Hábitats	**8**	

BN: Bosque nublado, AI: Áreas intervenidas, BR: Bosque ribereño

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



BN: Bosque nublado, AI: Áreas intervenidas, BR: Bosque ribereño

Figura 10-71. Dendrograma de Similitud de Morisita entre los hábitats evaluados

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

e. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

526. Del total de especies registradas, 18 especies se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación y nivel de endemismo (Tabla 10-32). Estas 18 especies representan el 20,9 % de la riqueza de especies totales.

Tabla 10-32. Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

N°	Especie	Categorías de conservación				Endemismo	
		DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	EBA	Bioma
1	*Penélope barbata*	VU	VU	-	-	46	-
2	*Cathartes aura*	-	LC	-	II	-	-
3	*Coragyps atratus*	-	LC	-	II	-	-
4	*Adelomyia melanogenys*	-	LC	II	-	-	-
5	*Amazilia amazilia*	-	LC	II	-	-	-
6	*Amazilia franciae*	-	LC	II	-	-	-
7	*Chaetocercus mulsant*	-	LC	II	-	-	-
8	*Coeligena iris*	-	LC	II	-	46	-

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Especie	Categorías de conservación				Endemismo	
		DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	EBA	Bioma
9	*Colibri coruscans*	-	LC	II	-	-	-
10	*Heliangelus viola*	-	LC	II	-	46	NAN
11	*Metallura tyrianthina*	-	LC	II	-	-	-
12	*Geranoaetus melanoleucus*	-	LC	II	-	-	-
13	*Rupornis magnirostris*	-	LC	II	-	-	-
14	*Ciccaba albitarsis*	-	LC	II	-	-	-
15	*Falco sparverius*	-	LC	II	-	-	-
16	*Psittacara wagleri*	-	LC	II	-	-	-
17	*Synallaxis azarae*	-	LC	-	-	-	CAN
18	*Turdus maranonicus*	-	LC	-	-	48	-

VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor, II: Apéndice II de la CITES o CMS, EBA 46: Sur de los Andes Centrales, EBA 48: Valle del Marañón, CAN: Bioma Andes Centrales, NAN: Bioma Andes del Norte.

527. Al contrastar la lista de especies con el D.S. N°004-2014-MINAGRI, se registró una especie categorizada como Vulnerable (VU), la Pava Barbada (*Penelope* barbata), encontrándose en la misma categoría según la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN).

528. Según la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se encontraron 13 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 Accipitridae (Gavilanes), Strigidae (Lechuzas), Trochilidae (Picaflores), Falconidae (Halcones) y Psittacidae (Loros y pericos).

529. Según la Convención de Especies Migratorias (CMS), dos especies de la familia Cathartidae (Gallinazos) están incluidas en apéndice II de CMS (2015).

530. Finalmente, respecto al nivel de endemismo, ninguna especie registrada es endémica de Perú, sin embargo, se registró tres especies que son endémicas al EBA 46 Sur de los Andes Centrales, una endémica al EBA 48 Valle del Marañón, una especie restringida al bioma Andes del Norte (NAN por siglas en inglés) y una especie restringida al bioma Andes del Centro (CAN por siglas en inglés).

11. DISCUSIONES

11.1. Calidad de agua

531. Las principales vías de transporte de los metales pesados desde el suelo y el aire hacia el agua, son la escorrentía superficial, la percolación y la precipitación atmosférica. La facilidad con que los contaminantes pasan del suelo al agua, y posteriormente a los fondos sedimentarios, dependerá de las propiedades físicas y químicas de las unidades implicadas, además de la composición química en que se encuentra el contaminante y la geomorfología del área en estudio (ATSDR, 2000).

532. En la Figura 11-1, se muestran los cuerpos de agua ubicados en la zona de evaluación y se mencionan los parámetros que superan los ECA para Agua

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Categoría 3, subcategorías D1 y D2 (Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM) en cada punto evaluado, indicando los principales poblados y las actividades antropogénicas existentes en la subcuenca del río Paltic; asimismo se puede apreciar la influencia de los resultados de las quebradas y ríos en el cuerpo principal.

533. La microcuenca del río La Iraca presentó características ácidas en los cuerpos de agua evaluados, es así que la quebrada Tendal, la quebrada sin nombre (afluente por el margen derecho al río La Iraca), y el río La Iraca (antes de la confluencia de la quebrada Salada) presentan valores de pH entre 6,24 a 6,47; esto posiblemente a las actividades de agricultura y ganadería que se desarrollan aguas arriba de los puntos muestreados, las mismas que generan materia orgánica.

534. Por otro lado, en la quebrada Salada, aportante del río La Iraca, el valor de pH fue de 3,23; presentando características ácidas, esto debido al drenaje ácido proveniente de la bocamina identificada en la zona evaluada (declarada en el EIA con código BC-01)[28], la que también influye en las concentraciones de los metales: aluminio, cadmio, cobre y manganeso que excedieron los ECA para agua; asimismo, las aguas de la quebrada presentan una coloración rojiza característico de la presencia de metales como los ya mencionados. Los aportes de aguas ácidas se caracterizan por mostrar altas concentraciones de hierro y sulfatos, pH bajos y elevadas concentraciones de una amplia variedad de metales (Webster et al., 1998).

535. Según el EIA, el punto ubicado en la quebrada Salada está identificado con el código LG-W2-12 (quebrada Salada, antes de confluencia con el río Ayraca). De los resultados obtenidos en los monitoreos realizados por Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C. (RTMP), en los años 2006 y 2007; y entre los años 2012 al 2014, se evidenció las características ácidas de la quebrada Salada, donde el pH varía entre 2,67 y 4,2; siendo el menor valor obtenido en el año 2007, asimismo, metales como el aluminio, cadmio, cobre y manganeso, presentan concentraciones que superaron el valor establecido en los ECA para agua 2008 (Decreto Supremo Nº 004-2008-MINAM) y los ECA para agua 2017 (Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM) en los años evaluados.

536. Además, los resultados de las evaluaciones porcentuales de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Salada, concuerdan con las excedencias de metales como aluminio, cadmio y manganeso obtenidos, los cuales predominan en su forma disuelta (99, 100 y 90 % respectivamente), El aluminio generalmente no se encuentra en su forma disuelta, pero debido a que se registró un pH de 3,23; y según señala Sancha (2005), las aguas superficiales con un pH menor a 4, que incluyen lagos pantanosos, drenaje volcánico, vertientes termales y salinas, y aguas subterráneas ácidas, pueden contener concentraciones de aluminio disuelto.

537. La quebrada Salada aporta sus aguas superficialmente en la margen derecha del río La Iraca, entre los puntos RLIra2 (aguas arriba de QSald1) y RLIra3 (aguas abajo de QSald1), de los resultados se observó un ligero incremento en las concentraciones de metales como el aluminio, (de 0,391 a 0,47 mg/l), cobre (de 0,093 a 0,106 mg/l) y manganeso (de 0,046 a 0,056 mg/l), este comportamiento

[28] 11era. Modificación del EIASD del Proyecto de Exploración La Granja, ítem 2.2 Pasivos ambientales

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

se debe a que el punto RLIra3 se encuentra, dentro de la zona de mezcla[29], donde aún no se ha producido la dilución de los metales aportados por la quebrada Salada, además, dichas concentraciones van disminuyendo en el punto RLIra4 aguas abajo del río La Iraca, donde se alcanzó mayor dilución.

538. En los puntos QChec1, QChec2, QChec3 y QSnbr3, ubicados en la microcuenca Checos, se obtuvieron concentraciones de metales que no superaron los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2, los metales hierro, manganeso y zinc, predominaron en su forma suspendida, el mismo comportamiento se observó en los puntos QHond1, QHond2 y QMPas1, para los metales aluminio, manganeso, donde los porcentajes de las concentraciones disueltas no predominaron significativamente sobre las concentraciones suspendidas. Cabe señalar que, en esta área de estudio, no se evidenció la presencia de actividades antropogénicas, por lo tanto, las características de dichas quebradas no han sido alteradas.

539. El río Paltic se forma de la confluencia de los ríos La Lima y La Iraca, en el punto RPalt1, aguas abajo de la confluencia de ambos ríos, el pH fue de 6,63; continuando aguas abajo en los puntos RPalt2 y RPalt3, se observó una disminución del valor a pH 6,48 y 6,46 presentando características ácidas, de acuerdo con los datos registrados en los monitoreos realizados por RTMP aguas arriba del punto RPalt3 (código LGW1-08 según el EIA), se tiene que el rango de pH varía entre 5,96 y 7,62; siendo el menor valor obtenido en el año 2007, con lo cual podríamos decir que las características ácidas que las aguas en esta zona del río Paltic, son propias del cuerpo de agua. Asimismo, es importante señalar que durante el monitoreo se observaron trabajos de extracción de material de acarreo, que se encontraban removiendo el cauce del río Paltic.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

540. En el punto RPalt6, (aguas abajo de las quebradas Honda y Mal Paso) se obtuvieron concentraciones elevadas de aluminio, hierro y manganeso que excedieron los ECA para agua, siendo las concentraciones de estos dos últimos parámetros, las mayores reportadas de todas las zonas evaluadas (8,11mg/l de hierro y 0,442 mg/l de manganeso). Cabe señalar que, según los porcentajes de metales disueltos y suspendidos, el aluminio y manganeso, se encuentran en su forma suspendida en dicho punto (97 y 90 %).

541. Durante el monitoreo se observó la remoción del cauce de la quebrada Honda utilizando maquinaria pesada, entre los puntos QHond1 y QHond2, por la construcción del puente entre los caseríos La Palma y Santa Isabel, esto conllevó a obtener elevadas concentraciones de sólidos suspendidos totales en el punto QHond2, a diferencia del punto QHond1, asimismo, en el punto RPalt6, ubicado aguas abajo del aporte de la quebrada Honda presentó la mayor concentración de STS (ver figuras 11-1 y 11-2); al respecto, es preciso aclarar que el muestreo en el punto RPalt6, se realizó durante los trabajos de remoción del cauce, y el muestreo de la QHond2, 24 horas después de dichos trabajos (ver anexo B4: fotografía Nº 36).

[29] La zona de mezcla es aquel volumen de agua en el cuerpo receptor donde se da la dilución por procesos hidrodinámicos y de dispersión, sin considerar otros factores, además del decaimiento bacteriano, la sedimentación, la asimilación en materia orgánica y la precipitación química. Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de las aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua- ANA, agosto-2017.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

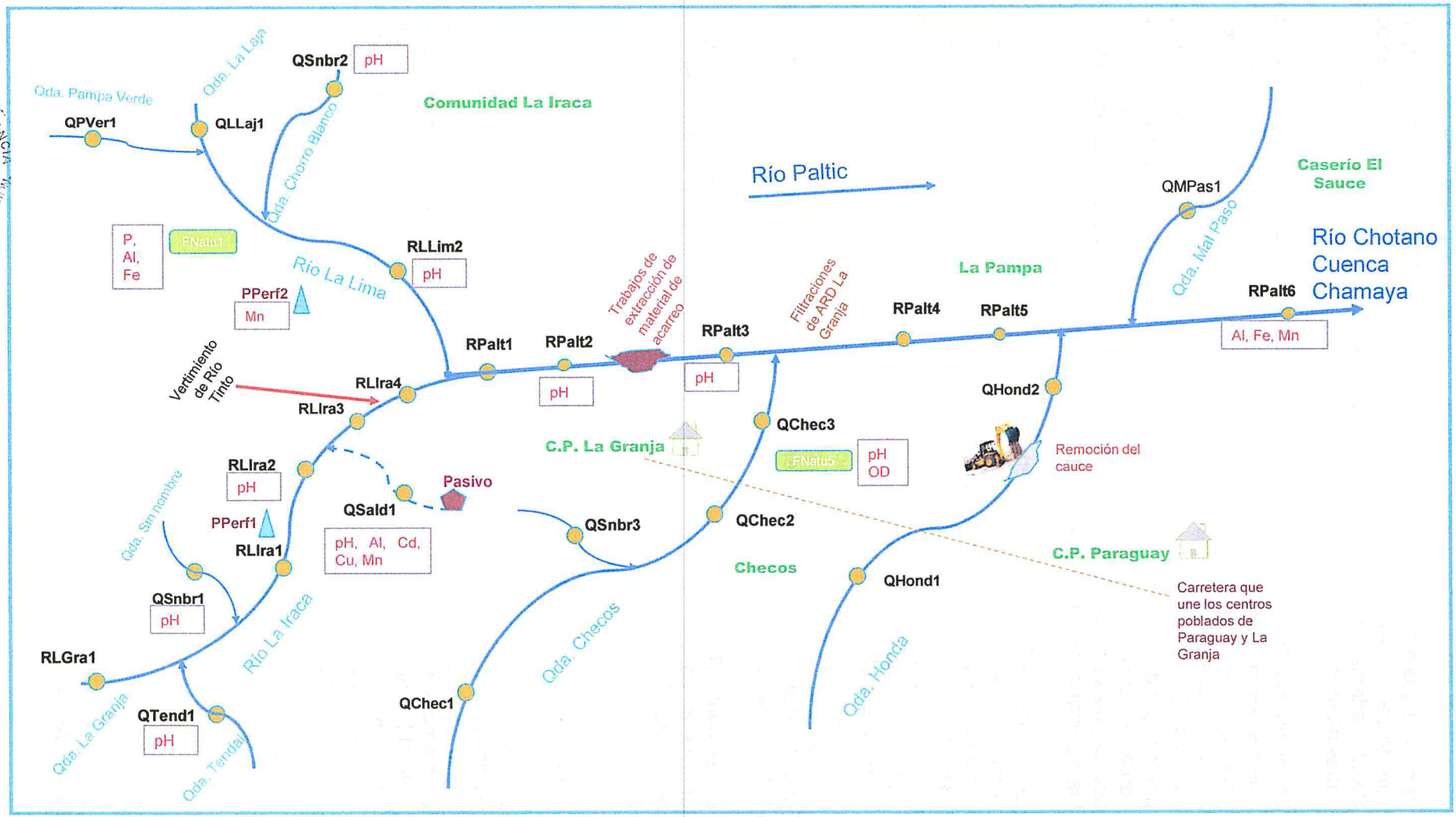


Figura 11-1. Zonas de evaluación en el área de influencia del proyecto minero La Granja

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

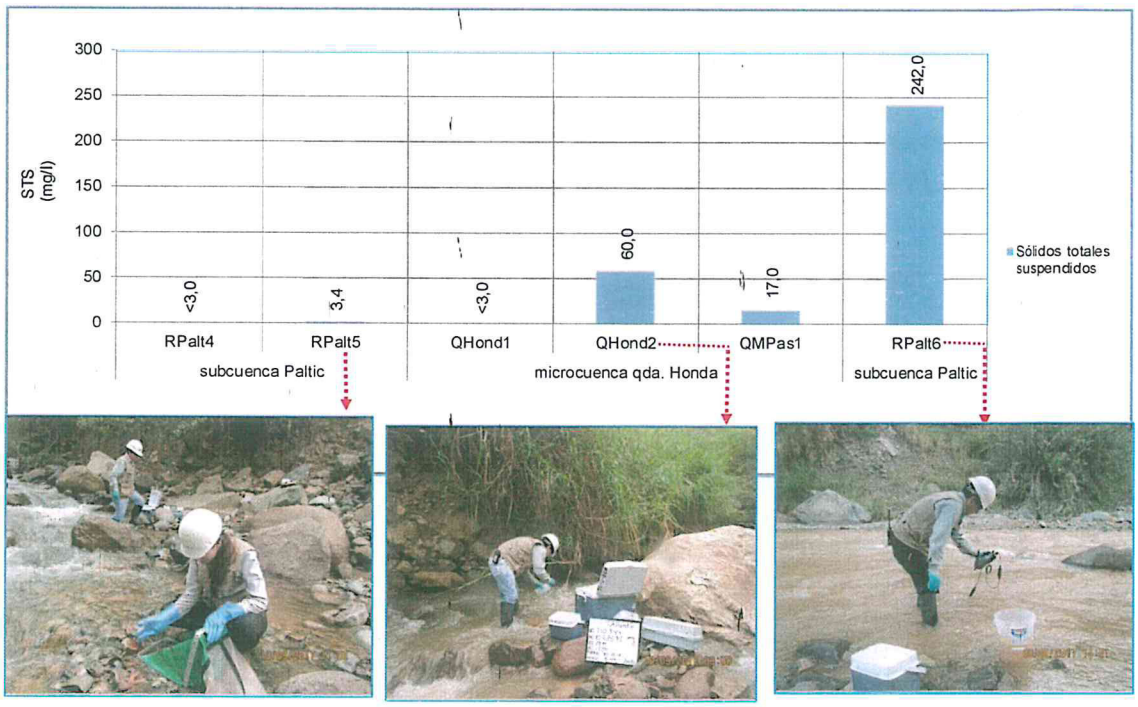


Figura 11-2. Concentración de STS en la cuenca del río Paltic y microcuenca de la quebrada Honda

542. Respecto a los manantiales estudiados que se encuentran ubicados en los caseríos La Palma, Paraguay, Santa Isabel y Checos - La Granja, se observó que los resultados de pH medidos presentan características ácidas. Se conoce que el pH de un cuerpo de agua permanece razonablemente constante a menos que su calidad cambie debido a las influencias de tipo natural o antropogénicas, provocando el aumento de la acidez o basicidad. La acidez de los manantiales puede deberse, a que el afloramiento es producto de las infiltraciones de la escorrentía causada por las precipitaciones, que a su paso disuelven las rocas, generando iones que ocasionan la acidez, los iones más frecuentes son el Na^+, K^+ y Fe^{4+}, en el caso del Na^+, este reacciona con el agua, generando NaOH y H^+ como producto, los NaOH se pierden rápidamente en el suelo (precipitan) y el ion H^+, queda libre produciendo la acidez del agua (Brown et al., 2004).

543. Por otro lado, las concentraciones de O.D., en un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno, la producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas (Illaseñor et al., 1997). La mayoría de aguas subterráneas tienen una concentración de 0 a 5 mg/l de O.D. (Cabrera et al., 1997). De lo anterior, se tiene que, los manantiales evaluados en la zona se caracterizan por presentar bajas concentraciones de O.D., por ser afloramientos de aguas subterráneas, las concentraciones de O.D. fueron de 5,84; 5,44 y 5,76 mg/l en los manantiales de los caseríos La Fila (FLFil1), Checos (FNatu5) y La Pampa (FLPam1) respectivamente, dichos valores fueron menores a 6 mg/l, incumpliendo los ECA para agua Cat1A1 cuya comparación fue referencial.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

544. En el punto FNatu1 que corresponde al manantial ubicado en el caserío La Iraca, se observó densa vegetación (ver Anexo B4, Fotografía Nº 21), en el contorno, donde se presenta altas concentraciones de fósforo, debido a la descomposición de la materia orgánica producto de la vegetación; por otro lado, la presencia de metales como el aluminio y el hierro que exceden los ECA para agua Cat1A1(comparación referencial), pueden estar influenciados por las actividades de perforación del proyecto minero La Granja, realizadas a 300 m de FNatu1 o por las características del manantial ya que durante el muestreo se evidenció una coloración rojiza en el fondo del afloramiento. Asimismo, se obtuvo concentraciones de hierro que superan los ECA para agua Cat1A1 en el punto FLIra2. Elementos como aluminio y hierro son muy abundantes en las rocas y en el suelo, y también pueden ser tóxicos, pero afortunadamente se encuentran en formas químicas no solubles y es muy difícil que los seres vivos los asimilen (Barba, 2002).

545. Adicionalmente y a pedido de la población, se tomaron muestras del agua proveniente de las plataformas de perforación (PPerf1 y PPerf2), de los resultados obtenidos se observa que la concentración de manganeso excede al ECA agua Cat3D1 y Cat3D2 en el punto PPerf2 (0,383 mg/l), mientras que en el punto PPerf1 no excede dicho ECA, se precisa que la comparación con los ECA agua fue referencial; cabe señalar que según el EIA del proyecto minero La Granja, con códigos PL-12 y PL13, se han declarado dichas plataformas como pasivos, indicando que son plataformas con cobertura vegetal parcial[30].

MONITOREO Y VIGILANCIA Vº Bº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

11.2. Comunidades hidrobiológicas

546. Las comunidades de perifiton y macroinvertebrados bentónicos son ampliamente utilizadas como indicadores biológicos en actividades de monitoreo en quebradas y ríos (Li et al., 2010). En el área de influencia del Proyecto Minero La Granja se evaluaron 20 puntos de muestreo, todos ellos pertenecientes a ambientes lóticos de aguas claras. Estos puntos fueron agrupados en 5 zonas de evaluación, teniendo en cuenta los componentes del proyecto y las localidades ubicadas en el área de influencia.

547. Con respecto al estado del hábitat en el área evaluada, la mayoría de los puntos de muestreo presentaron señales de actividades humanas relacionadas al crecimiento poblacional. Se observó la presencia de carreteras sobre el cauce del río cerca al poblado La Iraca (HID-RLIra1), puentes sobre el río Paltic (HID-RPalt1), contaminación por efluentes domésticos y residuos sólidos del poblado La Granja (HID-QChec3) y pastoreo de ganado (HID-QPVer1). Además, fue observada la extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic (HID-RPalt3).

548. La comunidad del perifiton está compuesta por un gran número de especies con diversas preferencias ecológicas (Van Dam et al., 1994), esto debido a su corto ciclo de vida y posición en la cadena trófica, por lo que son consideradas bueno indicadores biológicos. De acuerdo a los resultados, el phylum Bacillariophyta (diatomeas) fue dominante en todos los puntos de muestreo, seguido del phylum Cyanobacteria, lo

30 11ra Modificación del EIASD del Proyecto de Exploración La Granja, ítem 2.2 Pasivos ambientales.

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

cual es una condición muy común en los ríos continentales tal como lo describe Jorgensen (2009). En la presente evaluación se llegaron a identificar 91 taxa en 20 puntos de muestreo; sin embargo, en evaluaciones realizadas por el administrado (Amec Foster Wheeler, 2014)[31], se han registrado 139 especies en 22 puntos de muestreo.

549. Un aspecto resaltante tuvo que ver con la abundancia de microalgas, especialmente de Cyanobacteria, en puntos cercanos a los centros urbanos y carreteras o cuerpos de agua utilizados como bebederos para ganado. Los ejemplos más resaltantes se presentaron en el río Paltic (HID-RPalt1 y HID-RPalt3) y un afluente de la quebrada Checos por la margen izquierda (HID-QSnbr3); en estos sitios Cyanobacteria representó más del 50 % de la abundancia, condición que estaría relacionada a contaminación orgánica, resultante de actividades domésticas que se desarrollan en sus alrededores. Resultados similares con respecto al incremento de Cyanobacteria en sitios contaminados por efluentes domésticos fueron encontrados por Peinador (1999). Otros puntos con una considerable abundancia de Cyanobacteria (40-60 %), fueron observados en la quebrada Tendal (HID-QTend1) y en el río Paltic (HID-RPalt4); estos puntos tienen la particularidad de encontrarse en zonas de ganadería vacuna, la cual probablemente sea la principal causa del incremento de nutrientes en las aguas y donde se filtran aguas residuales, respectivamente. Al respecto, Chorus y Mur (1999), se refieren a la agricultura y la ganadería como actividades que generan eutrofización y Packham (1994), señala que sus efluentes y desechos deben ser tratados como si se trataran de desechos humanos. En relación al zooperifiton, su riqueza y abundancia fue muy limitada, lo que es bastante común en ambientes lóticos.

550. Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados principalmente por órdenes de insectos acuáticos, los cuales son considerados los elementos más importantes en la dinámica ecológica de los ecosistemas lóticos (Maneechan & Prommi, 2015). Destacaron principalmente, tanto en riqueza como abundancia, los órdenes Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, siendo estos tres últimos considerados muy buenos indicadores de calidad de agua por ser muy sensibles a cambios que alteran su calidad (Carrera & Fierro, 2001). En la presente evaluación se llegaron a identificar 40 taxa en 20 puntos de muestreo; sin embargo, en evaluaciones realizadas por el administrado (Amec Foster Wheeler, 2014), se han registrado 33 taxa en 22 puntos de muestreo.

551. Como bien puede apreciarse en los gráficos de riqueza, la composición a nivel de órdenes no varía mucho entre puntos de muestreo; sin embargo, puede notarse que en la quebrada La Laja, río La Lima y la quebrada Chorro Blanco (HID-QSnbr2) se registraron menores valores de riqueza, lo cual podría considerarse como un indicador de perturbación en esos cuerpos de agua. Con respecto a la abundancia, se observa grandes variaciones entre los puntos de muestreo, destacándose la gran dominancia del orden Diptera en el río Paltic (HID-RPalt3) y la carente abundancia de organismos en el río Paltic (HID-RPalt5) y río La Lima (HID-RLLim2).

---

31 1er Informe Técnico Sustentatorio de la 11ra MEIASD del Proyecto minero La Granja. Capítulo 8.0 - Descripción del medio biológico. Río Tinto Minera Perú Limitada S.A.C.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

552. La calidad biológica de los cuerpos de agua fue estimada a través del índice ABI, el cual reflejó en buena parte el grado de intervención del área de estudio. De acuerdo a este índice, el río Paltic presenta la calidad de agua más deteriorada, con respecto al resto de cuerpos de agua evaluados, lo cual se explicaría dado que este río se encuentra muy próximo a las zonas más urbanizadas donde se genera un mayor volumen de efluentes domésticos, residuos sólidos, tránsito sobre el cauce y extracción de material de acarreo. Sin embargo, el tramo inferior de este río (HID-RPalt6) presentó una buena calidad, lo cual se debería principalmente al aporte de la quebrada Mal paso que podría influenciar en la recuperación de la calidad del agua en este tramo del río Paltic. La mayoría de los puntos de muestreo presentaron una calidad de moderada a buena lo que podría demostrar que las actividades desarrolladas por el administrado y la población aledaña no tendrían aún un importante impacto sobre la integridad biótica de los sistemas hidrológicos evaluados.

11.3. Calidad de aire

553. Durante la ejecución del monitoreo del 4 al 8 de setiembre de 2017, las estaciones de monitoreo no registraron precipitaciones, por lo que los resultados de PM_{10} son mayormente comparables con los obtenidos en época de seca y de transición de la línea base del proyecto La Granja. Adicionalmente dicha condición climática fue favorable para realizar un monitoreo de la calidad de aire.

554. Las concentraciones de PM_{10} obtenidos en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, son coherentes con las obtenidas en la línea base del proyecto La Granja, debido a que todas las concentraciones se encuentran en conformidad con los ECA, según el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Es preciso mencionar que las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, fueron ubicadas en los mismos poblados que las estaciones AI-01 (La Granja) y AI-04 (Paraguay), respectivamente, estás últimas codificaciones corresponden a la asignación que se realizó en la línea base del proyecto La Granja, con el cual se obtuvo un mejor contraste de los resultados en base a su ubicación.

555. La Figura 11-3, contiene las concentraciones de PM_{10} de la línea base del proyecto La Granja correspondiente a sus cuatro estaciones de monitoreo de calidad de aire. Es preciso indicar que en junio de 2014 (época seca) se obtuvo la concentración más alta de 55,082 µg/m^3 y durante la evaluación ambiental temprana (EAT, 2017), el valor máximo fue 35,3 µg/m^3, cabe mencionar que la evaluación del año 2017 se realizó en época de transición (de seca a húmeda).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Concentraciones de PM_{10} (24 h) en µg/m³				
Campaña	AI-01	AI-02	AI-03	AI-04
	La Granja	La Iraca	La Pampa	Paraguay
Primera Campaña (Enero 2012)	49,2	25,9	-	-
Segunda Campaña (Agosto 2012)	26	43	-	-
Tercera Campaña (Octubre 2012)	43,2	46,1	24,0	29,5
Cuarta Campaña (Enero 2013)	33	30	-	-
Quinta Campaña (Julio 2013)	14	20	10	-
Sexta Campaña (Setiembre 2013)	10	7	8	-
Sétima Campaña (Diciembre 2013)	21	11	16	-
Octava Campaña (Marzo 2014)	5,017	12,74	19,25	19,16
Novena Campaña (Junio 2014)	55,082	44,26	23,29	53,66
Décima Campaña (Setiembre 2014)	10,8	19,6	20,6	14,7
Onceava Campaña (Diciembre 2014)	11,13	22,23	23,62	15,07
Doceava Campaña (Junio 2015)	16,48	25,29	35,63	34,52

Fuente: Amec Foster Wheeler, 2015

Figura 11-3. Concentraciones de PM_{10} de las estaciones de monitoreo del proyecto minero La Granja

11.4. Calidad de suelo

556. De manera general se tiene que la textura predominante en el área de influencia del proyecto minero La Granja, el cual comprende los centros poblados La Granja y Paraguay, y sus respectivos caseríos o anexos, es franco arcilloso (15 de 25 puntos evaluados), estos suelos, al tener valores de porcentaje de arena, limo y arcilla permiten la retención del agua e intercambio de nutrientes eficientemente (UNALM, 2007)

557. La materia orgánica de los suelos evaluados tuvo niveles altos (> 4 %) en 17 puntos de muestreo y presentó niveles medios (2 a 4 %) en 8 puntos, los contenidos altos de materia orgánica están vinculados al proceso de descomposición de los cultivos presentes los campos ((UNALM, 2007)

558. La capacidad de intercambio catiónico (CIC), tuvo un rango medio (15 ≤ CIC < 25) en 21 puntos y rango alto (25 ≤ CIC <40) en los 4 puntos restantes, estos niveles de CIC aceptables, pueden deberse a la presencia de arcillas y materia orgánica en concentraciones relativamente altas, ya que estos componentes posen cargas negativas en su superficie, las cuales, le permiten adsorber iones cargados positivamente de la fase líquida del suelo. Los suelos evaluados al tener una CIC alta y rangos altos de nutrientes como el potasio, calcio y magnesio, son indicadores que la disponibilidad de nutrientes para las plantas es buena. .

559. Los suelos evaluados tienen un pH por lo general de carácter ácido ya que 23 de los puntos evaluados se encuentran en un rango de 4,6 a 6,3 unidades de pH, solo los puntos SUE-ESA1 y SUE-LFI1 presentaron pH básico de 7,5 en ambos casos. Asimismo, de la evaluación del carbonato de calcio se tuvo que los puntos SUE-ESA1 (52,9 %) y SUE-LFI1 (7,6 %) fueron los únicos que presentaron valores altos de este

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

parámetro, lo cual es congruente con los valores de pH encontrados, ya que, los carbonatos tienen la propiedad de aumentar el pH. El carbonato de calcio encontrado puede deberse a su uso como enmienda en los terrenos de cultivos, para incrementar el pH requerido por las plantas para la captación de sus nutrientes.

560. El análisis de conductividad indica que los suelos evaluados son no salinos, por lo cual, la fertilidad de los suelos no está afectada por la salinidad. Una alta concentración de sales afecta a la estructura y porosidad de los suelos y genera estrés hídrico en las plantas, lo cual no se apreció durante el muestreo de suelos.

11.5. Fauna silvestre

561. Los mamíferos silvestres y las aves, son considerados buenos indicadores de la calidad ambiental, ya que la presencia de determinadas especies y la abundancia o disminución de sus poblacionales en un área determinada nos indica la condición del hábitat. Es importante realizar un estudio de línea base biológica de los mamíferos silvestres y conocer la diversidad de aves, así como identificar las especies de aves endémicas, en áreas de proyectos exploratorios para contar con información que nos ayuden a tomar decisiones ante cualquier evento inesperado en la fase de producción.

562. A continuación, se muestran los resultados obtenidos sobre la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto minero La Granja en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

11.5.1. Mamíferos silvestres

563. La región donde se ha realizado la presente investigación, se han registrado escasos trabajos para documentar la diversidad de fauna silvestre, los primeros estudios realizados en el área donde desarrollamos la investigación, son los estudios de Línea Base de Flora y Fauna realizados por Golder Associates S.A. donde registraron 200 especies de plantas vasculares agrupadas en 80 familias botánicas, 60 especies de insectos 11 especies de anfibios y/o reptiles y 16 especies de mamíferos (considerando mayores y menores) (Golder, 2008)[32]. La metodología empleada para documentar la diversidad de mamíferos, fue mediante entrevistas, evidencias directas (avistamientos, tomas fotográficas mediante cámaras trampa, restos óseos) y evidencias indirectas (huellas, heces, etc.).

564. La presente investigación constituye la primera evaluación de la fauna terrestre en el ámbito de los centros poblados La Palma, La Granja, La Iraca y La Lima utilizando cámaras trampa, una metodología innovadora que nos permitió registrar hasta las horas de actividad de los animales y otros comportamientos (Chávez et al., 2013).

565. En el año 2010, se realizó un estudio con cámaras trampa para documentar la diversidad de fauna silvestre en el Bosque de Protección de Pagaibamba en el departamento de Cajamarca, cerca de nuestra área de estudio, donde lograron

[32] Cuarta modificación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto minero La Granja, 2008.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

registrar ocho especies de mamíferos grandes y medianos entre ellos el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), tigrillo (*Leopardus pardalis*), zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), manco (*Eira barbara*), zorrino (*Conepatus chinga*), comadreja (*Mustela frenata*) y venado gris (*Odocoileus virginianus*). Dicha investigación tuvo un esfuerzo de muestreo mucho mayor en comparación al presente estudio, 2002 días-cámara en la época seca y 1264 días-cámara en la estación húmeda, (Jiménez et al., 2010) en comparación a los 273 días-cámara del presente estudio, que nos permitió registrar seis especies de mamíferos silvestres, todos ellos presentes en el Bosque de Protección de Pagaibamba.

566. En la microcuenca del río Chontayacu, (área ubicada entre el departamento de Huánuco y San Martín), se realizó una evaluación de fauna silvestre con cámaras trampa (OEFA, 2017), en dicho estudio lograron registrar 13 especies de mamíferos silvestres, 7 más que en la presente investigación, dicho estudio fue realizado finalizando la época húmeda y utilizaron un esfuerzo de muestreo de 530 días-cámara, un esfuerzo superior a lo realizado en la presente investigación. En el presente estudio, los lugares de muestreo fueron muy similares al mencionado anteriormente, en ambos casos, predominó el bosque montano y las especies de mamíferos registrados en Chontayacu también están presentes en el presente estudio, aunque la abundancia de registros difiere en ambos estudios, en Chontayacu se tiene un único registro del majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), mientras que en la presente investigación se tuvieron 15 registros. En el presente estudio tenemos el registro del venado gris (*Odocoileus virginianus*), mientras que en Chontayacu los pobladores locales nos mencionaron que esta especie se encuentra en las zonas más altas.

567. Una de las especies más representativas de este estudio fue el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), este roedor es poco común debido a su actividad solitaria, nocturna y altamente localizada en las partes más altas del bosques nativos (Delgado, 2011), la ecología y comportamiento de esta especie son poco conocidos (Ríos-Uceda, 2004). En la presente investigación tuvimos 15 registros independientes de la especie, todos los registros ocurrieron en bosques montano en buen estado de conservación a 2532 m s.n.m, en el sector de Cayalti, en el ámbito del centro poblado La Iraca, en el Perú este mismo patrón de preferencia de hábitat y rango altitudinal se observaron en una evaluación realizada en la microcuenca Chontayacu (OEFA, 2017) y en el bosque de protección de Pagaibamba (Jiménez et al., 2010). En Bolivia la especie muestra este mismo patrón de comportamiento, es decir, preferencia de bosque de montaña, aunque el rango altitudinal se encuentra entre los 1 500 y 2 800 m s.n.m (Ríos-Uceda, 2004). Sin embargo, en Colombia este patrón cambia ya que la especie además de ser registrado en bosques montanos en buen estado de conservación, también fue registrado en una zona periurbana en fragmentos de bosque de la reserva Aburrá 30 km de la ciudad de Medellín (Delgado, 2011).

11.5.2. Aves

568. La riqueza de 86 especies de aves reportadas en el área de estudio, es muy significativa para este ecosistema comparada con el estudio de ocho bosques nublados de la vertiente occidental (entre 2500 - 3000 m s.n.m) realizado desde Piura (bosque de Huamba) hasta Lima (bosque de Zárate) donde reportan 146 especies de

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

aves, encontrando 102 especies de aves en el noroeste y 52 especies de aves para centro del Perú (bosque de Zárate) mencionando que esta disminución de especies está correlacionada con la latitudinal de precipitación (Franke, 1992).

569. La avifauna registrada en la presente evaluación en el área de estudio, es característica de los bosques nublados de la cordillera occidental, en el norte del Perú, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes y las familias con mayor número de especies fueron la familia de los mosqueros (Tyrannidae), de las tangaras (Thraupidae), de los picaflores y de los furnaridos (Furnaridae), esto concuerda con los estudios realizados en los bosques nublados de las vertientes occidentales de Perú, como el realizado en ocho bosques de neblina entre los 2500 a 3000 m s.n.m. entre los departamentos de Piura y Lima (Franke, 1992), en los bosques nublados de Ayabaca (Vellinga et al., 2004; Crespo, 2009), en Huancabamba en el Cerro Chinguela (Parker et al., 1985) y en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (Amanzo et al., 2003).

570. Según Schulenberg et al. (2010), las especies registradas son consideradas residentes, las cuales se reproducen dentro del territorio peruano y se encuentran dentro de su rango de distribución conocida.

571. La mayoría de las especies se distribuye a ambos lados de la cordillera occidental del Perú, pero encontramos una especie, La Pava Barbada (*Penelope barbata*) que está restringida en su distribución a los bosques nublados de la vertiente occidental desde Piura hasta el sur del valle del río Zaña ubicado entre Lambayeque y Cajamarca.

572. Entre las seis especies más abundantes se encuentra un loro, la Cotorra de Frente Escarlata (*Psittacara wagleri*) que es la más abundante en el área de estudio, se le encontró sobrevolando el bosque y en el interior del bosque nublado y en las áreas intervenidas o abiertas. Esto concuerda con Schulenberg et al. (2010), que *P. wagleri* está asociada a los bosques en la vertiente occidental de los Andes y visitada sembríos de maíz. Además, esta especie se encuentra incluida en el apéndice II de CITES (2017), estando protegidas para el comercio internacional.

573. La segunda especie con mayor abundancia es el Cucarachero Común (*Troglodytes aedon*) registrada mayormente en el hábitat áreas intervenidas y bosque ribereño y en borde de bosque nublado con áreas abiertas, según Schulenberg et al. (2010), menciona que esta especie es ampliamente distribuida en Perú y se le encuentra en hábitats abiertos, con arbustos bajos, en vegetación secundaria y en zonas agrícolas.

574. La riqueza de especies, estuvo influenciada por la cobertura boscosa y por la altitud. Las diferencias en cobertura boscosa y en altitud hacen que se encuentren registros únicos en los hábitats. Las especies que se comparten en los hábitats son especies de amplia distribución, características de borde de bosque y de bosques fragmentados con áreas abiertas y agroecosistemas (Schulenberg et al., 2010).

575. La especie considerada Vulnerable (*Penelope barbata*) es característica de bosque nublado, y su hábitat está siendo degradado por la deforestación y últimamente por los incendios forestales, además es amenazada por la cacería para consumo de carne, en el área de estudio presentó baja abundancia en la presente evaluación. Las

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

especies incluidas en CITES, como los picaflores presentan una gran importancia ecológica en el ecosistema como polinizadores, las rapaces son carnívoros ubicados en lo alto de la cadena alimenticia y los frugívoros se encuentran los loros, que ayudan a la dispersión de las semillas, y controlan la floración de los árboles.

12. CONCLUSIONES

576. De la evaluación ambiental temprana, realizada en el área de influencia del proyecto minero La Granja en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, se concluye lo siguiente:

12.1. Calidad de agua

i. Para la evaluación de la calidad de agua se establecieron 41 puntos de muestreo, de los cuales, 25 puntos de muestreo corresponden a ríos y quebradas, 14 puntos son aguas provenientes de manantiales y 2 puntos corresponden a plataformas de perforación ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja.

ii. El análisis de calidad de agua en los 25 puntos de muestreo establecidos, se ha realizado comparando las concentraciones obtenidas en la EAT con los Estándares de calidad de agua (ECA para agua) aprobado con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 3, subcategorías D1 "Riego de vegetales" (para riego restringido y no restringido) y D2, "Bebida de animales" (Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente), adicionalmente, se ha realizado una comparación referencial en base a los resultados históricos obtenidos en los monitoreos realizados en los años 2006 y 2007; y entre el 2012 al 2014, por la empresa minera Río Tinto como parte de los compromisos asumidos en su EIA.

iii. De los resultados obtenidos en la microcuenca la Iraca, se tiene que la quebrada Tendal (QTend1), la quebrada sin nombre (QSnbr1), el río La Iraca (RLIra2) y la quebrada Salada (QSald1), presentan características ácidas, asimismo, este comportamiento se observó en la microcuenca del río La Lima, en la quebrada Chorro Blanco, en el punto ubicado aguas arriba de la confluencia de la quebrada La Laja (QSnbr2); y en el río La Lima, el punto ubicado aguas arriba de la confluencia con el río La Iraca (RLLim2), los cuales se encuentran fuera del rango establecido en el ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2.

iv. En la microcuenca del río La Iraca, las concentraciones de metales totales obtenidos, no exceden los valores establecidos por los ECA para agua con los cuales fueron comparados, a excepción del punto ubicado en la quebrada Salada (QSald1), en la cual se reportaron concentraciones elevadas de aluminio, cobre y manganeso que excedieron las Cat3D1 y Cat3D2, mientras que el cadmio excedió la Cat3D1, estas características se debe principalmente a la influencia de una bocamina identificado como pasivo ambiental en el EIA del proyecto minero La Granja, cuyas aguas ácidas, drenan hacia la quebrada. Según los resultados históricos, el punto QSald1 (código LG-W2-12 según el EIA) muestra condiciones ácidas y con altas concentraciones de metales en todas las estaciones hidrológicas evaluadas.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

v. Respecto a los porcentajes de aluminio, cadmio y manganeso obtenidos en la quebrada Salada, se tiene que en mayor proporción dichos metales se encuentran en su forma disuelta, a excepción del cobre, que el 100 % se encuentra en su forma suspendida.

vi. En la subcuenca del río Paltic se observa en los puntos RPalt2 y RPalt3 ubicados aguas arriba y aguas abajo de los trabajos de extracción de material de acarreo del cauce del río Paltic respectivamente, que el valor de pH se encuentran fuera del rango establecido en el ECA para agua Cat3D1 y Cat3D2, presentando características ácidas en ese tramo del río; lo cual podría deberse a la influencia de los trabajos realizados en el cauce; sin embargo, la data histórica presenta valores de pH ligeramente ácidos cerca al punto RPalt3 (código LGW1-08 según el EIA).

vii. La evaluación de las concentraciones de metales pesados en el río Paltic, presentaron condiciones normales cumpliendo con los ECA para agua, a excepción del punto ubicado aguas abajo de los aportes de las quebradas Honda y Mal Paso (RPalt6), donde se observa que las concentraciones de aluminio y manganeso exceden la Cat3D1 y Cat3D1; asimismo, la concentración de hierro excede lo establecido en la Cat3D1, cabe resaltar que este río presentó un caudal elevado durante la realización de la EAT.

viii. Respecto a los porcentajes de los metales aluminio, hierro y manganeso, se tiene que en el punto RPalt6 ubicado aguas abajo de las quebradas Honda y Mal Paso, se encuentran en mayor proporción en forma suspendida.

ix. En las microcuencas de las quebradas Checos y Honda, se tiene que las concentraciones de los parámetros analizados, cumplen con los ECA para agua Cat3D1 y Cat3D1, si bien existe influencia natural por la geología de la zona, ésta no se ve reflejada, en los resultados de la calidad de los principales cuerpos de agua de estas microcuencas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

x. De la evaluación realizada a los dos puntos que corresponden a las plataformas de perforación declarados por la minera como pasivos ubicados en el área de influencia del proyecto minero La Granja (PPerf1 y PPerf2), cuyas aguas son utilizadas por los pobladores de la zona para riego de cultivos, se tiene que los parámetros analizados cumplen con la Cat3D1 y Cat3D2 con los cuales fueron comparados referencialmente, a excepción del punto PPerf2, donde se observó una concentración de manganeso que excede la Cat3D1 y Cat3D2.

xi. Los resultados obtenidos en los 14 puntos de muestreo de manantiales, fueron comparados referencialmente con los Estándares de calidad de agua (ECA para agua) aprobado con Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y Recreacional, subcategorías A1: "Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección" y A2: "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" (en adelante Cat1A1 y Cat1A2), debido a que sus aguas son utilizadas como fuente de abastecimiento para consumo poblacional.

xii. Los manantiales ubicados en los caseríos de La Palma (FLPal1), Paraguay (FPara1), Santa Isabel (FSIsa1) y Checos - La Granja (FNatu5), presentan características

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

ligeramente ácidas, cuyos valores de pH se encuentran fuera del rango establecido según los ECA para agua, Cat3D1, Cat3D2 y Cat1A1, sin embargo, cumplen con lo establecido para la Cat1A2.

xiii. En el manantial ubicado en el caserío La Iraca (FNatu1) a 300 m de una plataforma de perforación (exploración de proyecto minero La Granja), presentó concentraciones de fósforo, aluminio y hierro, que excedieron los ECA para agua Categoría 1, con los cuales fueron comparados referencialmente, asimismo, se observó la presencia de hierro en el manantial ubicado en el caserío La Iraca (FLIra2), donde la concentración obtenida, excede el ECA para agua Cat1A1 referencialmente.

xiv. La concentración de oxígeno disuelto en los puntos FNatu5, FLPam1 y FLFil1 que corresponde a manantiales, se encuentran por debajo del límite establecido en el ECA para agua Cat1A1 (≥ 6mg/l), con los cuales fueron comparados referencialmente.

xv. Los metales bario y fósforo se presentaron en 11 puntos de muestreo, de los cuales su predominancia (mayor al 50%) fue en forma disuelta, a excepción de los puntos FNatu1 (predominancia de su forma suspendida) y FLUñi1 (no hubo predominancia) donde sus comportamientos fueron distintos.

12.2. Comunidades hidrobiológicas

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

xvi. El ficoperifiton estuvo representado por 91 taxa distribuidos en toda el área de evaluación. El ficoperifiton mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en los ríos Paltic y La Iraca, y la quebrada Honda, en los cuales Bacillariophyta (diatomeas) y Cyanobacteria (cianobacterias) fueron los phyla más representativos. Se encontró una mayor abundancia de cianobacterias, microalgas indicadoras de contaminación orgánica, en el río Paltic (HID-RPalt1 y HID-RPalt3) y un afluente de la quebrada Checos por la margen izquierda (HID-QSnbr3), lo que se debería a remoción y tránsito sobre el cauce además de actividades ganaderas cercanas. También se encontró un mayor desarrollo de cianobacterias en la quebrada Tendal y en el río Paltic (HID-RPalt4), donde se filtran los efluentes domésticos que se generan en el poblado La Granja, lo que indica contaminación en el cuerpo de agua.

xvii. El zooperifiton estuvo representado por 3 taxa distribuidos en toda el área de evaluación, lo que demuestra su escasa representatividad en este tipo de ambiente.

xviii. Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados por 40 taxa distribuidos en toda el área de evaluación. Esta comunidad mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en las quebradas Mal Paso, Pampa Verde y Tendal, en las cuales los taxa EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), considerados buenos indicadores de calidad de agua, fueron el grupo más representativo junto con Coleoptera y Diptera. Los cuerpos de agua restantes presentaron un menor desarrollo de esta comunidad de organismos, lo que estaría relacionado a su cercanía a zonas con una mayor actividad antropogénica derivada de la urbanización, ganadería y remoción del cauce.

xix. El análisis de calidad de agua a través del índice ABI demostró que el tramo medio del río Paltic presentó la calidad de agua más deteriorada, en comparación con otros

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

cuerpos de agua, como la quebrada Checos y el río La Iraca, los cuales mostraron una calidad de agua de moderada a buena. Sin embargo, el tramo inferior del río Paltic presentó una calidad de agua buena, lo que podría deberse al aporte de la quebrada Mal Paso.

12.3. Calidad de aire

xx. Las direcciones predominantes de los vientos fueron suroeste (SW), nor-noroeste (NWN), correspondiente a las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, respectivamente. Las frecuencias de las predominancias fueron 17,9 % para la estación de monitoreo CA-LGran1, es decir con dicho porcentaje los vientos se dirigen desde el proyecto La Granja hacia el poblado del mismo nombre, la estación de monitoreo CA-Parag1 tuvo una frecuencia de 22,9 %.

xxi. Las concentraciones de PM_{10} reportadas en las dos estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1, cumplieron con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para PM_{10} igual a 100 $\mu g/m^3$ para un periodo de 24 horas, según el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Adicionalmente se compararon con el Decreto Supremo Nº 074-2001-PCM, donde se observó que cumplieron con los ECA derogado (150 $\mu g/m^3$ para 24 horas) para el mismo periodo de tiempo, finalmente, la máxima concentración registrada fue de 35,3 $\mu g/m^3$ en la estación de monitoreo CA-LGran1.

xxii. Las concentraciones de metales reportadas en las estaciones de monitoreo CA-LGran1 y CA-Parag1 cumplieron con los valores de referencia para un periodo de 24 horas, según la norma canadiense Calidad de Aire de Canadá (Ontario's Ambient Air Quality Criteria – 2012).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

12.4. Calidad de suelo

xxiii. De los resultados se tiene que los 25 puntos de muestreo de suelos con fines edafológicos analizados en el área de influencia del proyecto minero La Granja, donde se encuentran los centros poblados La Granja y Paraguay, presentan buenas condiciones para el desarrollo de la agricultura, ya que presentan suelos con textura franca arcillosa (15 puntos de evaluación) y franca (7 puntos), las otras texturas encontradas son franco arcillosa y franco arcillosa arenosa.

xxiv. Además, la concentración de materia orgánica es superior al 2 %, y los valores de capacidad de intercambio catiónico son superiores a 15 meq/100g; asimismo, la presencia de los nutrientes fósforo, potasio, calcio y magnesio, generan condiciones aptas para el desarrollo de cultivos.

12.5. Fauna silvestre

12.5.1. Mamíferos silvestres

xxv. El lugar donde se realizó la investigación se caracteriza por presentar parches de bosques montanos en buen estado de conservación especialmente en el ámbito de los centros poblados La Iraca, en el sector de Cayalti.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

xxvi. En cuanto a la diversidad de fauna de mamíferos silvestre registrados por las cámaras trampa, los resultados nos muestran un total de seis especies entre ellos el zorrino (*Conepatus semistriatus*), el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), el añuje o manguja (*Dasyprocta variegata*), tigrillo (*Leopardus pardalis*), zorro (*Eira barbara*) y el venado gris (*Odocoileus virginianus*).

xxvii. El mayor valor en términos de diversidad ocurrió en las cámaras trampa la Granja 9 y la Granja 2, la primera de ellas estuvo instalada en el ámbito del centro poblado La Lima y la segunda en La Palma, en estas cámaras se registraron a las especies *Dasyprocta variegata, Eira barbara, Cuniculus taczanowskii Conepatus semistriatus y Leopardus pardalis.*

xxviii. Los mayores valores en términos de abundancia ocurrieron en las cámaras trampa, Granja 8 y Granja 4, el primero de ellos estuvo instalado en el ámbito del centro poblado La Iraca en el sector de Cayalti, en ella ocurrieron los mayores registros del majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii).* La segunda cámara estuvo instalada en el ámbito del centro poblado de La Granja y en ella ocurrieron los mayores registros del añuje o manguja (*Dasyprocta variegata*).

xxix. De acuerdo a la legislación internacional (IUCN 2017), en la presente investigación el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*) se encuentra comprendida en la categoría de casi amenazada (NT).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

12.5.2. Aves

xxx. En el área de estudio la avifauna registrada es típica de bosque nublado y de áreas intervenidas. Así se registraron 86 especies pertenecientes a 31 familias y 13 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 57 especies, seguido de Apodiformes con 10 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (12 especies), Tyrannidae (11 especies) y Trochilidae (8 especies). Siendo estos grupos taxonómicos los más representativos de los bosques nublados de la Cordillera occidental de los Andes. Todas las especies registradas son consideradas residentes de Perú.

xxxi. La riqueza de especies es muy significativa en el área de estudio, ya que se registraron 18 especies incluidas en alguna categoría de conservación nacional o internacional o endémica, debido que es un hábitat con áreas continuas y fragmentos de bosques, y con áreas intervenidas, están manteniendo una gran diversidad de especies, para lo cual se debe mantener la cobertura natural boscosa.

xxxii. La mayor riqueza de especies y abundancia se registró en el hábitat de bosque nublado, asimismo obtuvo el mayor valor de diversidad.

xxxiii. Según el índice de similitud Morisita, respecto a la similitud entre hábitats, los hábitats Bosque Nublado y Áreas Intervenidas presentaron una similitud de 61 %, mientras que entre el Bosque Nublado y Bosque Ribereño solo se registró una similitud del 7 %. El alto valor de similitud entre el Bosque Nublado y Áreas Intervenidas se debe a la proximidad y continuidad entre ellos, mientras que las especies que hacen uso del Bosque Ribereño tienen un rango de distribución altitudinal menor.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

xxxiv. Con el presente estudio se evidencia la singularidad y diversidad de aves en los bosques nublado de la vertiente occidental en el departamento de Cajamarca, siendo estos bosques de interés, ya que albergan avifauna típica de bosques continuos del bosque nublado. Las amenazas que enfrentan las aves es la deforestación para la conversión a campos de cultivos e invernas para el pastoreo de ganado y la caza oportunista para consumo humano (pavos y palomas).

13. RECOMENDACIONES

i. Remitir copia del presente informe al Gobierno Regional de Cajamarca.

ii. Remitir copia del presente informe a la Municipalidad Provincial de Chota.

iii. Remitir copia del presente informe a la Municipalidad Distrital de Querocoto.

iv. Remitir copia del presente informe al Ministerio de Energía y Minas.

v. Remitir copia del presente informe a la Autoridad Nacional del Agua-ANA.

vi. Remitir copia del presente informe a la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria - DIGESA.

vii. Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión del OEFA, para conocimiento y fines, en función de sus competencias.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albrecht, T. (2007). Using sequential hydrochemical analyses to characterize water quality variability at Mamm Creek gas field area, southeast Piceance basin, Colorado. Memoria para optar al grado de Master of Science (Hidrology) Colorado School of Mines.

Alfayate, J. (2008). Contaminación Ambiental una Visión desde la Química: Características de las Aguas Naturales. Madrid. España. PARANINFO. 41- 62 p.

Alloway B. J. (1995). "heavy metals in soils". Blakie Academic & Professional. Second Edition. UK.

APHA. (2012). Standard methods for the examination of water and waste water, 22 nd edn. American Public Health Association, Washington, DC.

Amanzo, J., Acosta, R., Aguilar, C., Eckardt, K., Baldeón, S. & Pequeño, T. (2003). Evaluación biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y zonas aledañas. Amanzo eds. Informe WWF - OPP: QM-91.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Angulo Pratolongo, F. (2009). Peru. Important Birds Areas Peru. Pp 307 - 316 in C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International. BirdLife Conservation Series Nº 16.

ANZECC (Australian and New Zealand Environment Conservation Council). (2000). An introduction to the Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. National Water Quality Management Strategy, Camberra, Australia.

Arakeri, G. (2013). Evaluation of the possible role of copper ions in drinking water in the pathogenesis of oral submucous fibrosis: A pilot study. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 52: 24-28.

Armienta-Hernández, M.A., Rodríguez-Castillo, R., Ceniceros N., Juárez F., Cruz O., (1996). Distribution, origin and fate soils in Guanajuato Mexico: Environmental Pollution, 9, 391-397.

Arranz-González, J.C. (2008): Planes de actuación sobre territorios con abundantes pasivos ambientales mineros. Seminario: Evaluación y recuperación ambiental de espacios mineros. Pasivos ambientales mineros. Centro de Formación de la AECID, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 14 a 17 de octubre, pp. 2.

ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry). (1999). Reseña toxicológica del mercurio y compuestos del mercurio. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, 13 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry). (2000). Reseña toxicológica del cromo. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, 10 p.

Barrio, J. (2009). Química: Determinación experimental del Ión Cloruro. Madrid. España. EDITEX. 235 p.

Beita, W. (2008). Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la cuenca del río Rincón en la Península de Osa, Puntarenas, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración de la Comisión de Trabajos Finales de Graduación para optar por el grado de Licenciado en Química. 13-28 pp.

Brack, A. (2008). "Perú, país de bosques". Editorial Graf Ediciones.Lima.178-180 pp.

Brack, A. (1986). Las ecorregiones del Perú. Boletín de Lima 44: 57-70.

Barba, L.; (2002). Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del área Académica Santiago de Cali. Colombia.

Bibby C., Jones, M. & Marsden, S. (1998). Expedition Field Techniques; bird surveys, expedition advisory centre, London.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Boesman, P. (2009). Birds of Peru – MP3 Sound Collection (1.0) (Product code MP10). Merelbeke, Belgium.

Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs, 27(4), 325-349.

Brown, L. (2004). Química la Ciencia Central. Novena edición (en Línea) México. Consultado el 21 de diciembre de 2017. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=jbNCBpVw E9AC&pg=PA57&dq=los+iones+m%C3%A1s+frecuentes+son+los+Na%2B,+K%2B +y+Fe&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjI-uW7iJzYAhVBkZAKHfbFDtcQ6AEIJTAA#v=onepage&q= los%20iones%20m%C3%A1s%20frecuentes%20son%20los%20Na%2B%2C%20K %2B%20y%20Fe&f=false.

Cabrera, A; Beltrán, R; Pacheco, J; Frías, J; Ramírez, J. (1997). Calidad del agua subterránea en un campo experimental hortícola en el estado de Yucatan. (En línea). México . Disponible en http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/mexicona/R-0093.pdf (Fecha de consulta: 18 agosto 2015)

Carrera Reyes, C., & Fierro Peralbo, K. (2001). Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia.

Chorus, I. & Mur, L. (1999). Preventative measures. In: Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. Chorus, I. & Bartram, J. (eds), E & FN Spon Publishers.

Convention on Migratory Species (CMS). (2015). Appendices I and II. [Internet]. Disponible en : http://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms (Fecha de consulta: 6 de octubre 2017).

Crespo, S. (2009). Aves del Bosque Nublado de los Molinos-Lanchuran, Ayabaca, Piura. Naturaleza y Cultura Internacional. Piura, Perú.

Crisci, J.V.; López Armengol, M.F. (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, DC: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, OEA, Serie de Biología.

CITES. (2017). Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Disponible en: http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/ (Fecha de consulta: 5 setiembre y 6 de octubre 2017).

Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MONITOREO Y VIGILANCIA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Vº Bº

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Delgado-V., C.A., A. Arias-Alzate, S. Botero & J.D. Sánchez-Londoño. (2011). Registro de *Cuniculus taczanowskii* (Rodentia: Cuniculidae) y *Eira barbara* (Carnivora: Mustelidae) en una zona periurbana de Medellín, Colombia. Brenesia 75-76: 124-126.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA. (2015). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. EEUU. 82 p.

DOCE. (2000). *Directiva Marco en Política de Aguas de la Comunidad Europea (2000/60/CE)*, Bruselas.

Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. (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. 32 pp.

Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI del 8 de abril de 2014. Lima: Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

Fjeldsa, J.; Krabbe, N. (1990). Birds of the High Andes. Copenhague, Dinamarca, Zological Museum.

Franke, I. (1992). Biogeografía y ecología de las aves de los bosques montanos del Perú occidental. in Young, K. R. & Valencia, N. (Eds.) Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural. Universidad. Nacional de San Marcos. U.N.M.S.M. (Lima) 21: 181-188.

Gregory, D. R., Gibbons, W. D. & Donald, F. P. (2005). Bird census and survey techniques. En Sutherland, W. J., Newton, I., & Green, R., Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. Techniques in Ecology & Conservation Series Oxorford University Press Inc., New York. pp.1-371.

González, L. (2011). Química General para las Ciencias Ambientales: Equilibrio Ácido-Base. Valencia. España. Edición Universitat de València 194 p.

González, H. & Ramirez, M. (1995). The effect of nickel mining and metallurgical activities on the distribution of heavy metals in Levisa Bay, Cuba. J. Geochem. Explore 52 (1-2): 183-192.

Guerrero. (1998). Interpretación de Análisis de Suelos y recomendaciones. Universidad Nacional Agraria la Molina – UNALM. Lima, Perú.

Guerrero, J. P., I. Pla-Sentís & R. Camacho. (2004). Génesis de un suelo sódico alcalino en Chaguaramas, Venezuela. Agronomía Trop. 54: 433-460.

Guías de calidad del aire de la OMS. (2006). relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontological Electronica 4 (1):9.pp. Disponible en http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hill, M. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432.

International Union for the Conservation of Nature -IUCN. (2017). IUCN Red List of Threatened Species. [Internet] Disponible en: http://www.iucnredlist.org/. [Fecha de consulta: 4 de setiembre 2017].

Illaseñor, A.1979. Distribución Vertical de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, Durante la primavera de 1976. (en línea). México. Disponible en: http://calcofi.org/~calcofi/publications/calcofireports/v20/Vol_20_Villasenor Casales.pdf. (Fecha de consulta: 22 de marzo de 2015)

Jenkins, D. (2009). Química del Agua: Reacciones de Oxidación-Reducción. México D.F. México. Editorial LIMUSA, S.A. 351-466 p.

Jiménez., C., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J., and Tello, G. (2010). Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. Rev. Peru. biol. 17(2): 191 – 196, Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Jorgensen, S.E. (2009). *Ecosystem ecology*: London: Elsevier Ltd, Oxford.

Jost, L. (2006). *Entropy and siversity*. Oikos 113: 363 – 375.

Lewis, B. & Landing, W. (1992). The investigation of dissolved and suspended particulate trace metals fractionation in the Black Sea. Mar. Chem. 40: 105-14.

López, P. (2013). Fontanería y Uso Racional del Agua: Tuberías de Plomo. España. 103 p.

Li L., Zheng B. y Liu L. (2010). Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environ*. Sci 2. 1510 – 1524.

Mackenzie, L. (2005). Ingeniería y Ciencias Ambientales.: Administración de la Calidad del Agua. México D.F. México. McGraw-Hill. 279-338 p.

Maneechan, W., & Prommi, T. O. (2015). Diversity and distribution of aquatic insects in streams of the Mae Klong watershed, Western Thailand. *Psyche: A Journal of Entomology*, *2015*.

McNeely, R. N., V. P. Neimanis & L. Dwyer. (1979). Water Quality Sourcebook: A guide to water quality parameters. Ottawa, Ottawa, Canada.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Marr, LL., Cresser, M.S. y Gómez Ariza, J.L. (1990). "Química Analítica del medio ambiente". Ed. Univ. Sevilla.

Metcalf y Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery: Wastewater Characteristics. Nueva York. Estados Unidos de América. 5taed. McGraw-Hill. 57- 171 p.

Metcalf & Eddy, INC. (1984). Ingeniería Sanitaria: tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Ed. Labor. Madrid, 1380 pp.

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú - Minagri. (2014). Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo No. 004-2014-MINAGRI. Diario Oficial El Peruano, Lima.

Ministerio del Ambiente-Minam. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

Moore, J. & Ramammorthy, S. (1984). Heavy metal in natural waters. Pergamon Press, U. K. 268 pp.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza. 84 pp.

Moreno, C. E. & Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. Journal of Applied Ecology, 37(1), 149–158. doi:10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x

Moreno, C.; Barragán, F.; Pineda, E. y Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82, 1249-1261.

OEFA. (2017). (*in* prensa) Evaluación de fauna silvestre en el monitoreo ambiental participativo realizado en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco.

OEFA. (2017). Informe N° 081-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA. Evaluación ambiental temprana en el futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2012). Subíndice de Uso Sustentable del Suelo: Metodología de Cálculo. México. 53 p.

Packham, R.F. (1994). The contamination of water from agriculture. In: A.M.B Golding, N. Noah and R. Stanwell-Smith *Water and Public Health*. Sith Gordon and Co. Limited and Nishimura Co. Limited, 145-154.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Parker, III. T. A. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. Auk 108:443–444.

Parker, III. T. A., Schulenberg, T. S., Graves, G. R. & Braun, M. J. (1985). The avifauna of the Huancabamba region, northern Peru. In Buckley P. A., Foster, M. S., Morton, E. S., Ridgely, R. S. & Buckley F. G. (Eds.). In Neotropical ornithology. Ornithological Monographs, no. 36: 169-19.

Peinador, M. (1999). Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. *Revista de Biología Tropical*, *47*(3), 381-391.

Pielou, E. C. (1984). The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. New York: John Wiley & Sons.

Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity* (No. 574.524018 P5).

Potash y Phosphate Institute of Canada -PPIC. (1998). Manual de Fertilidad de los Suelos. Georgia. 85 p.

Plenge, M. A. (2014). Especies y subespecies de las aves del Perú. Lima, Perú. https://sites.google.com/site/boletinunop/subespecies (Fecha de consulta: 1 octubre 2017).

Plenge, M. A. (2017). Lista de las Aves de Perú. Disponible en Disponible https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist (Fecha de consulta: 2 de octubre 2017).

Plenge, M. A., Schulenberg T.S. & Valqui, T. (2017). Species lists of birds for South American countries and territories: [Perú]. Disponible en http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.html. [Fecha de consulta: 5 noviembre 2017].

Postawa, A. (2013). Best Practice Guide on the Control of Iron and Manganese in Water Supply. London. United Kingdom. British Library. 30 p.

Prat, Narcís, Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. (pp. 631-654). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Rajagopal, S. Operational and Environmental Consequences of Large Industrial Cooling Water System: Metals. Nueva York. Estados Unidos de América. Springer. 249 p.

Ralph, C.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T.; DeSante, D. & 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Ríos-Uzeda, Boris Robert B. Wallace y Julieta Vargas. (2004). La jayupa de la altura (*Cuniculus taczanowskii*, rodentia, Cuniculidae), un nuevo registro de mamífero para la fauna de Bolivia. Mastozoología Neotropical / J. Neotrop. Mammal.; 11(1):109-114.

Ríos-Touma, Blanca; Acosta, Raúl; Prat, Narcís. (2014). *The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation*. Revista de Biología Tropical, Abril, 249-273.

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.

Roldán, G. (2003). Bioindicacion de la calidad del Agua en Colombia. Universidad de Antioquia, Colombia. 170 pp.

Sadid, M. (1992). Toxic metal chemistry in marine environments. Pergamon Mercel Dekker Inc. New York, USA. 390 pp.

Sandí, W. (2010). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica: Cloruros. Cuadernos de Investigaciones UNED. 2(2): 157-179.

Scalone. (2015). Propiedades Físicas de loa Suelos. Instituto de Agrimensura de Uruguay. Uruguay. 43 p.

Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P. & Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.

Stattersfield, A.; Crosby, M; Long, A. y D. Wege. (1998). Endemic Bird Area of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife Conservation Series N 7. Cambrigde U.K: BirdLife International.

Stolz, D.F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T.A. & Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation: Chicago, EE.UU. Chicago University Press.

Tobler, M. (2013). Camera Base Versión 1.6, User guide. Available on line at http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf.

Tobon C. (2009). Bosques Andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional ECOBONA-INTERCCOOPERATION, CONDESAN. Quito.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) - Museo de Historia Natural (MHN) y Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. LIMA, PERU. / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio del Ambiente. 75 p.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (2007), Manual de Practicas de Edafología. LIMA, PERU. 17-70p.

Upadhyayula, V. (2009). Application of Carbon Nanotube Technology for Removal of Contaminants in drinking water. Science of Total Environment. 408: 1-13.

Van Dam, H., Mertens, A., & Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Aquatic Ecology*, *28*(1), 117-133.

Vargas, L. (2004). Tratamiento de Agua para Consumo Humano Plantas de Filtración Rápida: Calidad del Agua. Lima. Perú. 1-47 p.

Vellinga, W. P., Flanagan, J. N. M. & Mark, T. R. (2004). New and interesting records of birds from Ayabaca province, Piura, north-west Peru. Bull. B. O.C. 124(2): 124142.

Warwick, R.M. & Clarke, K.R. (1995). New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Marine Ecology Progress Series, 129(2), 301-305.

Wetzel, R.G. (2001). Limnology; lake and River Ecosystem 3rd ed. Academic Press New York 1006 pp.

Weigend, M.; Rodriguez, E.; C, Arana. (2005). The relict forest of Northwest Peru and Southwest Ecuador. Weigend, Rodríguez y Arana (Comps) Revista. Peruana. Biología. 12(2): 185-194.

Webster, J. G., Swedlund, P. J. y Webster, K. S. (1998). Environmental Science and Technology, 32, 1361-1368.

Weiner, E. (2013). Applications of Environmental Aquatic Chemistry: Sulfate. Estados Unidos de América. 3eraed. Taylor and Francis Group. 527-529 p.

Young, K. R. y N. Valencia. (1992). Los Bosques Montanos del Perú. En: Young, K R. y N. Valencia (Eds), Biogeografía, Ecología y Conservación del Bosque Montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural, UNMSM (Lima), 21: 5-9.

Zúñiga, M. del C. y Cardona, W. (2009). Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. Pp. 167-198, En: Cantera, J., Carvajal, Y. y Castro, L. (Compiladores). Caudal ambiental: conceptos experiencias y desafíos. Programa Editorial de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

15. ANEXOS

- Anexo A : Actores involucrados

  Anexo A1 : Ficha social, listado de participantes del MAP y registro fotográfico – Visita de reconocimiento.

  Anexo A2 : Actas, listado de participantes del MAP y registro fotográfico – Etapa de coordinación previa con los actores involucrados.

  Anexo A3 : Listado de participantes del MAP y registro fotográfico – Etapa de taller de inducción y presentación de la propuesta del plan de monitoreo.

  Anexo A4 : Actas, listado de participantes del MAP – Etapa de ejecución del monitoreo.

- Anexo B : Calidad de agua.

  Anexo B1 : Mapa de puntos de muestreo.

  Anexo B2 : Fichas de campo.

  Anexo B3 : Registros de ajuste y verificación.

  Anexo B4 : Registro fotográfico.

  Anexo B5 : Sistematización, informes de ensayo y cadenas de custodia.

  Anexo B6 : Certificados de calibración de equipos.

- Anexo C : Comunidades hidrobiológicas.

  Anexo C1 : Mapa de puntos de muestreo.

  Anexo C2 : Fichas de campo.

  Anexo C3 : Registro fotográfico.

  Anexo C4 : Clasificación taxonómica, Informes de ensayo, y cadenas de custodia de Macroinvertebrados bentónicos.

  Anexo C5 : Clasificación taxonómica de perifiton y fuentes de referencia.

MONITOREO Y VIGILANCIA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN V°B°

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Anexo C6	:	Puntuación de famílias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice ABI.
	:	
- Anexo D		Calidad de aire.
Anexo D1	:	Mapa de puntos de muestreo.
Anexo D2	:	Fichas de campo
Anexo D3		Registro fotográfico.
Anexo D4	:	Certificados de calibración de equipos.
Anexo D5	:	Cálculos, informes de ensayo y cadenas de custodia.
- Anexo E	:	Calidad de suelo.
Anexo E1	:	Mapa de puntos de muestreo.
Anexo E2	:	Fichas de campo.
Anexo E3	:	Registro fotográfico.
Anexo E4	:	Sistematización, informes de ensayo y cadenas de custodia.
- Anexo F	:	Fauna silvestre.
Anexo F1	:	Mapa de ubicación de las cámaras trampa.
Anexo F2	:	Registro fotográfico de mamíferos silvestres.
Anexo F3	:	Mapa de evaluación de aves
Anexo F4	:	Registro fotográfico de aves.
Anexo F5	:	Riqueza de espécies y abundancia en los hábitats evaluados por zona de muestreo en el área de estudio.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900