



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

INFORME N.º 351 -2018-OEFA/DEAM-STE



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

DE : **LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS**
Subdirector de la Subdirección Técnica Científica

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

RINA TORRES PEREIRA
Especialista de Evaluaciones Ambientales

VICTOR MANUEL OLIVARES ALCANTARA
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

MANUEL RAMÓN DE LA CRUZ DÍAZ
Tercero Evaluador III

GERARDO DYDSON HERRERA YAPO
Tercero Evaluador IV

CRISTHIAN CHAVARRY CASTRO
Tercero Evaluador IV

ASUNTO : Informe de vigilancia ambiental de la calidad de agua superficial en el área de influencia de la unidad minera Tantahuatay administrada por la Cía. Minera Coimolache S.A., en los distritos Chugur y Hualgayoc, provincia Hualgayoc, departamento Cajamarca, en el 2018

CUE : 2018-02-0007

REFERENCIA : Planefa 2018

FECHA : Lima, 30 NOV. 2018

2018-J01-43572

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la vigilancia ambiental realizada en el área de influencia de la unidad minera Tantahuatay (en adelante, UM Tantahuatay) son presentados en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1. Información general de la vigilancia ambiental en la UM Tantahuatay

a.	Ubicación general	Distritos de Chugur y Hualgayoc, provincia de Hualgayoc y departamento Cajamarca.
b.	Ámbito de influencia	Área de influencia de la UM Tantahuatay administrada por la Cía. Minera Coimolache S.A.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

c.	Problemática	Presunta afectación de los cuerpos de agua superficiales ubicados en el área de influencia de la UM Tantahuatay en el departamento Cajamarca.
d.	Antecedentes	Planefa 2018
e.	Tipo de evaluación	Vigilancia ambiental
f.	Periodo de ejecución	Mayo, agosto y octubre de 2018

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

El número de puntos evaluados en la vigilancia realizada en el área de influencia de la UM Tantahuatay y los principales resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Resumen del componente evaluado y los resultados obtenidos en la vigilancia ambiental en la UM Tantahuatay durante el 2018

Componente evaluados	Número de puntos evaluados	Incumplimiento de ECA u otras normas de referencia	Parámetros que incumplen	Mes de monitoreo	Puntos que incumplen
Agua superficial	18	Sí (a), (b)	Potencial de hidrógeno (pH)	Mayo	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Azufre: QEAzu1, QEAzu2 Quebrada Tacamache: QTaca1 y QTaca2 Quebrada El Hueco 2: QEHue1 y QEHue2 Quebrada Las Gradadas: QLGra1 y QLGra2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie1 y QPHie2 Quebrada Melchos: QMelc1
				Agosto	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Azufre: QEAzu1, QEAzu2 Quebrada Tacamache: QTaca1 y QTaca2 Quebrada El Hueco 2: QEHue2 Quebrada Las Gradadas: QLGra1 y QLGra2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie1 y QPHie2
				Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Azufre: QEAzu1, QEAzu2 Quebrada Tacamache: QTaca1 y QTaca2 Quebrada El Hueco 2: QEHue1 Quebrada Las Gradadas: QLGra1 y QLGra2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie1 y QPHie2



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Componente evaluados	Número de puntos evaluados	Incumplimiento de ECA u otras normas de referencia	Parámetros que incumplen	Mes de monitoreo	Puntos que incumplen
		Sí ^(c)		Mayo Agosto Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Laguna Vira Vira: LVVir1 Laguna Las Gemelas: LLGem1 Laguna Los Gentiles: LLGen1 Laguna Las Auroras 5: LAuro1
		Sí ^{(a), (b)}	Aluminio	Mayo	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Melchos: QMelc1
	Agosto			<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1 y QLGr2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie2 	
	Octubre			<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1, QLGr2 	
		Sí ^{(a), (b)}	Cobre	Mayo	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1 y QLGr2 Quebrada Melchos: QMelc1
				Agosto Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1, QLGr2
		Sí ^{(a), (b)}	Hierro	Mayo	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1 Quebrada Melchos: QMelc1
				Agosto	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1 y QLGr2
				Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Las Gradadas: QLGr1
		Sí ^{(a), (b)}	Manganeso	Mayo	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Azufre: QEAzu1 Quebrada El Hueco 2: QEHue1 y QEHue2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie2 y QPHie3 Quebrada Melchos: QMelc1 Quebrada Tres Amigos: QTAmi1
				Agosto Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Azufre: QEAzu1 Quebrada El Hueco 2: QEHue2 Quebrada Puente La Hierba: QPHie2 y QPHie3 Quebrada Tres Amigos: QTAmi1
		Sí ^(a)	Selenio	Agosto	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Hueco 2: QEHue1
				Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada El Hueco 2: QEHue1 y QEHue2
		Sí ^(c)	Cadmio*	Agosto Octubre	<ul style="list-style-type: none"> Laguna Los Gentiles: LLGen1



[Handwritten signature]



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Componente evaluados	Número de puntos evaluados	Incumplimiento de ECA u otras normas de referencia	Parámetros que incumplen	Mes de monitoreo	Puntos que incumplen
		Sí ^(c)	Plomo	Octubre	• Laguna Vira Vira: LVVir1

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

(a): ECA para agua, Categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D1 (riego de cultivo de tallo alto y bajo). Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM y N.° 004-2017-MINAM.

(b): ECA para agua, Categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), Subcategoría D2 (bebida de animales). Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM y N.° 004-2017-MINAM.

(c): ECA para agua, Categoría 4 (conservación del ambiente acuático), Subcategoría E1 (lagunas y lagos). Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM y N.° 004-2017-MINAM

(*): Solo para el caso del DS N.° 015-2015-MINAM

3. ANTECEDENTES

La Tabla 3-1, detallan los informes de evaluaciones ambientales realizadas por la Dirección de Evaluación (actualmente, Dirección de Evaluación Ambiental¹) en los años 2015, 2016 y 2017, respecto a la UM Tantahuatay, así como los principales parámetros que excedieron los ECA para agua del Decreto supremo N.° 002-2008-MINAM y Decreto supremo N.° 004-2017-MINAM.

Tabla 3-1. Informes elaborados por la Dirección de Evaluación Ambiental

N.°	Informe	Número de informe	Fecha de aprobación	Resultados		
				Componente	Zona crítica	Parámetros que excedieron los ECA para agua
1	Monitoreo de calidad de agua en la cuenca alta del río Llaucano y afluentes, ubicados en los distritos de Hualgayoc y Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, realizado en mayo de 2015	INFORME N.° 173-2015-OEFA/DE-SDCA	04 de noviembre de 2015	Agua superficial	Quebrada Puente Hierba La	Potencial de hidrógeno (pH)
					Quebrada Mesa de Plata	Cadmio, cobre, hierro, manganeso, zinc y plata
2	Evaluación ambiental de la Intercuenca Alto Marañón IV durante el año 2016	INFORME N.° 103-2016-OEFA/DE-SBLB-CEAI	11 de noviembre de 2016	Agua superficial	Quebrada Mesa de Plata	Potencial de hidrógeno (pH), manganeso, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc
					Quebrada Puente Hierba La	Potencial de hidrógeno (pH)
					Laguna Vira Vira	Potencial de hidrógeno (pH)
3	Evaluación Ambiental en el área de influencia de las unidades fiscalizables en la provincia de Hualgayoc durante el 2017	INFORME N.° 093-2017-OEFA/DE	12 de diciembre de 2017	Agua superficial	Quebrada Mesa de Plata	Potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica
					Quebrada Las Gradass	Potencial de hidrógeno (pH), aluminio, cobre

¹ Según el reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Decreto Supremo N.° 013-2017-MINAM aprobado el 20 de diciembre de 2017.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

N.º	Informe	Número de informe	Fecha de aprobación	Resultados		
				Componente	Zona crítica	Parámetros que excedieron los ECA para agua
				Quebrada Tacamache	Potencial de hidrógeno (pH)	
				Quebrada El Azufre	Potencial de hidrógeno (pH)	
				Quebrada Hueco 2	Potencial de hidrógeno (pH), selenio, manganeso	
				Quebrada Melchos	Potencial de hidrógeno (pH), aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso, zinc	
				Laguna Aurora 5	Potencial de hidrógeno (pH)	
				Laguna Aurora 1	Potencial de hidrógeno (pH)	
				Laguna Aurora 2	Potencial de hidrógeno (pH), cobre	
				Laguna Gemelas	Potencial de hidrógeno (pH)	
				Los Gentiles	Potencial de hidrógeno (pH), cobre, plomo	

Las evaluaciones ambientales realizadas por la Dirección de Supervisión (actualmente Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas) en el 2017, así como los principales resultados obtenidos para agua superficial, son presentados en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Informes aprobados por la Dirección de Supervisión

Número de informe	Descripción	Fecha de aprobación	Resultados		
			Componente	Zona crítica	Parámetros que excedieron(*)
N.º 290-2017-OEFA/DS-MIN	Resultados de la supervisión regular realizada del 9 al 12 de agosto del 2016 a la Unidad Minera "Tantahuatay" de titularidad de la Compañía Minera Coimolache S.A.	09 de marzo de 2017	Agua superficial	Quebrada Tantahuatay	Potencial de hidrógeno (pH), cobre (Cu), plata (Ag) y zinc (Zn)
				Quebrada Puente La Hierba	Potencial de hidrógeno (pH) y aluminio (Al)
				Quebrada Tacamache	Potencial de hidrógeno (pH)
				Laguna Aurora 2	
				Laguna Aurora 4	Cadmio (Cd), plomo (Pb) y zinc (Zn)
				Laguna Los Gentiles	
Laguna Kiwillas	Nitratos y cadmio (Cd)				
N.º 450-2017-OEFA/DS-MIN	Resultados de las acciones de supervisión especial a la Unidad fiscalizable "Tantahuatay" de titularidad de la Compañía Minera Coimolache	05 de mayo del 2017	Agua superficial	Quebrada Tantahuatay	Potencial de hidrógeno (pH), cobre (Cu), aluminio (Al) y hierro (Fe)
				Laguna Auroras	Potencial de hidrógeno (pH).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Número de informe	Descripción	Fecha de aprobación	Resultados		
			Componente	Zona crítica	Parámetros que excedieron(*)
	S.A., realizada del 15 al 17 de febrero de 2017				
N.º 885-2017-OEFA/DS-MIN	Resultados de las acciones de supervisión especial a la Unidad fiscalizable "Tantahuatay" de titularidad de la Compañía Minera Coimolache S.A., realizada del 14 de diciembre de 2016	03 de octubre del 2017	Agua superficial	Quebrada Tantahuatay Laguna Auroras Las	Potencial de hidrógeno (pH). Potencial de hidrógeno (pH), cobre(Cu) y hierro (Fe).

(*): Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM) y Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM), Categoría 3.

El Planefa 2018, aprobado mediante resolución de Consejo Directivo N.º 037-2017-OEFA/CD, contempla la vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Tantahuatay, cuyos resultados y análisis fueron compartidos con la Dirección de Supervisión Ambiental mediante informes aprobados, los que detallan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Informes de vigilancia ambiental de agua superficial de 2018 en el área de influencia de la UM Tantahuatay

Informe	Fechas de monitoreo
N.º 211-2018-OEFA/DEAM-STEAC	8 al 10 de mayo de 2018
N.º 294-2018-OEFA/DEAM-STEAC	3 al 6 de agosto de 2018

El presente informe, incluye también los resultados obtenidos en la vigilancia ambiental realizada del 13 al 17 de octubre de 2018, la cual fue aprobada mediante el Memorándum N.º 694-2018-OEFA/DEAM-STEAC asignada con el CUC: 002-10-2018-401.

4. OBJETIVO

Determinar el comportamiento y la calidad ambiental del agua superficial en el área de influencia de la de la UM Tantahuatay en los distritos Chugur y Hualgayoc, provincia Hualgayoc, departamento Cajamarca, en el 2018.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio para la vigilancia ambiental, se circunscribe al área de influencia de la UM Tantahuatay de la Cía. Minera Coimolache S.A. y comprende a dos unidades hidrográficas: Intercuenca Alto Marañón IV y



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cuenca Chancay - Lambayeque. Específicamente considera a las quebradas Tacamache, Azufre, Puente La Hierba, El Hueco 2, Tres Amigos, Las Gradas y Melchos; las lagunas Las Gemelas, Los Gentiles, Vira Vira, La Aurora 5; y la depresión topográfica, ubicadas en el área de influencia directa de la UM Tantahuatay.

Cabe precisar que la UM Tantahuatay desarrolla sus operaciones en territorio que corresponden a los distritos de Chugur y Hualgayoc, de la provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca (Anexo 1).

Los puntos de monitoreo para la vigilancia ambiental del agua superficial en la UM Tantahuatay, se encuentran distribuidos en 7 quebradas, 4 lagunas y 1 depresión topográfica, ubicadas principalmente dentro de la unidad minera y a las dos unidades hidrográficas.

6. METODOLOGÍA

El desarrollo del proceso de vigilancia ambiental incluye aspectos técnicos y normativas que aseguren una correcta evaluación ambiental. A continuación, se detalla lo siguiente:

6.1. Protocolo de monitoreo

El monitoreo del agua superficial empleó el «Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales» de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y las secciones de interés son detalladas en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1. Protocolo de monitoreo utilizado en la vigilancia ambiental de la calidad de agua superficial en la UM Tantahuatay

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	Perú	Autoridad Nacional del Agua	Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA	2016
	6.12. Medición de las condiciones hidrográficas				
	6.14. Medición de los parámetros de campo				
	6.15. Procedimiento para la toma de muestras				
	6.16. Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras				





«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
	6.17. Aseguramiento de la calidad del monitoreo				
	6.18. Actividades post muestreo				

6.2. Ubicación de los puntos de monitoreo para la vigilancia ambiental

La red de vigilancia ambiental en el área de influencia de la UM Tantahuatay comprende 18 puntos de monitoreo, los cuales son distribuidos en:

- Cuerpos de agua lóticos, como son las quebradas; El Azufre (2 puntos), Puente La Hierba (3 puntos), El Hueco 2 (2 puntos), Tacamache (2 puntos), Las Gradadas o Tantahuatay (2 puntos), Tres Amigos (1 punto) y Melchos (1 puntos).
- Cuerpos de agua lénticos, como son las lagunas Vira Vira, Las Gemelas, Los Gentiles y La Aurora 5 (1 punto en cada una de ellas).
- En una depresión topográfica, como es La Aurora 5A (1 punto).

La descripción y georreferenciación de los referidos puntos de monitoreo son detallados en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2. Ubicación de los puntos de monitoreo para la vigilancia ambiental de la UM Tantahuatay

N.º	Códigos de puntos de monitoreo		Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
	2017*	2018	Este (m)	Norte (m)		
QUEBRADAS						
1	QAZ-01-AA**	QEAzu1	753406	9254069	3810	Punto ubicado en el sector sur de la naciente de la quebrada El Azufre, cercana al Pad de lixiviación Ciénaga Norte.
2	QAZ-01**	QEAzu2	752750	9255664	3624	Punto ubicado en la quebrada El Azufre, aguas abajo de la poza de sedimentación y de los depósitos de material orgánico 1 y 2.
3	QH-01**	QEHue1	757555	9252957	3770	Punto ubicado en la quebrada El Hueco 2, al pie de la fase 3 del PAD Tantahuatay.
4	QH-02**	QEHue2	757577	9252747	3751	Punto ubicado en la quebrada El Hueco 2, entre la fase 2 y 3 del PAD Tantahuatay.
5	QTC-02**	QTaca1	754743	9255308	3772	Punto ubicado en la quebrada Tacamache, colindante con el depósito de material estéril Ciénaga.



[Handwritten signature]



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

N.º	Códigos de puntos de monitoreo		Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
	2017*	2018	Este (m)	Norte (m)		
6	-----	QTaca2	753284	9256422	3605	Punto ubicado en la quebrada Tacamache, aguas abajo del vertimiento de la planta de tratamiento de agua industrial (E-4) de la UM Tantahuatay.
7	QGR-AA**	QLGra1	756730	9255260	3804	Punto ubicado en la naciente de la quebrada Las Gradadas y aguas abajo del depósito de material estéril (DME 3) Tantahuatay.
8	QGR-01	QLGra2	755968	9256308	3712	Punto ubicado en la quebrada Las Gradadas, a la altura de la carretera a Castinaldo y aguas abajo del tajo Tantahuatay.
9	QPH-01	QPHie1	756319	9253720	3872	Punto ubicado en la quebrada Puente La Hierba, aguas arriba del punto de vertimiento de efluentes cianurados (E-2).
10	QPH-03**	QPHie2	756705	9253247	3817	Punto ubicado en la quebrada Puente La Hierba, aguas abajo del punto de vertimiento E-2 de la planta de procesos y del PAD fase 1.
11	-----	QPHie3	757340	9252846	3770	Punto ubicado en la quebrada Puente La Hierba, aguas abajo del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas ácidas (E-1B).
12	QTA-02-V	QTAmi1	758419	9254986	3846	Punto ubicado en la quebrada Tres Amigos, después de la poza de sedimentación del agua de no contacto del canal de coronación del depósito de material estéril.
13	QMEL**	QMelc1	757100	9256622	3852	Punto ubicado en la quebrada Melchos, aguas abajo del dique del PAD de lixiviación de la UM Tantahuatay - ampliación Ciénega Norte.



[Handwritten signature]



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

N.º	Códigos de puntos de monitoreo		Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17 M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
	2017*	2018	Este (m)	Norte (m)		
LAGUNAS						
14	LVV-01	LVVir1	756254	9253816	3875	Punto ubicado en la laguna Vira Vira (parte noroeste de la laguna).
15	LGM-02	LLGem1	756731	9255833	3813	Punto ubicado en el lado noreste de la laguna Las Gemelas.
16	LLG-01	LLGen1	757909	9255282	3880	Punto ubicado en el lado noroeste de la laguna Los Gentiles.
17	LAU-05**	LAuro1	756893	9256493	3850	Punto ubicado en el lado noreste de la laguna La Aurora 5.
DEPRESIÓN TOPOGRÁFICA						
18	-----	LAuro2	756696	9256438	3859	Punto ubicado sobre una depresión topográfica La Aurora 5A (parte noroeste de la laguna).

(*) Códigos de los puntos de muestreo del Informe N.º 093-2017-OEFA-DE-SDLB-CEAME.

(**) Coordenadas de los puntos de monitoreo que fueron reubicados según los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA).

Cabe precisar la quebrada Los Melchos como consecuencia de la temporada de estiaje se encontraron sin flujo de agua (seco) durante las evaluaciones de agosto y octubre de 2018, por lo que no se cuenta con registro de datos en el punto (QMelc1)

6.3. Parámetros evaluados y equipos utilizados

6.3.1. Caudal

El caudal (Q) es una variable de importancia a ser considerada en las evaluaciones ambientales en los cuerpos de agua superficial, ya que está directamente relacionada con la carga contaminante y su capacidad de disolución o amortiguamiento,

Para determinar los caudales de las quebradas mencionadas, se determinaron estaciones de aforo, punto donde se realizaron las mediciones de la sección del cauce y velocidad de la corriente de agua, que para el presente caso se determinaron 13 estaciones de aforo distribuidas en todas las quebradas evaluadas (ver Anexo 4).

6.3.2. Parámetros de campo y laboratorio

Para la vigilancia ambiental se consideró la evaluación de los parámetros campo (mediciones *in situ*) y de laboratorio (analizados en un laboratorio acreditado). El detalle de cada uno de ellos, se presentan en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3. Parámetros evaluados de agua superficial correspondiente a la vigilancia ambiental en la UM Tantahuatay

Parámetro	Unidad
Campo (<i>in situ</i>)	
Temperatura	°C





«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Parámetro	Unidad
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH
Oxígeno disuelto	mg/L
Conductividad	µS/cm
Laboratorio	
Metales totales (incluido el mercurio)	mg/L
Cianuro libre	mg/L
Cianuro wad	mg/L

En cada punto de monitoreo se realizaron *in situ* las mediciones los parámetros de campo: potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE) y temperatura (T) así como, la colecta de muestras de agua superficial para el análisis de los parámetros cianuro wad, cianuro libre y metales totales, a través de un laboratorio acreditado.

En la Tabla 6-4 se detallan los informes de ensayo proporcionados por el laboratorio (acreditado por Inacal) que incluye los duplicados, blanco de campo y viajero) (Anexo 9)

Tabla 6-4. Informes de vigilancia ambiental de agua superficial de 2018 en el área de influencia de la UM Tantahuatay

Informe de ensayo de laboratorio	Mes de monitoreo en el 2018
27774/2018, 27775/2018, 27780/2018, 27781/2018	Mayo
44111/2018, 44115/2018, 44116/2018, 44118/2018	Agosto
59211/2018, Suplemento 59182/2018, 59189/2018	Octubre

Fuente: ALS LS Perú S.A.C.

La Tabla 6-5 indica los parámetros y la técnica de análisis utilizada por el laboratorio.

Tabla 6-5. Métodos para el análisis de agua superficial correspondiente los parámetros de laboratorio en la vigilancia ambiental en la UM Tantahuatay

Parámetro	Método de Referencia	Técnica Empleada
Metales totales	EPA 6020A, Rev. 1. Febrero 2007	ICP – Masas: Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (<i>Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</i>)
Cianuro wad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ I,E, 22nd Ed. 2012	Colorimétrica: Cianuro dissociable en ácido débil (<i>Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide</i>)
Cianuro libre	EPA METHOD 9016, Rev. 0, 2010	Colorimétrica: Cianuro libre en agua, suelos y residuos sólidos por Microdifusión (<i>Free Cyanide in Water, Soils and Solid Wastes by Microdiffusion</i>)

Fuente: ALS LS Perú S.A.C.



[Handwritten signature]



En la Tabla 6-6, se detallan los equipos utilizados en la actividad de vigilancia ambiental de la calidad de agua superficial en el área de influencia de la UM Tantahuatay, y los certificados de calibración del multiparámetro y del correntómetro se están adjuntando en el Anexo 7.

Tabla 6-6. Equipos utilizados en el monitoreo de agua superficial correspondiente a la vigilancia ambiental en la UM Tantahuatay

Equipo	Marca	Modelo	Parámetro
Multiparámetro	HACH CO	HQ40D	Medición de pH, OD, CE y T
GPS	GARMIN	MONTANA 680	Toma de coordenadas UTM
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	Medición de velocidad de la corriente
Cámara fotográfica	CANON	POWERSHOT D30BL	Registro fotográfico

6.4. Criterios de Comparación de los resultados obtenidos

La ejecución del monitoreo ambiental de calidad de agua superficial involucra la toma de muestras en quebradas y lagos que no cuentan con una clasificación asignada en el Anexo 1 de la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA «Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales» de la Autoridad Nacional del Agua, sin embargo, estos cuerpos de agua son aportantes de 2 redes hídricas, por un lado, los que aportan al río Tacamache y este al río Chancay (Unidad Hidrográfica: Chancay Lambayeque – Código UH 13776), y por el otro lado, los que aportan al río Llaucano y este al río Marañón (Unidad Hidrográfica – Código UH 49897); en ambos casos su clasificación es Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Para el caso de las quebradas evaluadas, la tercera disposición complementaria transitoria de la norma de los ECA para agua aprobada mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM señala: «En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha autoridad»; por lo expuesto, los cuerpos de agua evaluados serán comparados con la Categoría 3 «Riego de Vegetales y Bebida de Animales», de los ECA para agua vigente, aprobados mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Asimismo, los cuerpos de agua monitoreados han sido comparados con la Categoría 3 «Riego de vegetales y bebidas de animales», de los ECA para agua, de acuerdo con el Decreto Supremo N.° 015-2015- MINAM², en concordancia a su Instrumento de Gestión Ambiental (en adelante, IGA) aprobado, mediante la Resolución Directoral N.° 311-2016-MEM-DGAAM, que aprobó la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental detallado del proyecto Tantahuatay-Ciénega Norte, hasta una ampliación de 60 000 TMD.

²

Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación, del 19 de diciembre de 2015, usado para el caso de la UM Tantahuatay según indica su EIA 2016.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En el caso de las lagunas evaluadas, estas serán comparadas con la Categoría 4 correspondiente a Conservación del ambiente acuático, de los ECA aprobados con los Decretos Supremos N°. 015-2015-MINAM (de acuerdo al instrumento de gestión ambiental de UM Tantahuatay) y N°. 004-2017-MINAM (instrumento de gestión ambiental actual). Cabe resaltar que la depresión topográfica evaluada será caracterizada con la finalidad de conocer sus concentraciones en tres meses.

6.5. Procesamiento de datos

Los resultados analíticos obtenidos en la vigilancia ambiental fueron digitalizados y ordenados en una base de datos para cada parámetro evaluado, zona de estudio y mes de monitoreo, previa revisión mediante filtros de calidad, que aseguren la inexistencia de datos erróneos en el sistema, para posteriormente ser comparados según el ítem 6.4.

Se usará análisis estadísticos descriptivos y exploratorios como gráficos de barras, áreas, líneas para visualizar mínimos y máximos solo para los parámetros con normativa ambiental vigente.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Hidrográficamente, el proyecto minero Tantahuatay está ubicado en la Subcuenca del río Tacamache (quebrada pequeña) afluente del río Chancay por la margen izquierda y pertenece a la Unidad Hidrográfica 13776. A nivel local se emplaza sobre las microcuencas de las quebradas Puente La Hierba, El Hueco 2, Las Gradadas, El Azufre, Tacamache y Tres Amigos. Además de la presencia de lagunas como Vira Vira, La Aurora 5, Los Gentiles y Las Gemelas, así como un embalse formado por una depresión topográfica.

El análisis de los resultados se basa en la comparación de las concentraciones de los parámetros evaluados con respecto a los ECA para agua, en la Categoría 3 «Agua para riego de vegetales y bebida de animales» para el caso de quebradas; y con la Categoría 4 «Conservación del ambiente acuático» para el caso de las lagunas (en ambos casos se aplica los ECA del 2015 y del 2017).

Para un mejor análisis de la información, se ha visto por conveniente agrupar los puntos de monitoreo por microcuencas, y el componente minero asociado, quedando en la siguiente estructura y orden:

- Microcuenca de la quebrada Puente La Hierba
- Microcuenca de la quebrada Las Gradadas
- Microcuenca de la quebrada El Azufre
- Microcuenca de la quebrada Tacamache
- Microcuenca de la quebrada Tres Amigos
- Sistema conformado por lagunas o embalses

La descripción y análisis del comportamiento, caracterización físico química, así como, del cumplimiento de la normativa ambiental se desarrolla en los párrafos siguientes.



7.1. Microcuenca de la quebrada Puente La Hierba

La quebrada Puente la Hierba es un cuerpo de agua que nace aproximadamente 100 m aguas abajo de la Laguna Vira Vira, está quebrada es principalmente alimentada por la zona hidromórfica, sus aguas discurren por la margen derecha y muy cerca de la zona de operaciones de la UM Tantahuatay. En esta microcuenca se encuentran ubicados los componentes mineros, como; el Pad de lixiviación fase 1 Tantahuatay y la planta de tratamiento de aguas ácidas y de efluentes cianurados de la Unidad productiva Tantahuatay.

Para la vigilancia ambiental, los puntos de monitoreo han sido distribuidos a lo largo de la quebrada de la siguiente manera; un punto sobre la cabecera de la quebrada (QPHie1), aguas arriba del punto de vertimiento E-2 proveniente de la "planta de tratamiento de aguas ácidas y de efluentes cianurados de la Unidad productiva Tantahuatay" y aguas abajo, a aproximadamente a 210 m de dicho vertimiento, se ubicó el punto de monitoreo QPHie2, sobre la parte baja del cerro que contiene al área de operaciones del Pad de lixiviación fase 1 Tantahuatay, a 115 m aproximadamente y aguas arriba del punto de vertimiento del E-1B. Aguas abajo de dicho vertimiento se encuentra el punto de monitoreo QPHie3, el que representaría el punto de control de los 2 vertimientos expuestos anteriormente. Cabe mencionar que aguas abajo del punto QPHie3, confluye la quebrada El Huevo 2.

La quebrada el Huevo 2 es un cuerpo de agua, el cual, parte de su flujo proviene de las aguas que discurren de la poza que recibe los líquidos del canal de coronación (agua de no contacto) que circunda al Pad Tantahuatay. El punto de monitoreo ubicado cerca a dicha poza es el QEHue1, el cual controla la calidad de las aguas de no contacto y que podrían estar influenciadas por el componente minero descrito. Después de confluir en la quebrada Puente La Hierba, aguas abajo se encuentra el punto QEHue2, el cual controla la calidad de agua, producto de la mezcla de ambas.



Handwritten signature and date in blue ink

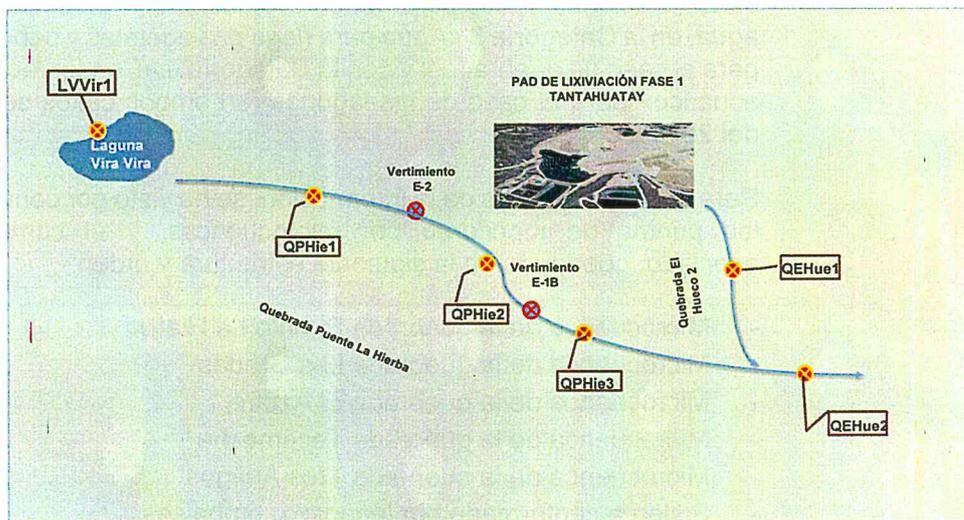


Figura 7-1. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos de la microcuenca Puente La Hierba y el Huevo 2



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En resumen, en esta microcuenca se han establecido cinco puntos de monitoreo; tres puntos en la quebrada Puente La Hierba (QPHie1, QPHie2 y QPHie3) y dos puntos en la quebrada El Hueco 2 (QEHue1 y QEHue2).

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los caudales registrados en la vigilancia ambiental en el período 2018, así como de los parámetros de campo, y los 35 parámetros de laboratorio haciendo énfasis en aquellos que excedieron los ECA para Agua de los años 2015 y 2017, y en aquellos que registraron concentraciones anómalas en la evaluación.

7.1.1. Caudal de la quebrada Puente la Hierba y El Hueco 2

En la Figura 7-2, se observa la gráfica de caudales de la microcuenca Puente La Hierba y El Hueco 2. Los caudales mayores se presentaron en mayo, para disminuir en los meses siguientes (agosto y octubre) comportamiento que guarda estrecha relación con la estacionalidad y época de estiaje. Se aprecia que la quebrada Puente La Hierba empieza con un volumen inicial (QPHie1) el mismo que aguas abajo se incrementa significativamente producto de los aportes de los vertimientos, tributarios y escorrentía. En los meses de agosto y octubre los volúmenes registrados fueron mucho menores, pero con la misma tendencia.

En la quebrada El Hueco 2, el caudal registrado en el punto QEHue1 es poco significativo observándose comportamiento similar en los meses de agosto y octubre. El punto de aforo QEHue2, recolecta las aguas provenientes de las quebradas Puente La Hierba y El Hueco2, lo que se demuestra mediante sus caudales registrados (Figura 7-2).

Cabe mencionar que, en todos los casos, los caudales son referenciales y puntuales de las estaciones de aforo de las quebradas, los cuales pueden variar en función de la pluviometría que se desarrolle en la zona.

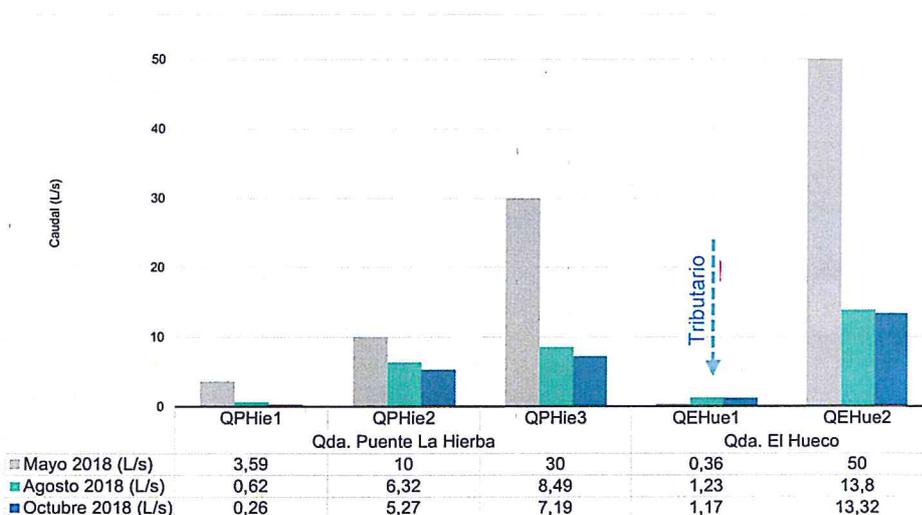


Figura 7-2. Registros de caudales de la microcuenca Puente La Hierba - El Hueco 2, en el 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

7.1.2. Parámetros de campo

En las figuras a continuación se presenta las gráficas de los resultados obtenidos del potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica de los puntos de monitoreo en la microcuenca Puente La Hierba, la misma que incluye el valor ECA para Agua, Categoría 3, para su evaluación y verificación de cumplimiento de la normativa ambiental establecida mediante los Decretos Supremos N.º 015-2015-MINAM y N.º 004-2017-MINAM

Potencial de hidrógeno (pH)

El valor del pH en los puntos de monitoreo de la microcuenca Puente La Hierba y El Huevo 2, mostraron condiciones predominantemente ácidas menores a 6,5 unidades de pH, con lo cual incumplirían con los ECA para agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2; sin embargo, en agosto de 2018, las aguas de la quebrada El Huevo 2, en el punto QEHue1 y en octubre los puntos QPHie3 y QEHue2 registraron valores de pH de menor acidez y muy próximos al estado neutro, dichos valores en los referidos puntos y meses cumplieron con los ECA para agua utilizados como referente de comparación (Figura 7-3).

A pesar que existe una clara diferencia de caudales entre los meses evaluados, los puntos de monitoreo QPHie1, QPHie2, QPHie3 mostraron similares condiciones de acidez entre los meses de mayo y agosto; así también, entre dichos puntos de monitoreo se observa muy poca variación del pH. Sin embargo, la variación de pH se hace evidente en octubre, a partir del punto QPHie2 y QPHie3 (Figura 7-3).

La quebrada El Huevo 2, en su punto QEHue1, mostró condiciones ácidas de pH similares entre mayo y octubre, sin embargo, en agosto mostró condiciones cercanas a la neutralidad. Por otro lado, el punto QEHue2, refleja la unión de ambas quebradas, por lo cual se observó una reducción de la acidez desde mayo a octubre (Figura 7-3).

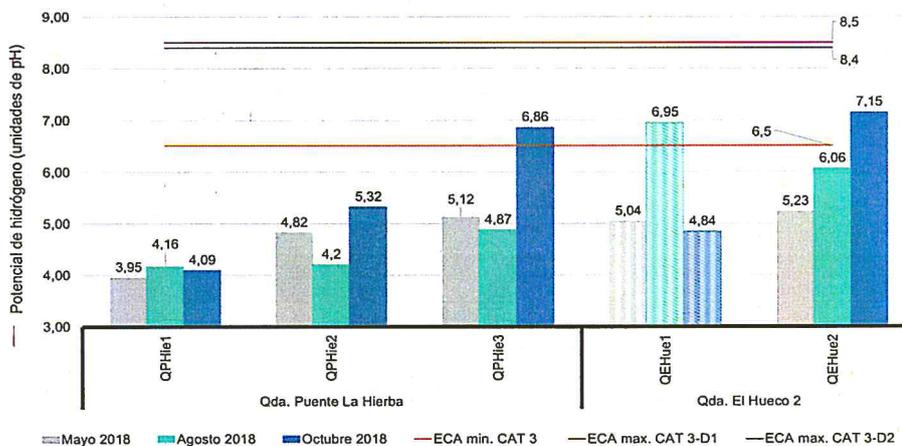


Figura 7-3. Potencial de hidrógeno del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Oxígeno disuelto (OD)

La Figura 7-4 muestra los resultados de oxígeno disuelto en los 3 meses evaluados (mayo, agosto y octubre 2018), donde las concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores a 5,0 mg/L, presentando condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua con las que son comparadas,

Las concentraciones registradas de OD mostraron una tendencia a disminuir en sus concentraciones de mayo a octubre en el punto QPHie1; sin embargo, en los puntos QPHie2 y QPHie3, el comportamiento fue muy variable, con mayores concentraciones de oxígeno disuelto en el mes de octubre, a pesar de contar con menores caudales por ser temporada de estiaje.

En la quebrada el Huevo 2, las concentraciones de oxígeno disuelto mostraron escasa variación entre los meses evaluados. El punto de monitoreo QEHue2, mostró concentraciones que comprueban el proceso de mezcla entre lo obtenido de QPHie3 y QEHue1.

Lo observado fundamenta el incremento de las concentraciones de oxígeno disuelto conforme fluye aguas abajo, como producto de la aireación que recibe por el efecto turbulento generado por la morfología de su cauce.



Handwritten signature in blue ink

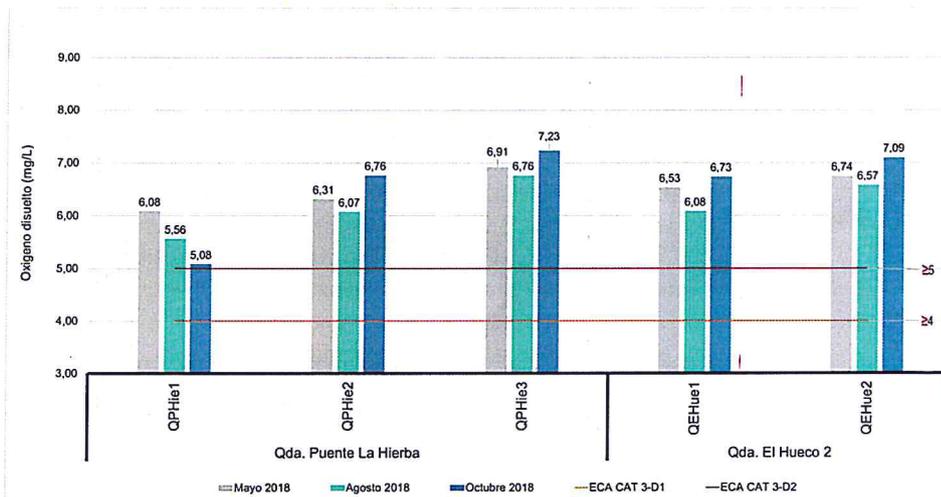


Figura 7-4. Oxígeno disuelto del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018

Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-5 muestra los registros de conductividad eléctrica en las quebradas evaluadas. De ella, se destaca que, en los 3 meses evaluados, los resultados de CE no superaron el valor máximo permitido establecido en los ECA para agua, categoría 3 con las que son comparadas.

En la quebrada Puente La Hierba, los valores mínimos de CE se registraron en el punto de monitoreo QPHie1 en los 3 meses evaluados (menor a 75 µS/cm). Aguas abajo, desde el punto QPHie2, se observa que el valor de CE en los 3 meses evaluados se incrementa entre 5 a 6 veces el valor de QPHie1, siendo su máximo valor en octubre.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En la quebrada El Hueco2, se observa que las CE fueron mayores a las registradas en la quebrada Puente La Hierba, destacando el punto QEHue1, donde se observa valores superiores y similares entre agosto y octubre, llegando a más de 1000 µS/cm de CE. Los valores de CE obtenidos en el punto QEHue2, reflejan la mezcla entre QPHie3 y QEHue1, mostrando incrementos desde mayo hasta octubre ante la temporada de estiaje.

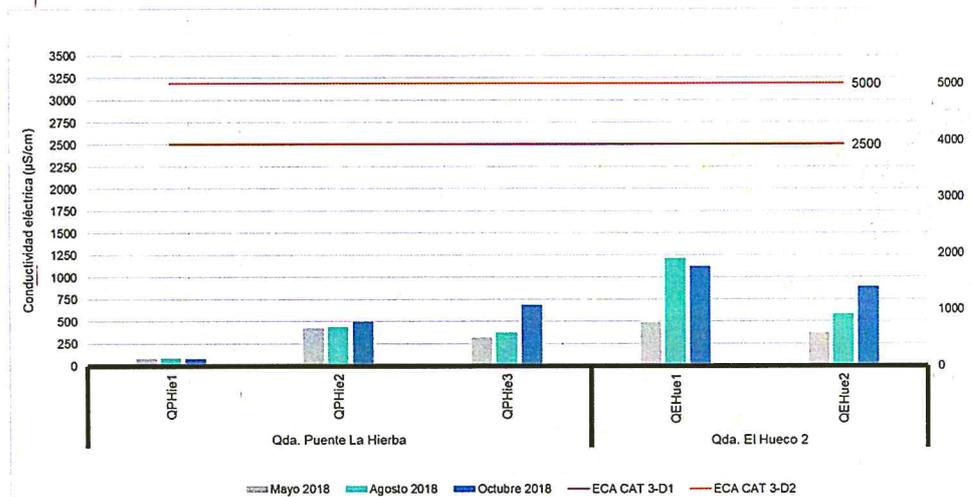


Figura 7-5. Conductividad del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018

Temperatura

La Figura 7-6, presenta los valores de temperatura registrados en la microcuenca en los 3 meses evaluados, observándose temperaturas desde los 9 °C hasta 16 °C. En todos los casos, la temperatura del agua superficial del mes de octubre fue menor respecto a las registradas en mayo y agosto.

En el marco regulatorio ambiental establecido en los ECA, para la temperatura se establece como cambio un diferencial de 3 °C de un promedio histórico multianual, sin embargo, no es posible establecer dicha comparación debido a que por el momento no se cuenta con dicha data.

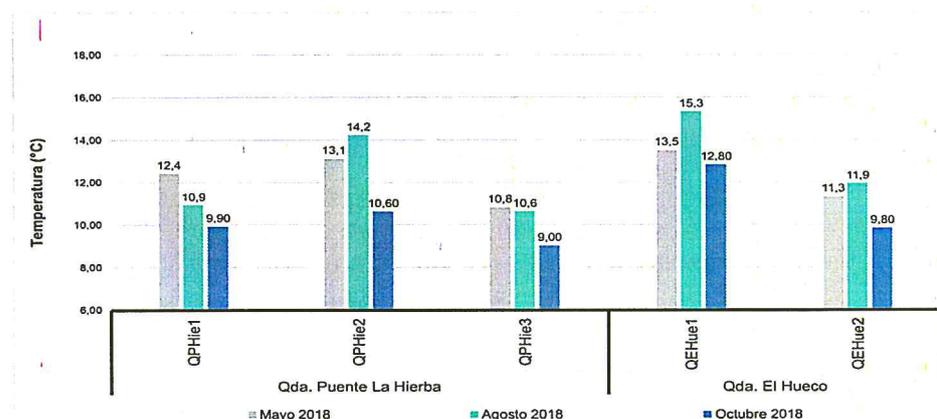


Figura 7-6. Temperatura del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

7.1.3. Parámetros de laboratorio

En la microcuenca Puente La Hierba que también comprende a la quebrada El Hueco 2, se evaluaron 35 parámetros de los cuales, 10 parámetros (cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), berilio (Be) bismuto (Bi), mercurio (Hg), estaño (Sn), vanadio (V), uranio (U) y cromo (Cr)) se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio en los 3 meses evaluados y los 25 restantes registraron concentraciones detectables por el método de análisis en al menos uno de los puntos de monitoreo.

A continuación, se realiza el análisis y descripción de solo aquellos parámetros cuya concentración hayan superado los ECA para Agua, según la categoría a la que correspondan y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento.

Manganeso (Mn)

En la quebrada Puente la Hierba, los tres puntos de monitoreo registraron la presencia de Mn, destacando los puntos QPHie2 y QPHie3 con concentraciones de Mn mayores al ECA para agua Categoría 3. Cabe precisar que dichos puntos se encuentran bajo la influencia de los vertimientos autorizados (E-1 y E-1B) de la UM Tantahuatay. Las mayores concentraciones de Mn fueron registradas en el punto QPHie2. Las concentraciones de Mn muestran una tendencia de relación directa con el caudal de la quebrada, es decir a menor caudal menor concentración del Mn (Figura 7-7).

En la quebrada El Hueco 2, el punto QEHue1 solo en el mes de mayo registró una concentración de Mn que superó el ECA para Agua, Categoría 3, la cual se redujo en los meses de agosto y octubre. El punto QEHue2, ubicado aguas abajo de la mezcla de los caudales con la quebrada Puente La Hierba registro concentraciones de manganeso que superaron el valor ECA para Agua, Categoría 3, siendo este efecto más por influencia de la quebrada Puente La Hierba (Figura 7-7).

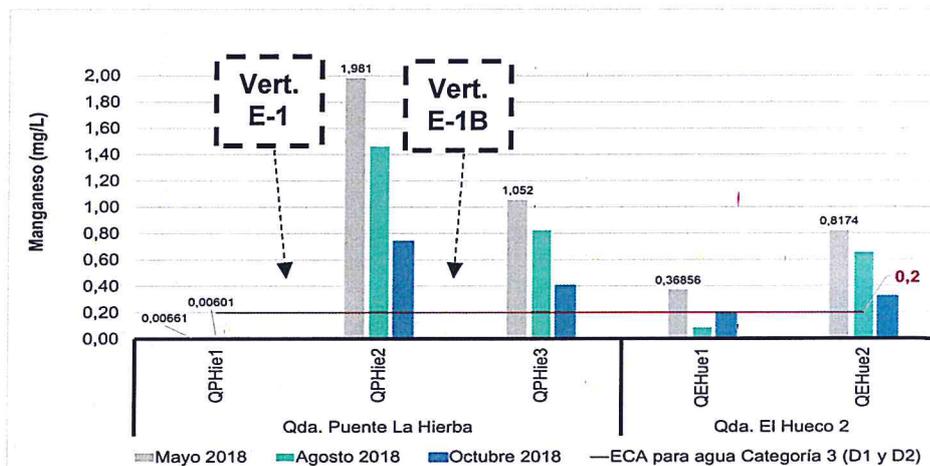


Figura 7-7. Concentraciones de manganeso en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Selenio (Se)

No se registraron concentraciones significativas de selenio en la quebrada Puente La Hierba, siendo en muchas de ellas menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio. En el punto QPHie3 se dieron los de mayor significancia respecto a la concentración de Se (0,0125 mg/L). En los tres puntos de monitoreo las concentraciones halladas fueron menores a los ECA para agua Categoría 3. (Figura 7-8).

La quebrada El Huevo 2, el punto QEHue1, influenciado por el pad Tantahuatay, en los meses de agosto y octubre registró las máximas concentraciones de selenio los mismos que superaron los ECA para Agua, Categoría 3, Sub categoría D1, dicha carga contaminante se diluye al confluir en la quebrada Puente la Hierba (de mayor caudal) obteniéndose concentraciones menores de selenio tal como se verifica en el punto QEHue2, con excepción del registro del mes de octubre donde la carga contaminante luego de la mezcla llegó a superar ligeramente el valor ECA para Agua, Categoría 3. En dicho punto se aprecia además el incremento gradual de las concentraciones de selenio desde mayo hasta octubre (Figura 7-8).

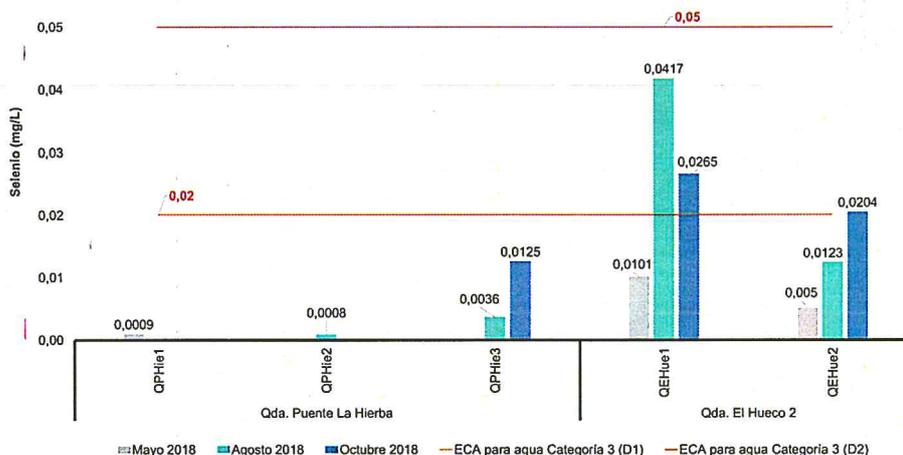


Figura 7-8. Concentraciones de selenio en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

Aluminio (Al)

Todos los puntos de monitoreo registraron concentraciones de aluminio en la quebrada Puente La Hierba, siendo mayoritariamente menores al valor ECA para agua en la Categoría 3, con excepción del punto QPHie2 que en el mes de agosto registró una concentración de 6,62 mg/L, dicha concentración superó el valor ECA para agua Categoría 3.

Cae precisar que si bien es cierto que en los meses de mayo y octubre las concentraciones registradas no superaron el valor estándar en QPHie2, las tres evaluaciones registraron las concentraciones más altas respecto a los otros puntos de monitoreo, lo que lleva a la presunción de que el vertimiento E-1 podría ser una de las fuentes de dicho incremento (Figura 7-9).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

En la quebrada El Hueco 2, los puntos de monitoreo QEHue1 y QEHue2, si bien registraron presencia de aluminio en concentraciones detectables, estos no llegaron a superar el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 3 en los tres meses evaluados (mayo, agosto y octubre) (Figura 7-9).

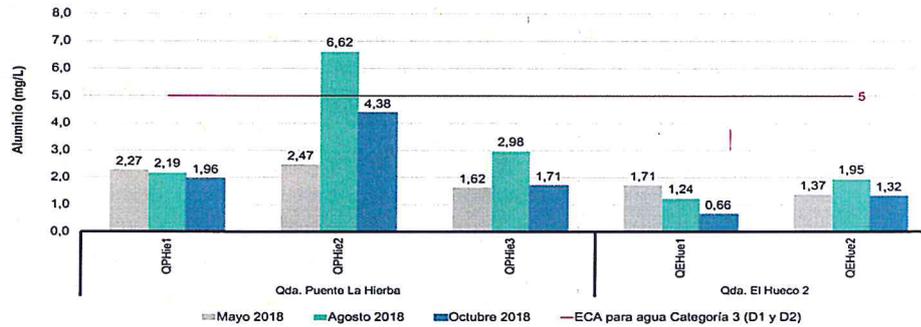


Figura 7-9. Concentraciones de aluminio en la microcuenca Puente La Hierba, 2018.

De los resultados de laboratorio, se observa que 13 metales mostraron concentraciones detectables pero que no superaron los ECA para agua, los cuales fueron: aluminio (Al), arsénico (As), boro (Bo), bario (Ba), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn).

Entre ellos, se detectaron algunos metales que destacaron por presentar cierta predominancia o anomalías sus concentraciones, los cuales merecen un breve comentario.

Boro (B)

Este metal, en todos los monitoreos realizados en la microcuenca Puente la Hierba siempre se mantuvo ausente o menor al límite de detección, siendo la excepción en el mes de octubre donde el punto QEHue1 registró una concentración de 0,006 mg/L, esta presencia única se percibe como una anomalía, sin embargo, en el futuro se tendrá presente si persisten apariciones de este metal en dicho punto.

Es preciso aclarar que el punto de monitoreo QEHue1 se ubica en la quebrada El Hueco 2 en una zona influenciada por el Pad Tantahuatay (Figura 7-10).

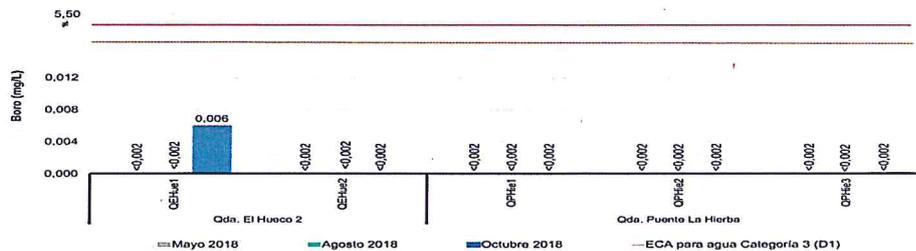


Figura 7-10. Concentraciones de boro en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.



Handwritten signature in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cadmio (Cd)

En la quebrada Puente La Hierba, los resultados de Cd muestran su presencia en concentraciones detectables pero menores al ECA para agua en los puntos ubicados aguas abajo del punto QPHie1 y aguas abajo de los vertimientos E-1 y E-1B. Las concentraciones de Cd tienden a disminuir progresivamente agua abajo del punto QPHie2 donde se registraron las máximas concentraciones en los 3 meses evaluados (Figura 7-10).

En la quebrada El Huevo 2, también fueron detectables concentraciones de Cd, pero en menor concentración que en la quebrada Puente la Hierba. Aguas abajo en el punto QEHue2 las concentraciones de Cd en los tres meses fueron mayores al hallado en el punto QEHue1, ello debido a la influencia de la quebrada Puente La Hierba sobre la cual confluye. (Figura 7-11).

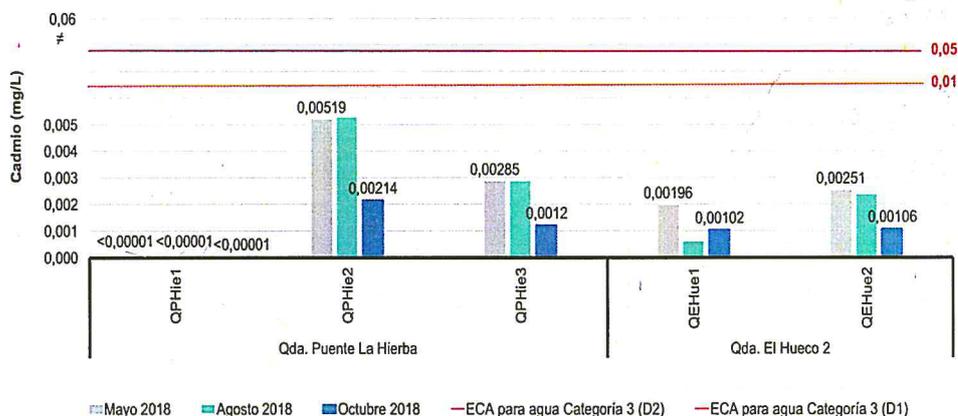


Figura 7-11. Concentraciones de cadmio en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

Cobre (Cu)

Los resultados analíticos del monitoreo en la quebrada Puente La Hierba, evidencian que concentraciones de Cu fueron detectables, en los 3 meses evaluados, en los puntos (QPHie1, QPHie2 y QPHie3); sin embargo, las concentraciones halladas fueron menores a los ECA para agua - Categoría 3 subcategoría D1. cabe resaltar las concentraciones de Cu registradas en el punto QPHie2, punto ubicado aguas abajo del vertimiento autorizado E-1 cuyo valor se incrementa de 8 a 9 veces respecto al valor referido del punto QPHie1 en los meses de mayo, agosto y octubre. Luego aguas abajo las concentraciones de Cu tienden a disminuir, pero dicha influencia predomina hasta el punto QEHue2 por su mayor caudal (Figura 7-12).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

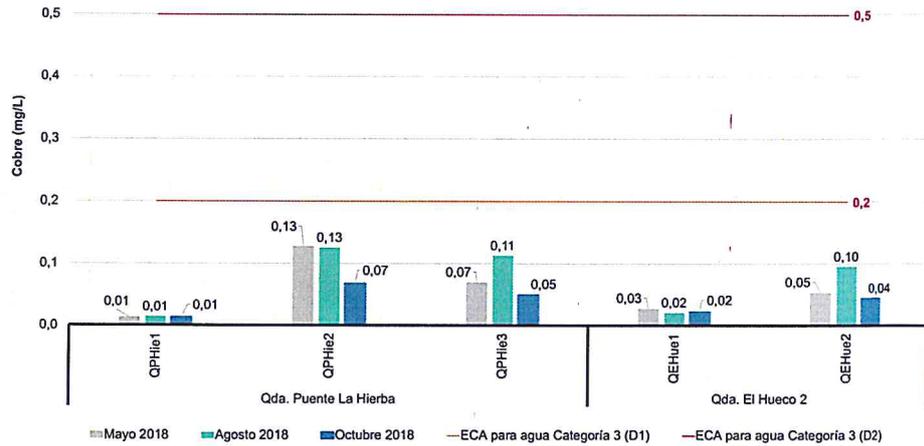


Figura 7-12. Concentraciones de cobre en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

Hierro (Fe)

Los resultados analíticos de los puntos de monitoreo de la quebrada Puente La Hierba, mostraron que en los 3 meses (mayo, agosto y octubre 2018) fueron detectables las concentraciones de Fe, en los tres puntos (QPHie1, QPHie2 y QPHie3); sin embargo, se resalta la concentración en el punto QPHie2 donde la concentración de Cu se incrementa desde 10 a 20 veces el valor de QPHie1 en el punto de monitoreo ubicadas aguas abajo (QPHie2) en los 3 meses evaluados.

Estas concentraciones disminuyen progresivamente desde QPHie2 (máxima concentración en los 3 meses evaluados) hasta QEHue2 (Figura 7-13).

La anomalía observada para este metal, se enfoca en el incremento registrado en el punto QPHie2 ubicado aguas abajo del vertimiento E-1 de la UM Tantauatay siendo el máximo registrado en el mes de octubre, valor próximo al indicado en los ECA para Agua, Categoría 3, Subcategoría D1.

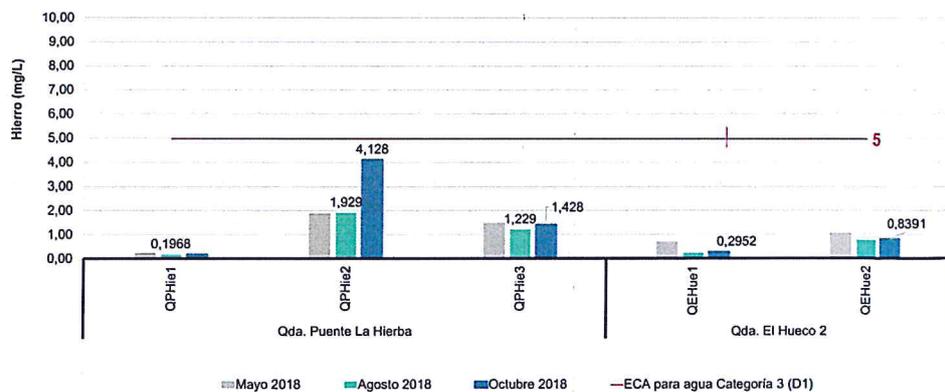


Figura 7-13. Concentraciones de hierro en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.



Handwritten signature and initials in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Litio (Li)

Los resultados analíticos de la quebrada Puente La Hierba, muestran concentraciones detectables de Li, en todos los puntos de monitoreo ubicados aguas abajo del punto QPHie1. Estas concentraciones disminuyen progresivamente desde QPHie2 (máxima concentración en los 3 meses evaluados) hasta QEHue2 (Figura 7-14).

El metal Litio, también fue detectable en la quebrada El Hueco2, en los 3 meses evaluados, encontrándose concentraciones cercanas entre meses, a las encontradas en el punto QPHie3, las cuales aportan en la concentración obtenida en QEHue2 (Figura 7-14).

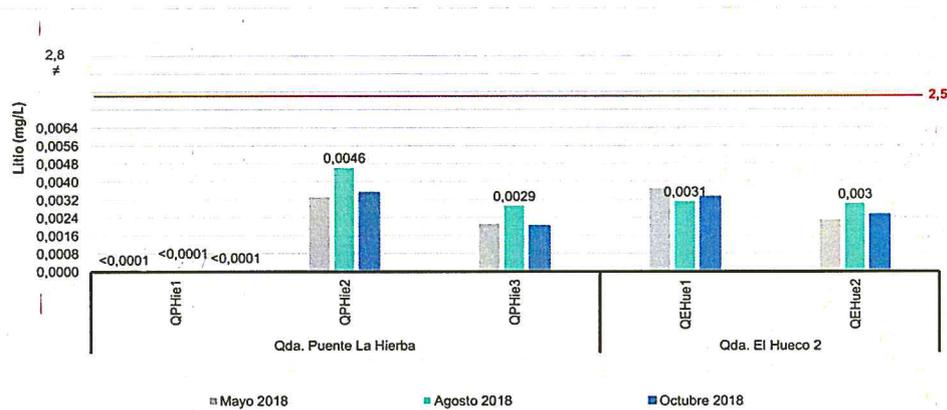


Figura 7-14. Concentraciones de litio en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

Plomo (Pb)

Los puntos monitoreados en la quebrada Puente La Hierba, mostraron que en los 3 meses evaluados las concentraciones de Pb fueron detectables, desde QPHie1 a QPHie3; sin embargo, se resalta la concentración registrada en el punto QPHie2 ubicados aguas abajo del vertimiento E-1 (donde se incrementó en 10 veces aproximadamente el valor de QPHie1), solamente en el mes de agosto. Esta concentración disminuyó drásticamente en QPHie3, por lo cual, las concentraciones en el punto de monitoreo, ubicado aguas abajo (QEHue2) fueron mucho menores (Figura 7-15).

[Handwritten signature]



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

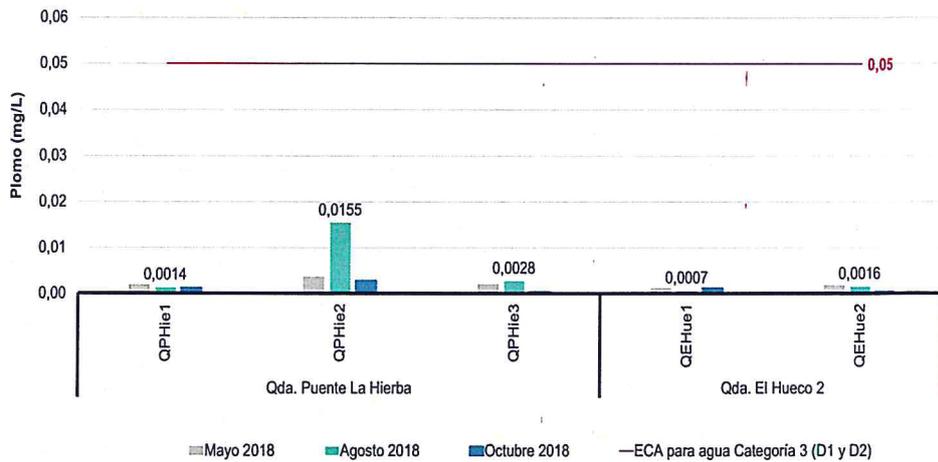


Figura 7-15. Concentraciones de plomo en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

Zinc (Zn)

Los resultados analíticos de los puntos monitoreados en la quebrada Puente La Hierba, en los 3 meses evaluados mostraron que las concentraciones de Zn fueron detectables, desde QPHie1 hasta QPHie3; donde los valores hallados fueron menores a los ECA para agua en la categoría 3, sin embargo, cabe resaltar que la concentración en el punto de monitoreo (QPHie2), se incrementó en 10 veces aproximadamente el valor de QPHie1 en los meses de mayo y agosto. Esta concentración disminuyó progresivamente hasta mantenerse en QEHue2, gracias al mayor caudal de la quebrada Puente La Hierba (Figura 7-16).

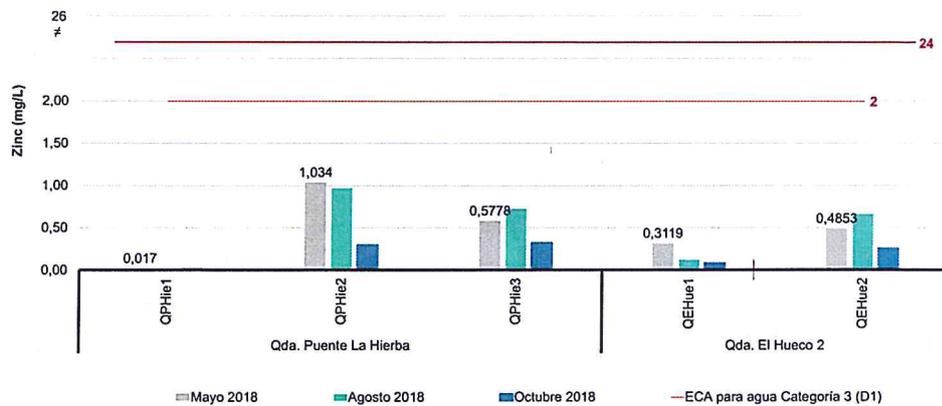


Figura 7-16. Concentraciones de zinc en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018.

7.2. Microcuenca de la quebrada Las Gradadas

Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta en la microcuenca de la quebrada Las Gradadas, se han establecido dos puntos de monitoreo (QLGra1 y QLGra2). La quebrada las Gradadas es un cuerpo de agua que nace en el



Handwritten signature in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

interior de la UM Tantahuatay y cerca del componente minero Tajo Tantahuatay. El punto de monitoreo QLGr1 se ubicó cerca de la naciente de la quebrada Las Gradadas, en la falda del cerro que contiene al Depósito de Material Estéril 3 (DME) Tantahuatay y al canal de coronación (por el que fluye agua de contacto proveniente del DME descrito y del tajo de extensión Tantahuatay), lo cual podría influenciar sus características. Respecto al punto de monitoreo QLGr2, este se ubicó a 1,4 Km aproximadamente aguas abajo de QLGr1, en la parte baja del cerro que pertenece al tajo de extensión Tantahuatay, a 500 m aproximadamente. Ambos puntos se encuentran en una zona hidromórfica con presencia de pastizales, con un cauce peculiar formado por placas sólidas de roca.

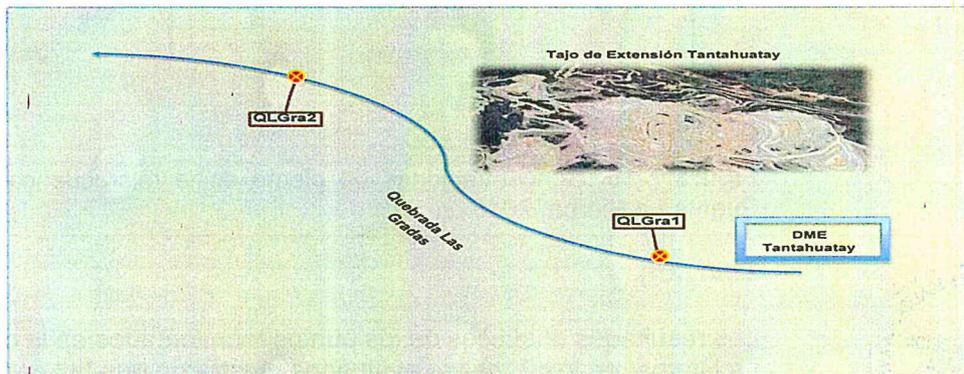


Figura 7-17. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos en la microcuenca Las Gradadas

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los caudales registrados en la vigilancia ambiental, en el período 2018, así como de los parámetros de campo (mediciones in situ), y los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) que excedieron los ECA para Agua comparados (aprobados en el 2015 y 2017), así como aquellos que registraron ciertas anomalías en la evaluación.

7.2.1. Caudal de la quebrada Las Gradadas

En la Figura 7-18, se presentan los caudales registrados en los meses de mayo, agosto y octubre de 2018, en la quebrada Las Gradadas. Los mayores caudales se registraron en el mes de mayo (época húmeda) y los mínimos en octubre (época seca).

Asimismo, se aprecia que, a excepción del mes de mayo, la quebrada Las Gradadas empieza con un volumen inicial (QLGr1) que se cuadruplica y triplica, en los meses de agosto y octubre respectivamente, en el punto de monitoreo QLGr2.



Handwritten signature and notes in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

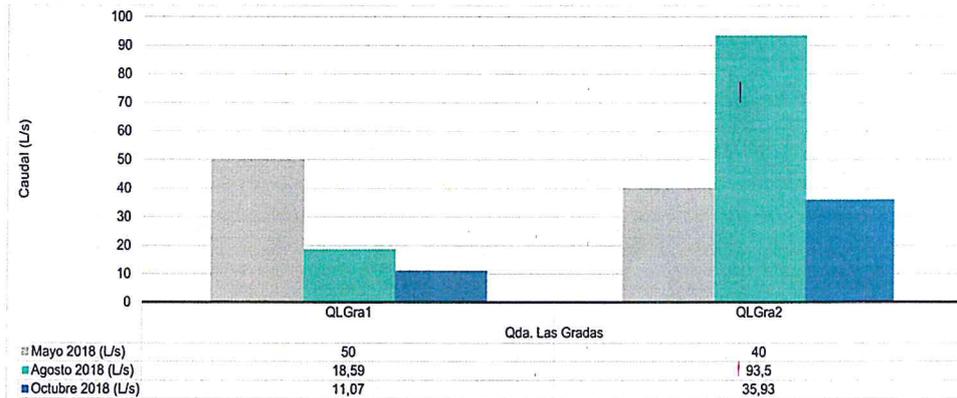


Figura 7-18. Registros de caudales de agua superficial de la microcuenca – Las Gradass, en el 2018

7.2.2. Parámetros de campo

Potencial de hidrógeno (pH)

Los valores de pH en los puntos de monitoreo de la quebradas Las Gradass en los 3 meses evaluados muestran condiciones predominantemente ácidas menores a 3 unidades de pH, con lo cual incumplen con los ECA para agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2 (Figura 7-19).

Los valores de pH reportados no mostraron mayor variación a 0,2 unidades de pH, ni tampoco entre los 3 meses evaluados en cada punto (Figura 7-19).

Se puede apreciar, que el caudal no es un factor influyente en los valores de pH ya que a pesar de la disminución del caudal, se registraron valores muy similares de pH en los tres meses evaluados.

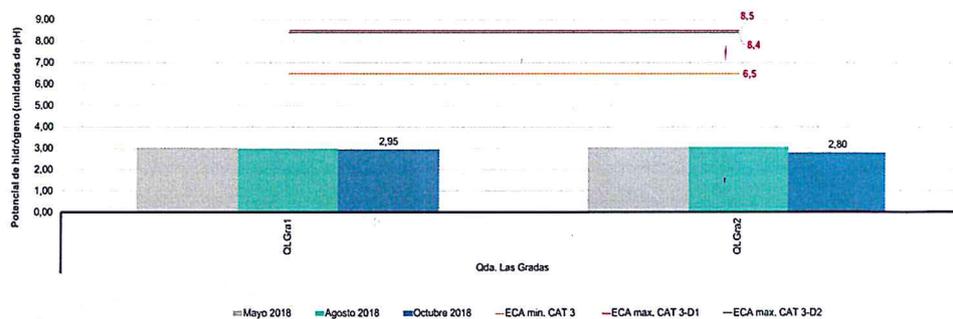


Figura 7-19. Potencial de hidrógeno del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Puente La Hierba, 2018

Oxígeno disuelto (OD)

En la Figura 7-19 se presenta la gráfica de las concentraciones de OD, donde se observa que los dos puntos de monitoreo en los tres meses evaluados registraron concentraciones mayores a 5,0 mg/L de OD, representando condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua a las que son comparadas.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Las concentraciones de oxígeno disuelto en los dos puntos de muestreo fueron similares en mayo y agosto (cercanos a 7 mg/L), y ligeramente mayores que lo registrado en el mes de octubre. En el gráfico se puede apreciar que los niveles de oxígeno no tienen mucha variación, a pesar de provenir de caudales diferentes en los meses (Figura 7-20).

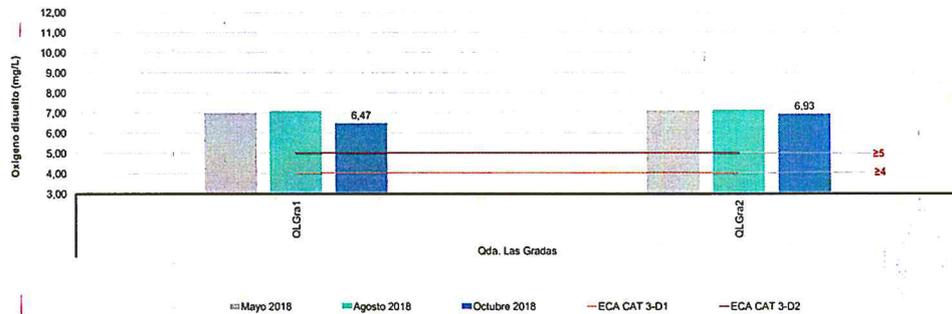


Figura 7-20. Oxígeno disuelto del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Las Gradass, 2018

Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-21 muestra la gráfica de la conductividad eléctrica en la quebrada Las Gradass, observándose que el máximo valor registrado fue de 605,0 µS/cm, valor que cumple con las exigencias de los ECA para agua en la categoría 3, subcategoría D1 .

Respecto a la conductividad observada en la quebrada Las Gradass, los valores entre sus 2 puntos de monitoreo fueron similares, y no observándose mucha diferencia entre los 3 meses evaluados; siendo en todos los casos menores a los 606 µS/cm.

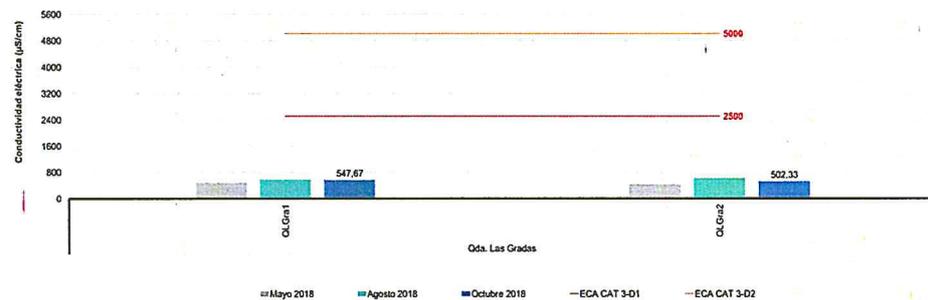


Figura 7-21. Conductividad del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Las Gradass, 2018

Temperatura (T)

Los valores de temperatura registrados en la quebrada Las Gradass, no presentaron variación significativa entre los meses de mayo y octubre siendo muy similares con variaciones de 1 a 2 °C. La menor temperatura fue registrada en agosto con aproximadamente 10 °C. (Figura 7-22).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

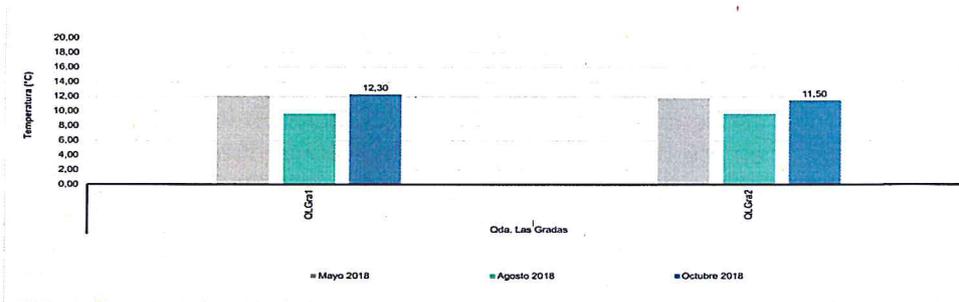


Figura 7-22. Temperatura del agua superficial en la microcuenca de la quebrada Las Gradass, 2018

7.2.3. Parámetros de laboratorio

En la microcuenca Las Gradass también se evaluaron 35 parámetros de los cuales, 10 parámetros (cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), boro (B), berilio (Be), bismuto (Bi), mercurio (Hg), estaño (Sn), uranio (U) y selenio (Se)) se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio en los 3 meses evaluados y los 25 restantes registraron concentraciones detectables por el método de análisis en al menos uno de los puntos de monitoreo.

A continuación se realiza el análisis y descripción de solo aquellos parámetros cuya concentración hayan superado los ECA para Agua, según la categoría a la que correspondan y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento

Aluminio (Al)

En la quebrada Las Gradass, se cuenta con dos puntos de monitoreo (QLGra1 y QLGra2) con concentraciones de aluminio que variaron en un rango que va desde un mínimo de 4,648 mg/L (QLGra1 – mayo) a un máximo de 7,107 mg/L (QLGra2 – agosto). El valor de regulación en los ECA para agua establece un valor de 5,0 mg/L de Al, que comparando con los resultados obtenidos se observa que en agosto y octubre de 2018 las concentraciones de aluminio superaron los ECA para Agua, Categoría 3, en los dos puntos evaluados. Asimismo, se observa que tienden a un incrementó en los meses subsiguientes pese contar con caudales menores (Figura 7-23).

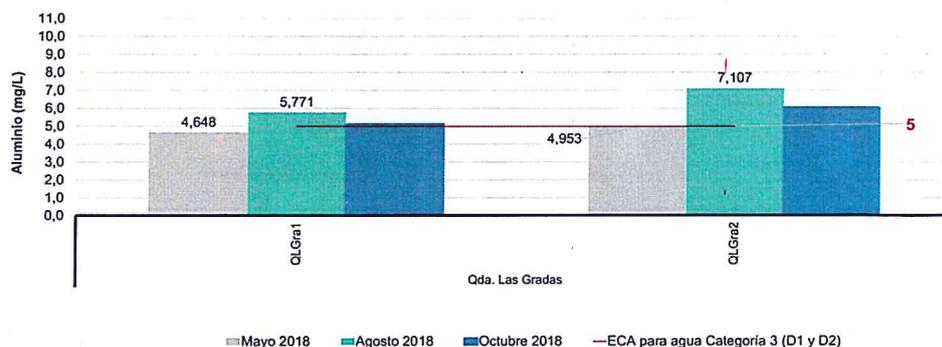


Figura 7-23. Concentraciones de aluminio en la microcuenca Las Gradass, 2018.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cobre (Cu)

En la quebrada Las Gradadas, los dos puntos de monitoreo registraron concentraciones de cobre que superaron los ECA para Agua, Categoría 3, en los 3 meses evaluados. Las concentraciones de Cu fue en todos los casos, ligeramente superior en el punto QLGr1, el mismo que se encuentra muy cercano al depósito de material estéril. Las concentraciones halladas en su mayoría superaron entre dos a cuatro veces el valor ECA para agua, Categoría 3 de la Subcategoría D2 (0,5 mg/L)(Figura 7-24).

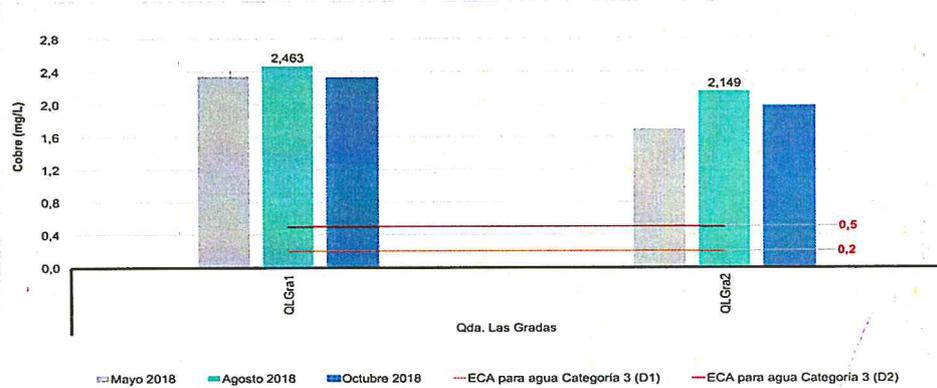


Figura 7-24. Concentraciones de cobre en la microcuenca Las Gradadas, 2018.

Hierro (Fe)

La Figura 7-24, muestra las concentraciones de hierro en los dos puntos de monitoreo de la quebrada Las Gradadas, en la que se observa que el punto de monitoreo QLGr1 superó los ECA para Agua, Subcategoría D1, en los tres meses evaluados. Aguas abajo en el punto QLGr2, las concentraciones de hierro, por el incremento de los caudales se reducen aproximadamente a la mitad de lo registrado aguas arriba en el punto QLGr1, siendo el caso que, solamente para el mes de agosto se superó los ECA con una concentración de 6,043 mg/L de Fe en la subcategoría D1.

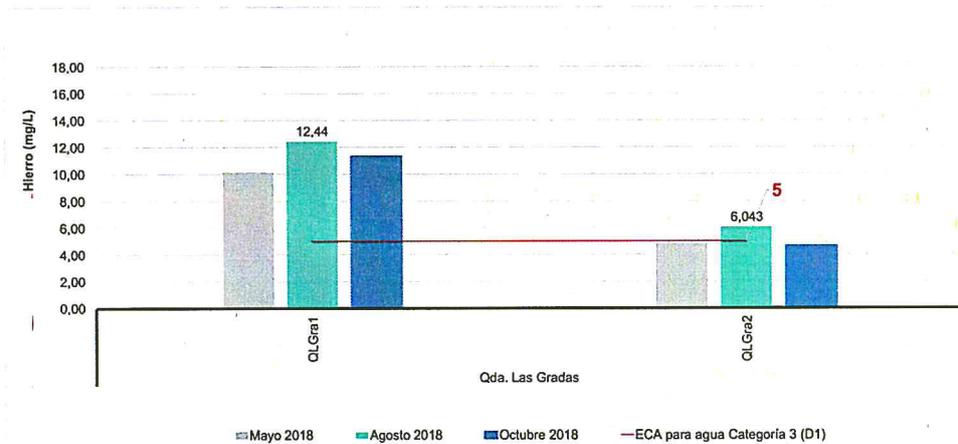


Figura 7-25. Concentraciones de hierro en la microcuenca Las Gradadas, 2018.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

De los resultados analíticos del laboratorio, se observa además que 11 de los metales evaluados mostraron concentraciones detectables pero que no superaron los ECA para agua, los referidos metales fueron: arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), níquel (Ni), plomo, (Pb) y zinc (Zn). De los mencionados metales solo se describirá a aquellos que presentaron alguna anomalía entre los puntos de muestreo como en el tiempo en el que fue monitoreado:

Cadmio (Cd)

Este metal cuenta con dos valores de regulación en los ECA para agua categoría 3; un valor de 0,01 mg/L para subcategoría D1 y 0,05 mg/L para la subcategoría D2. De los resultados obtenidos se evidenció que los valores registrados fueron menores al establecido en los ECA, sin embargo es verificable su presencia en concentraciones detectables en el punto QLGr1 de la quebrada Las Gradadas, en los 3 meses evaluados; además, aguas abajo en el punto QLGr2, las concentraciones de cadmio, mostraron un ligero incremento en agosto y octubre, pero no fueron detectables en mayo, donde el caudal fue mayor al resto de meses evaluados (Figura 7-26).

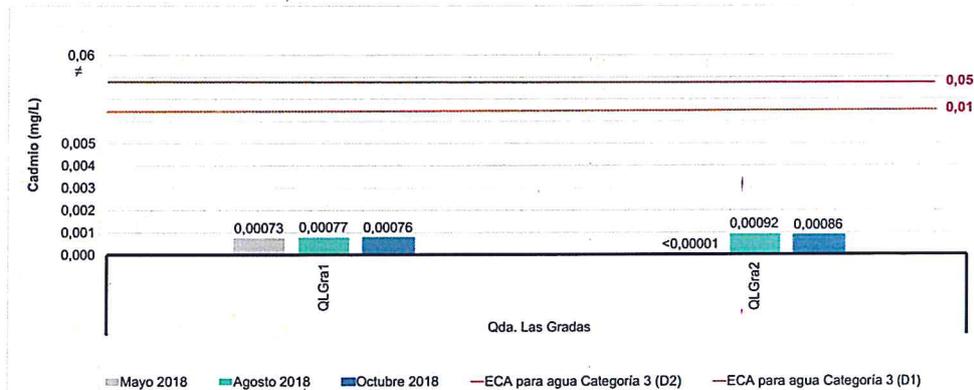


Figura 7-26. Concentraciones de cadmio en la microcuenca Las Gradadas, 2018.

Cromo (Cr)

El punto de monitoreo (QLGr1) de la quebrada Las Gradadas, en los 3 meses evaluados presentó concentraciones no detectables de Cr, ; sin embargo, en octubre el punto QLGr2 registro una anomalía en su concentración con 0,0012 mg/L de Cr, siendo la única vez en que se registra dicho valor pese a que en esa fecha los caudales fueron menores a los demás meses evaluados (Figura 7-27).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

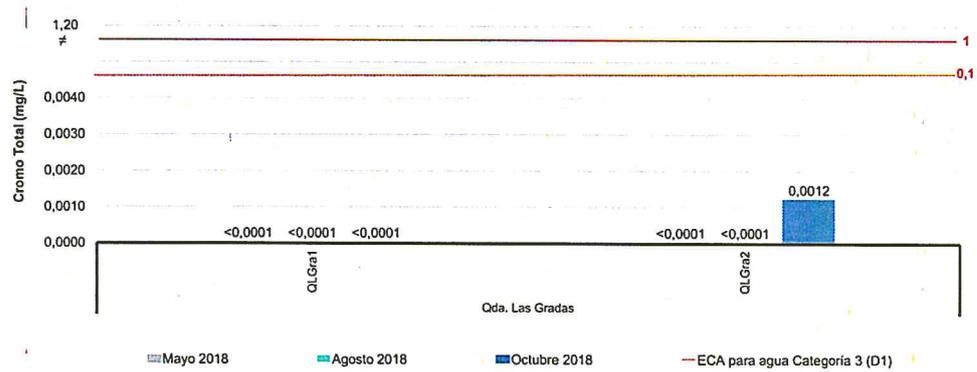


Figura 7-27. Concentraciones de cromo en la microcuenca Las Gradass, 2018.

7.3. Microcuenca El Azufre

La quebrada El Azufre es un cuerpo de agua de cauce pequeño, por su ubicación recorre cercanamente a algunos componentes mineros al interior de la UM Tantahuatay. Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta en la microcuenca se ha establecido dos puntos de monitoreo distribuidos en la quebrada El Azufre (QEAzu1 y QEAzu2), de los cuales el punto de monitoreo (QEAzu1) se ubicó en la zona más alta sobre la falda del cerro que contiene al Pad de Lixiviación Fase 1 Ciénaga Norte, además el punto (QEAzu2) está ubicado aguas abajo a 1,5 Km aproximadamente, en la parte baja del cerro que abarca los depósitos de material orgánico (DMO) 1 y 2, así como de las pozas de sedimentación cercanas a ellos.

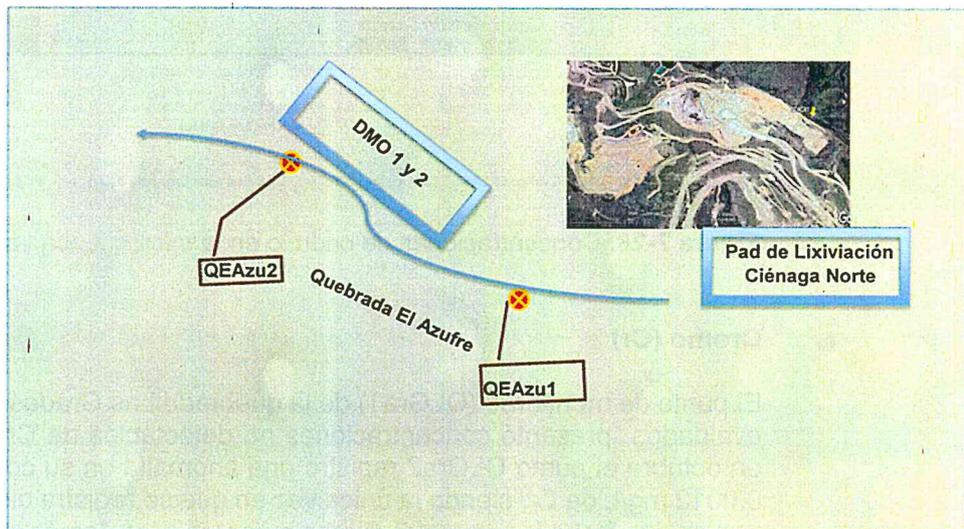


Figura 7-28. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos de la microcuenca El Azufre

A continuación, se realiza la descripción y análisis de la información registrada en el período 2018 en la vigilancia ambiental, así como de los parámetros de campo (mediciones in situ), y los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) haciendo énfasis de aquellos que excedieron los ECA para Agua, así como aquellos que registraron ciertas anomalías en la evaluación.



Handwritten signature in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

7.3.1. Caudal de la quebrada El Azufre

La Figura 7-29, presenta la gráfica de los caudales registrados en la quebrada El Azufre en los meses de mayo, agosto y octubre en la microcuenca evaluada en el 2018, se observa que el mayor caudal se registró en el mes de mayo (época húmeda), y los menores en los meses de agosto y octubre (época de seca). En la Figura 7-29 se aprecia que el caudal de la quebrada en el mes de mayo en el punto QEAzu1 registra un incremento 7 veces mayor en el punto QEAzu2, sin embargo, en los meses de agosto y octubre, este incremento fue de 2 a 4 veces respectivamente.

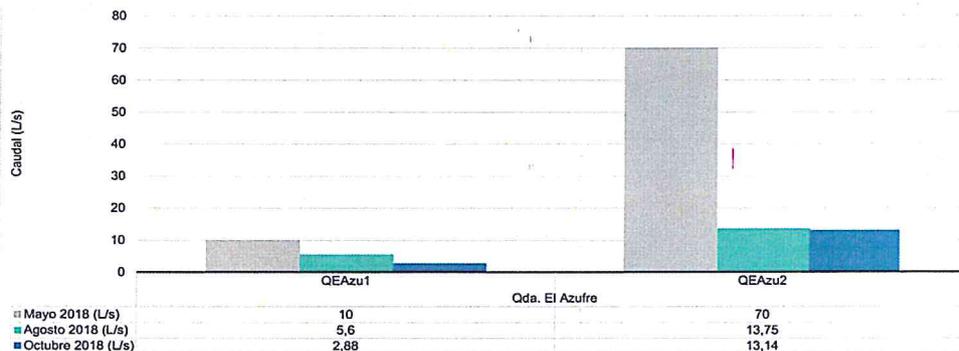


Figura 7-29. Registros de caudales de agua superficial de la microcuenca El Azufre, en el 2018

De acuerdo a lo observado en campo, el incremento reflejado en QEAzu2 se debería a la activación de cuerpos de agua y la zona hidromórfica que en temporada de lluvias son significativas, lo cual no sucede en los meses de agosto y de octubre, que son épocas secas.

7.3.2. Parámetros de campo

Potencial de hidrógeno (pH)

La quebrada El Azufre, en los 3 meses evaluados, presentó condiciones predominantemente ácidas con valores de pH menores a 6,3 unidades, incumpliendo con el rango de valores aceptables <6,5 – 9,0> establecido en los ECA para agua Categoría 3, subcategorías D1 y D2 (Figura 7-30).

Los registros del pH entre los puntos de monitoreo QEAzu1 y QEAzu2 muestran una tendencia de disminución de la acidez, favorecido por el aumento del caudal (Figura 7-30).

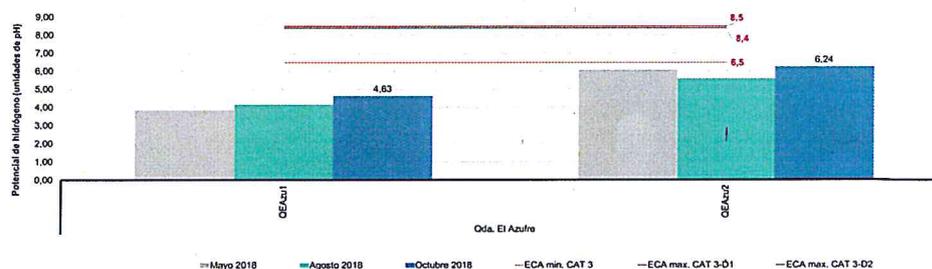


Figura 7-30. Potencial de hidrógeno del agua superficial de la microcuenca El Azufre, en el 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Oxígeno disuelto (OD)

La Figura 7-31 muestra la gráfica de los resultados de oxígeno disuelto en los 3 meses evaluados, en la que se observa que las concentraciones halladas fueron óptimas para la vida acuática, de acuerdo a la exigencia de los ECA para agua con las que son comparadas.

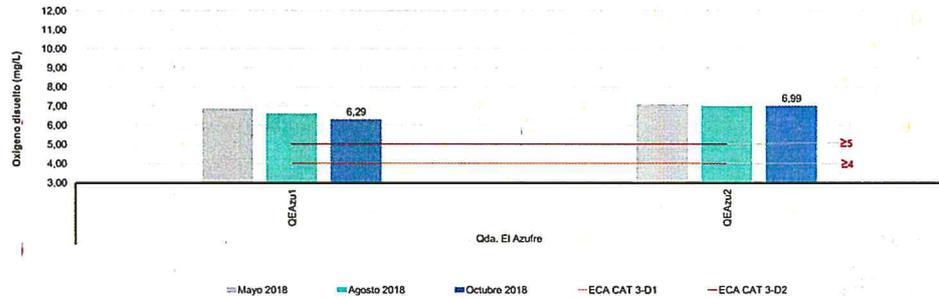


Figura 7-31. Oxígeno disuelto del agua superficial de la microcuenca El Azufre, en el 2018

Las concentraciones de oxígeno disuelto en los dos puntos de muestreo no muestran variaciones significativas en los meses evaluados, a pesar de corresponder a temporadas climáticas distintas, los valores de OD registrados fueron mayores a 6,2 mg/L y menores a 7 mg/L(Figura 7-31).

Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-32 muestra el gráfico de los valores de conductividad de la quebrada El Azufre, en la que se observa que los dos puntos de monitoreo (QEAzu1 y QEAzu2) en los tres meses evaluados, fueron menores al valor establecido en los ECA para agua, Subcategoría D1 y D2.

Las variaciones de la conductividad eléctrica entre puntos de monitoreo, fueron mínimas en los tres meses evaluados siendo sus valores muy similares y que no llegaron a superar los 200 µS/cm.

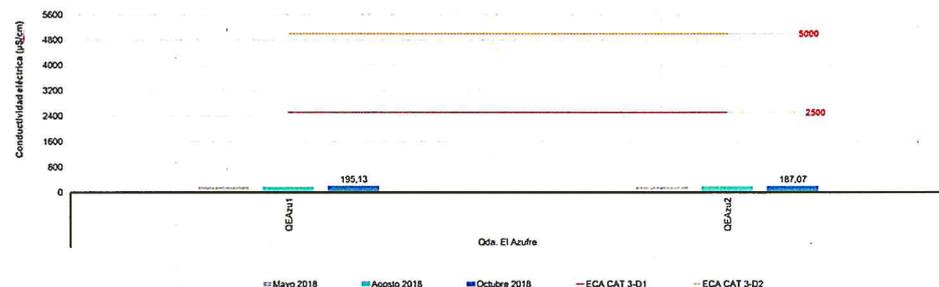


Figura 7-32. Conductividad del agua superficial de la microcuenca El Azufre, en el 2018



Handwritten signature in blue ink



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Temperatura (T)

La temperatura promedio registrada en la quebrada El Azufre fue de aproximadamente 12 °C, correspondiente a temperaturas de zonas alto andinas. Las temperaturas registradas, presentaron ligeras variaciones entre los puntos de monitoreo en los meses evaluados, sin embargo, estos cambios no fueron significativos. En todos los casos, las temperaturas no superaron los 13 °C.

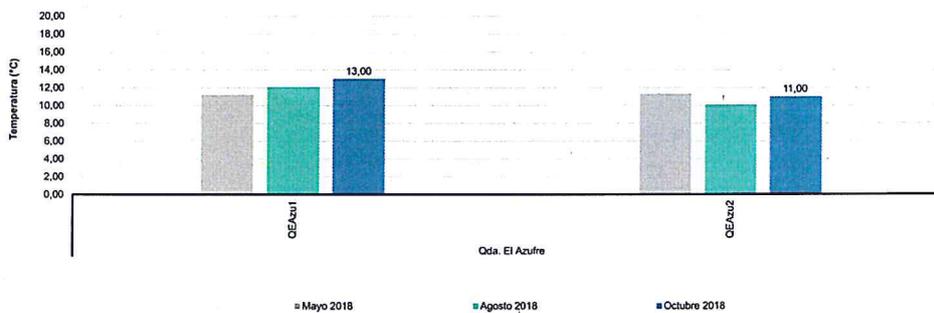


Figura 7-33. Temperatura del agua superficial de la microcuenca El Azufre, en el 2018

7.3.3. Parámetros de laboratorio

En la microcuenca El Azufre se evaluaron 35 parámetros de los cuales, 14 parámetros (cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), Boro (B), berilio (Be) bismuto (Bi), mercurio (Hg), estaño (Sn), vanadio (V), uranio (U), cromo (Cr), antimonio (Sb), selenio (Se) y Molibdeno (Mo)) se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio en los 3 meses evaluados y los 21 parámetros restantes, si llegaron a registrar concentraciones detectables por el método de análisis en al menos uno de los puntos de monitoreo.

A continuación se realiza el análisis y descripción de solo aquellos parámetros cuya concentración hayan superado los ECA para Agua, según la categoría a la que correspondan y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento

Manganeso (Mn)

Los dos puntos de monitoreo (QEAzu1 y QEAzu2) de la quebrada El Azufre, registraron presencia del metal Manganeso en las tres evaluaciones realizadas (mayo, agosto y octubre de 2018). En los ECA para agua Categoría 3, se establece como valor máximo una concentración de 0,2 mg/L de Mn, sin embargo, el punto de monitoreo QEAzu1 se ubicado en el área de influencia del Pad de Lixiviación Fase 1 Ciénaga Norte, se registraron concentraciones de 0,28 mg/L (mayo), 0,205 mg/L (agosto) y 0,36 mg/L (octubre) de manganeso, dichas concentraciones superan el valor del ECA para agua Categoría 3. En el punto de monitoreo QEAzu2 (aguas abajo de QEAzu1), las concentraciones del manganeso en los tres meses evaluados



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

fueron menores a 0,2 mg/L cumpliendo con los criterios establecido en los ECA para agua para la Categoría 3 solo para este punto (Figura 7-34).

Cabe precisar que de los 19 parámetros regulados en los ECA para agua Categoría 3, solo el metal manganeso supero el valor de los ECA

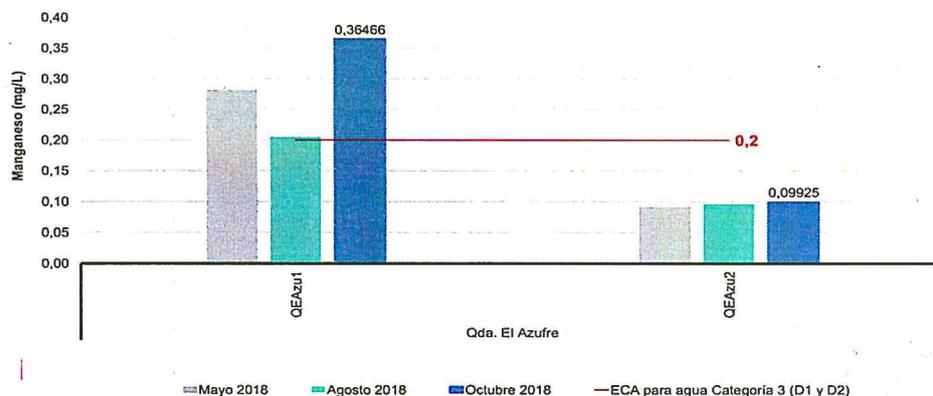


Figura 7-34. Concentraciones de manganeso en la microcuenca El Azufre, en el 2018

De los metales que cuentan con valor de regulación en los ECA para agua y que mostraron concentraciones detectables en la quebrada El Azufre fueron 12 (metales: aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn)), dichos metales registraron concentraciones que no superaron los ECA para agua.

Metales que presentaron anomalías en sus concentraciones

Dentro del grupo de metales que por su concentración o presencia detectable en los cuerpos de agua superficial fueron considerados como anomalías tenemos al **cadmio (Cd), litio (Li) y plomo (Pb)**.

Cadmio (Cd)

Los referidos metales en el punto de monitoreo QEAzu1 (Quebrada El Azufre) en el mes de mayo mostraron la presencia del metal cadmio en una concentración de 0,0004 mg/L. sin embargo, en los meses subsiguientes para el mismo punto ya no fue detectable ni para el punto ubicado aguas abajo (QEAzu2). El valor hallado está muy por debajo del ECA para agua, la cual es 25 veces menor (Figura 7-35).

Litio (Li)

Igual efecto se observó para el metal litio, quien registró presencia en el punto QAZu1 solo en los meses de mayo y octubre de 2018; y en el punto ubicado aguas abajo, QEAzu2, no fue detectable su concentración por el método del laboratorio en los tres meses evaluados. Las concentraciones de litio detectadas alcanzaron los 0,0015 mg/L, la cual es 1600 veces menor que lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3 (Figura 7-36).



Handwritten signature and date in blue ink



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Plomo (Pb)

Las concentraciones de plomo en el punto de monitoreo QEAzu1 fueron detectables en los tres meses evaluados; sin embargo, en el punto ubicado aguas abajo, QEAzu2, las concentraciones no fueron detectables por el método de laboratorio en los tres meses evaluados. Cabe resaltar que las concentraciones de litio detectadas alcanzaron los 0,0017 mg/L, la cual es 29,4 veces menor a lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3 (Figura 7-37).

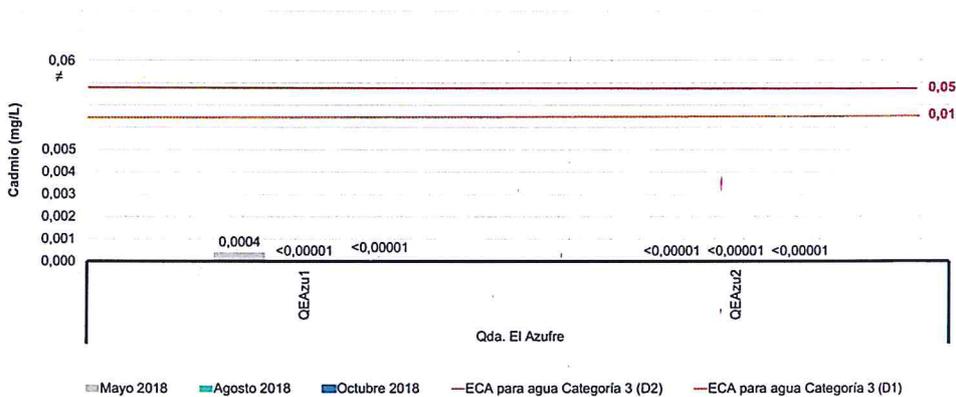


Figura 7-35. Concentraciones de cadmio en la microcuenca de la quebrada El Azufre, en el 2018

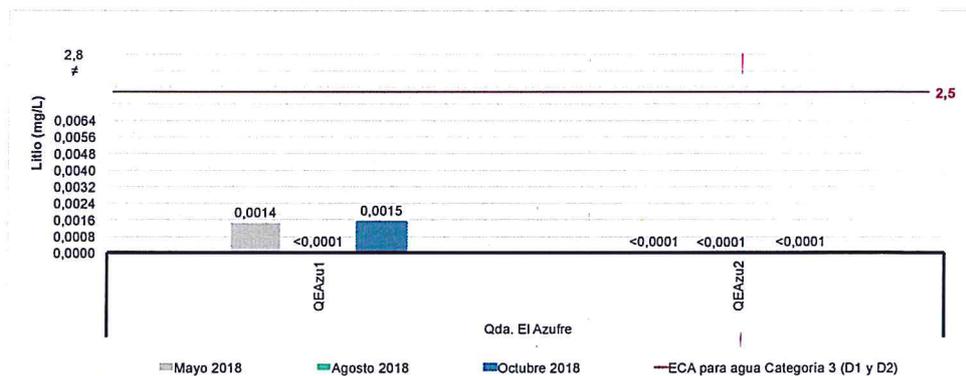


Figura 7-36. Concentraciones de litio en la microcuenca de la quebrada El Azufre, en el 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

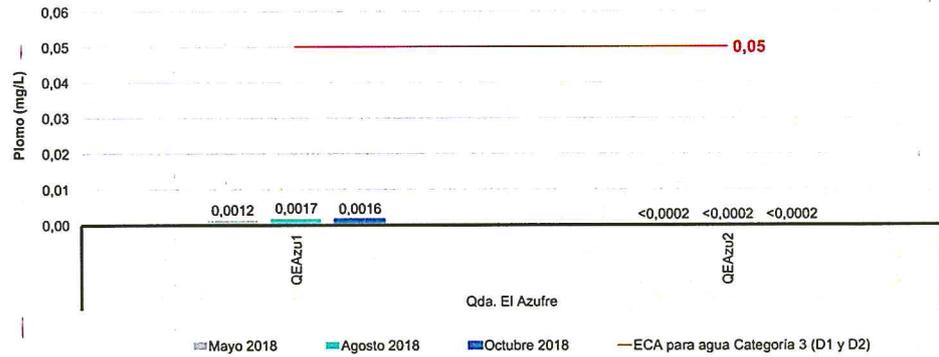


Figura 7-37. Concentraciones de plomo en la microcuenca de la quebrada El Azufre, en el 2018



7.4. Microcuenca Tacamache

La quebrada Tacamache se encuentra dentro de la UM Tantahuatay, recorriendo cerca a algunos de los componentes mineros de la minera. En esta quebrada se han establecido 2 puntos de monitoreo (QTaca1 y QTaca2), de los cuales el punto QTaca1 ubicado en la parte alta se encuentra en el área de influencia del Depósito de Material estéril (DME) Ciénaga Norte por situarse en la parte baja del componente; así también a una distancia 1,7 Km aproximadamente se encuentra el punto QTaca2 (aguas abajo de QTaca1), ubicado a unos 300 m aproximadamente aguas abajo del punto de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (E-4), el cual proviene de la planta de tratamiento de aguas ácidas, de drenajes y sub drenajes provenientes de depósitos de material estéril e inadecuados (Figura 7-38).

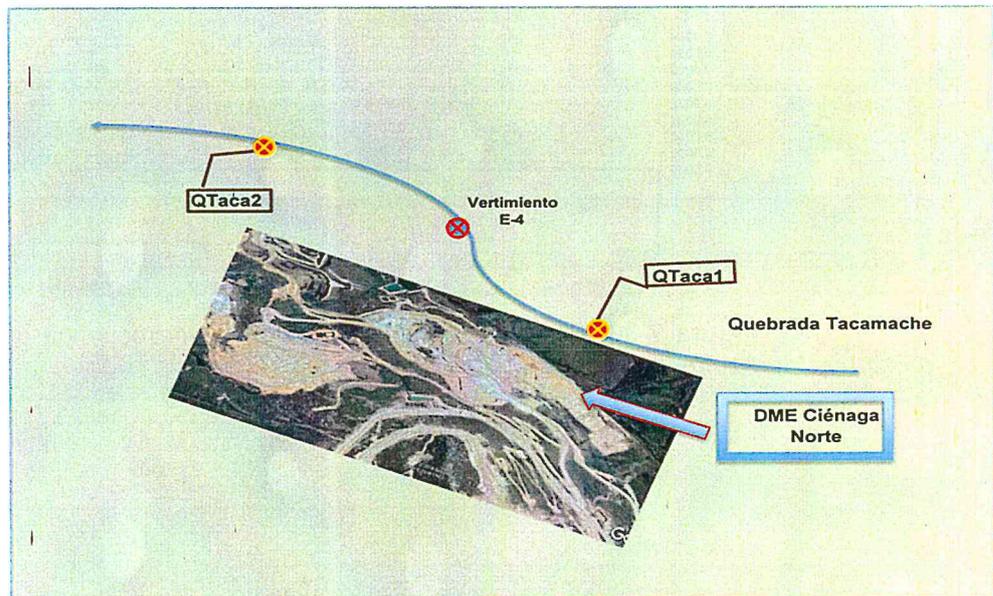


Figura 7-38. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos de la microcuenca Tacamache



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta se han establecido dos puntos de monitoreo (QTaca1 y QTaca2) distribuidos en la microcuenca de la quebrada Tacamache

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los caudales registrados en la vigilancia ambiental del período 2018, así como de los parámetros de campo (mediciones in situ), y los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) que excedieron los ECA para Agua siendo comparados con los ECA aprobados del 2015 y 2017, así como de aquellos que registraron anomalías en la concentración de los parámetros evaluados.

7.4.1. Caudales

La Figura 7-39 presenta la gráfica de los caudales registrados en la quebrada Tacamache, observándose una clara disminución de los caudales entre los meses evaluados, el mayor caudal se registró en el mes de mayo (época húmeda) y el menor en el mes de octubre (época seca).

Se observa que los caudales en el punto de monitoreo QTaca1 no mostraron mucha variabilidad entre los tres meses evaluados, sin embargo, en el punto ubicado aguas abajo de este (QTaca2), los caudales fueron mucho mayores y se diferenciaron entre meses, siendo mayo y octubre los que registraron el máximo y mínimo caudal respectivamente (Figura 7-39).

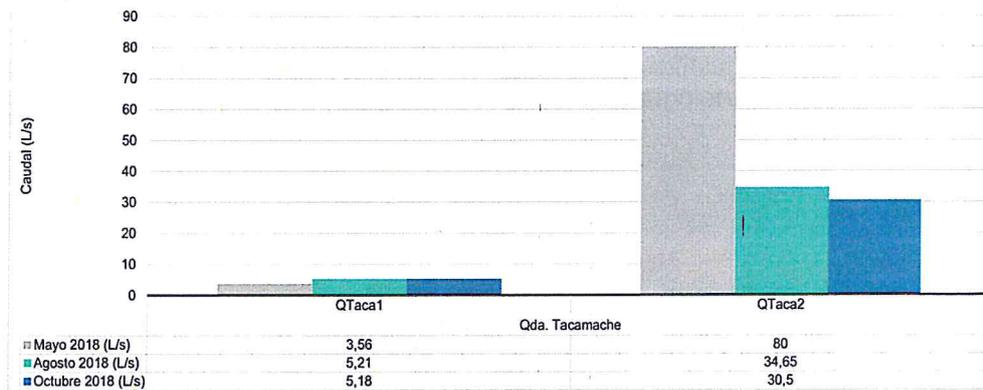


Figura 7-39. Registros de caudales de agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018

7.4.2. Parámetros de campo

Potencial de hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno en los puntos monitoreados de la quebrada Tacamache muestra en los 3 meses evaluados, condiciones predominantemente ácidas menores a 3,8 unidades de pH, con lo cual incumplen con los ECA para agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2 (Figura 7-40).

Los valores reportados entre los puntos de monitoreo mostraron una escasa variación de su acidez desde QEAzu1 a QEAzu2 en los tres meses



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

evaluados, a pesar de caracterizarse por caudales y factores climáticos distintos.

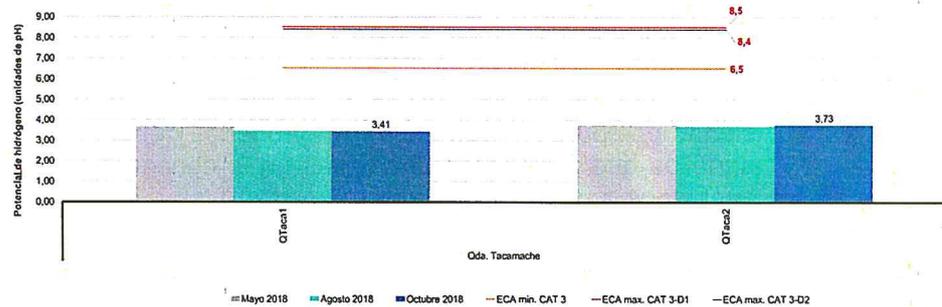


Figura 7-40. Potencial de hidrógeno del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018

Oxígeno disuelto (OD)

La Figura 7-41 muestra los resultados de oxígeno disuelto de la quebrada Tacamache en los 3 meses evaluados, presentando condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua con las que son comparadas.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el punto QTaca1 fueron en todos los meses, menores a las registradas en el punto QTaca2. Dicho incremento se justifica por la aireación que genera el efecto de turbulencia debido a la morfología de su cauce.

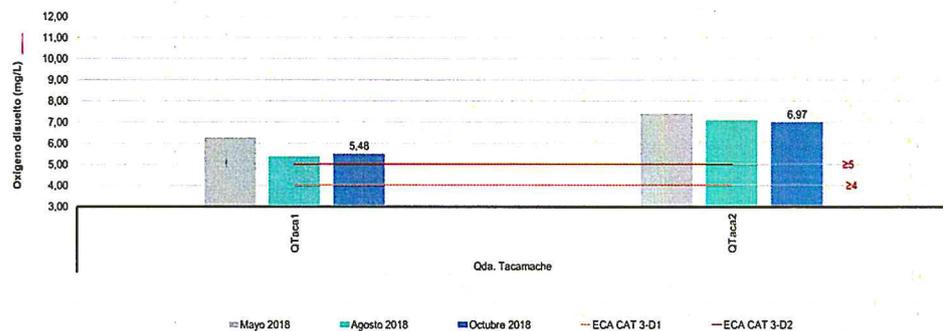


Figura 7-41. Oxígeno disuelto del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018

Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-42 muestra los valores de conductividad en la quebrada Tacamache, en los dos puntos de monitoreo (QTaca1 y QTaca2) registrados en los tres meses (mayo, agosto y octubre 2018), siendo en todos los casos menores al valor límite establecido en los ECA para agua, Subcategoría D1 y D2, cumpliendo con lo establecido en los ECA



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Las variaciones de conductividad eléctrica entre sus puntos de monitoreo, fueron mínimas y en los tres meses evaluados, sus valores fueron muy similares entre si y no llegaron a superar los 280 µS/cm.

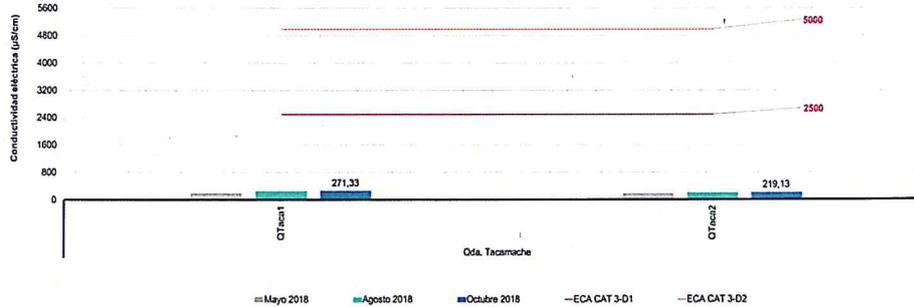


Figura 7-42. Conductividad del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018



Temperatura (T)

La quebrada Tacamache presentó una temperatura promedio de 12 °C, siendo valores característicos de zonas alto andinas. Los valores de temperatura registrados en la quebrada Tacamache, fueron similares en los tres meses y entre los puntos monitoreados. Los valores de temperatura no fueron mayores a 12°C (Figura 7-43).

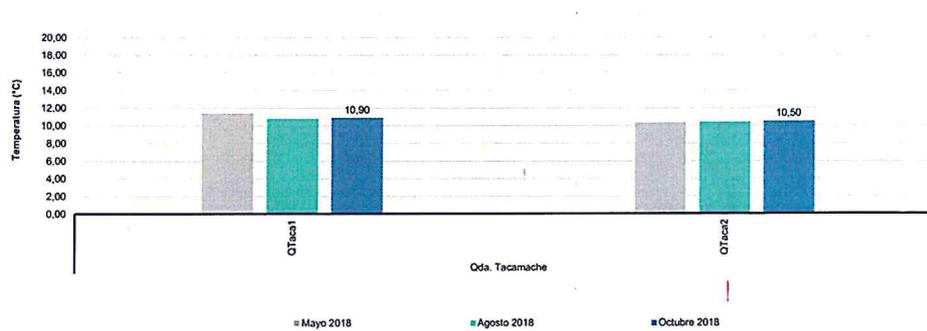


Figura 7-43. Temperatura del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018

7.4.3. Parámetros de laboratorio

En la microcuenca Tacamache se evaluaron 35 parámetros de los cuales, 14 parámetros (cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), Boro (B), berilio (Be) bismuto (Bi), mercurio (Hg), estaño (Sn), vanadio (V), uranio (U), talio (Tl), antimonio (Sb), cadmio (Cd) y Arsénico (As) se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio en los 3 meses evaluados, en tanto que los 21 parámetros restantes, obtuvieron



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

concentraciones detectables por el método de análisis en al menos uno de los puntos de monitoreo.

A continuación se realiza el análisis y descripción de solo aquellos parámetros cuya concentración hayan superado los ECA para Agua, según la categoría a la que correspondan y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento

De los 19 parámetros que cuentan con valor de regulación en los ECA para agua Categoría 3, se tiene que 6 se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio y 13 de ellos presentaron concentraciones que no superaron el valor de los ECA para Agua en la Categoría 3 Subcategorías D1 y D2.

Los parámetros que mostraron concentraciones detectables pero que no superaron los ECA para agua, fueron 13: aluminio (Al), bario (Ba), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se), y zinc (Zn)

Los metales que presentaron anomalías, tanto entre sus puntos de muestreo como en el tiempo en el que fueron monitoreados se describen a continuación:



Cromo (Cr)

Las concentraciones de cromo en el punto de monitoreo QTaca1 fueron detectables en el mes de agosto; sin embargo, en el punto ubicado aguas abajo, QTaca2, las concentraciones fueron no detectables por el método de laboratorio en los tres meses evaluados. Cabe resaltar que la concentración de cromo detectada es 0,0037 mg/L, la cual es 27 veces menor que lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-44).

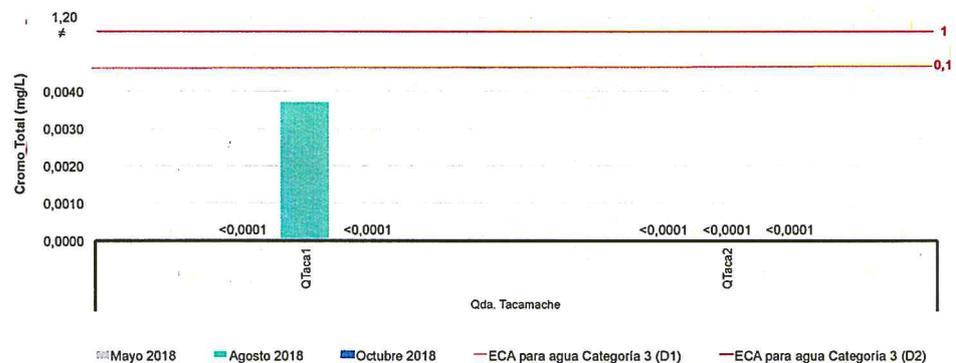


Figura 7-44. Concentraciones de cromo de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Litio (Li)

La Figura 7-45, muestra las concentraciones de litio en los puntos de monitoreo de la quebrada Tacamache, en la cual se aprecia que solo fueron detectables en determinados meses, es decir en el punto QTaca1 en el mes de mayo con 0,0014 mg/L, y en el punto QTaca2, en el mes de octubre con 0,0029 mg/L, representando este último valor, 862 veces menos que el ECA para Agua, Subcategorías D1 y D2.

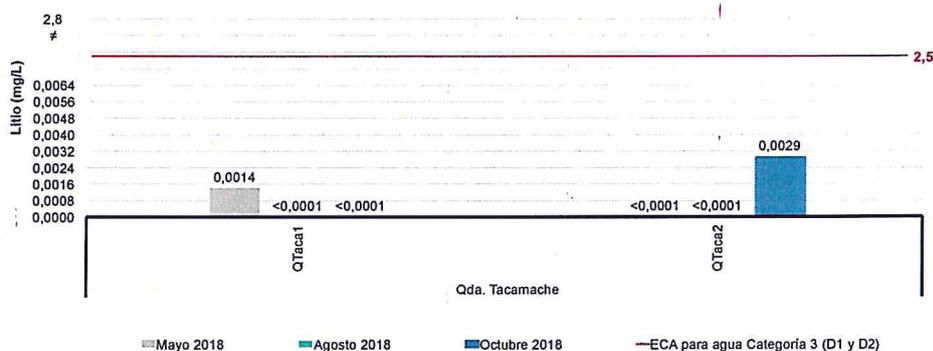


Figura 7-45. Concentraciones de litio de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018

Selenio (Se)

Las concentraciones de selenio registradas en la quebrada Tacamache, muestran que fueron detectables solo en el punto de monitoreo QTaca1, en el mes de agosto con 0,0018 mg/L, lo que representa que es 11,1 veces menor a lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-46).

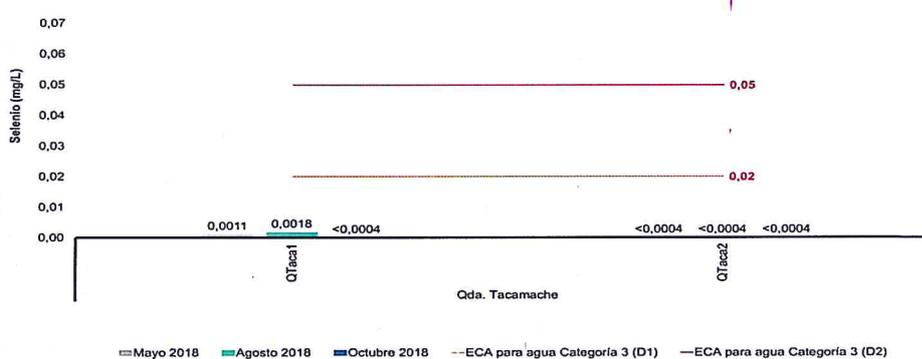


Figura 7-46. Concentraciones de selenio de la microcuenca de la quebrada Tacamache, en el 2018.

7.5. Microcuenca de la quebrada Tres Amigos

La quebrada Tres amigos, es un cuerpo de agua que se encuentra en el interior de la zona de operaciones de la UM Tantahuatay, y que parte de su flujo inicial se debe a los caudales que discurren de la poza de clarificación (pz-6) y de un ojo de agua cercana a dicha poza. Dicha poza de clarificación





«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

recolecta el agua de no contacto proveniente del canal de coronación de borde el DME Tantahuatay. El punto de monitoreo QTAmi1, controla la calidad de agua que sale de las pozas y del ojo de agua existente; sin embargo, durante los meses de agosto y octubre, y el poco caudal de la temporada, sus aguas solo provinieron del ojo de agua; en cambio en el mes de mayo, fue la mezcla de las 2 fuentes, debido a la temporada con presencia de lluvias.

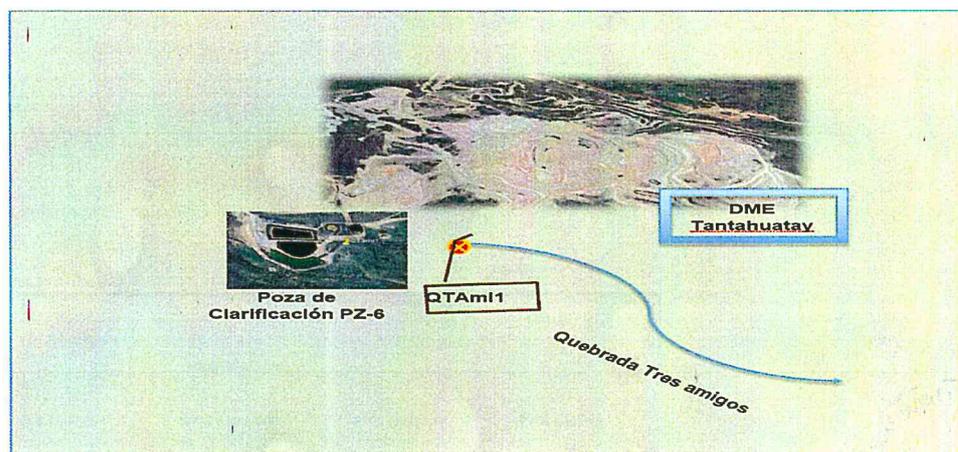


Figura 7-47. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos de la microcuenca Tres Amigos

Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta en la microcuenca se ha establecido un punto de monitoreo en la quebrada Tres Amigos (QTAmi1).

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los caudales registrados en el período 2018 de la vigilancia ambiental, así como de los parámetros de campo (mediciones in situ), y los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) que excedieron los ECA para Agua (2015 y 2017), y aquellos que registraron ciertas anomalías.

7.5.1. Caudales

En la microcuenca Tres Amigos, se observa que los caudales fueron mayores en el mes de mayo (época húmeda), para posteriormente disminuir en los meses de agosto y octubre (época seca). En la Figura 7-48 observa la disminución gradual del caudal de la quebrada Tres Amigos a medida que se acerca a la temporada de estiaje donde el caudal inicial en el punto de aforo QTAmi1 se reduce aproximadamente a la mitad en el mes de octubre.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

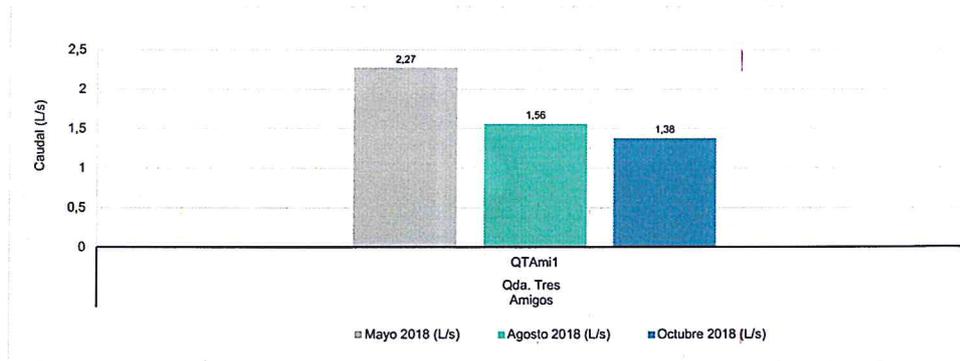


Figura 7-48. Registros de caudales de agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

7.5.2. Parámetros de campo



Potencial de hidrógeno (pH)

La quebrada Tres Amigos muestra en los 3 meses, condiciones ligeramente alcalinas con valores de pH mayores a 7,0 y menores a 7,3 unidades de pH, dichos valores cumplen con el rango de valores establecido en los ECA para agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2 (Figura 7-49).

Los registro de pH en el punto de monitoreo QTAmi1, mostraron muy poca variación estando dentro del rango de ligero alcalino en los tres meses, siendo el máximo valor de pH registrado de 7,22 unidades(Figura 7-49).

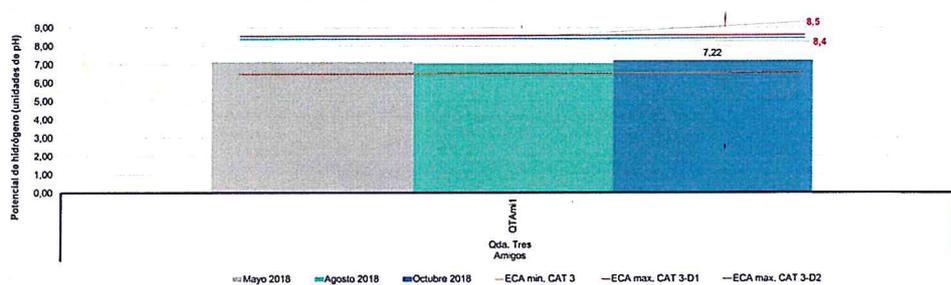


Figura 7-49. Potencial de hidrógeno del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

Oxígeno disuelto (OD)

La Figura 7-50 muestra los resultados de oxígeno disuelto de la quebrada en los 3 meses evaluados, evidenciando condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua con las que son comparadas.

Los resultados observados muestran que durante los tres meses la variabilidad de las concentraciones de oxígeno fueron mínimas, encontrándose en todos los meses, alrededor de los 6 mg/L.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

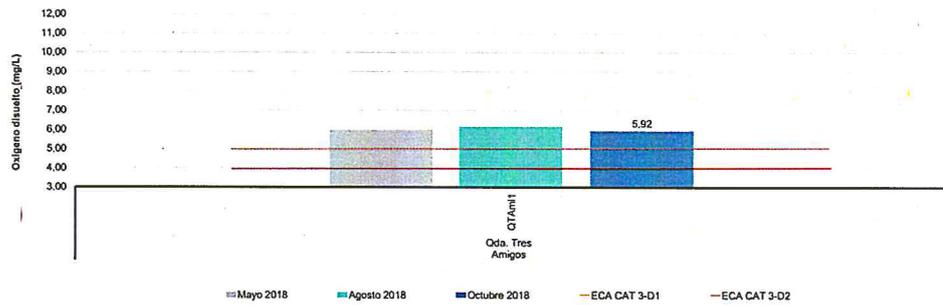


Figura 7-50. Oxígeno disuelto del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018



Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-51 muestra los valores de conductividad en el punto QTAmi1 de la quebrada Tacamache, siendo sus valores registrados menores al valor límite establecido en los ECA para agua, subcategoría D1 y D2 en los tres meses evaluados (mayo, agosto y octubre 2018).

Las variaciones de conductividad eléctrica entre los meses evaluados, fueron mínimas, su máximo valor registrado fue de 1528,5 µS/cm (agosto 2018), siendo menor al valor ECA para Agua de comparación.

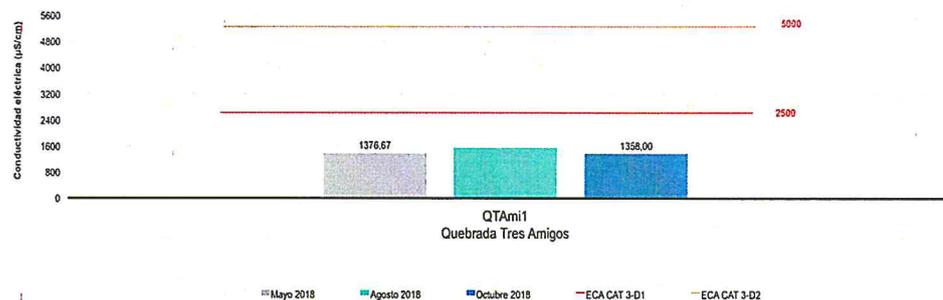


Figura 7-51. Conductividad del agua superficial de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

Temperatura (T)

La temperatura promedio en la quebrada Tres Amigos alcanzo los 12 °C siendo temperatura propia de las zonas alto andinas, Los valores de temperatura registrados en la quebrada Tres Amigos, fueron variables entre los meses evaluados, siendo el máximo valor reportado en el mes de mayo (14,1 °C) y el mínimo valor reportado en agosto (10°C) (Figura 7-52).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

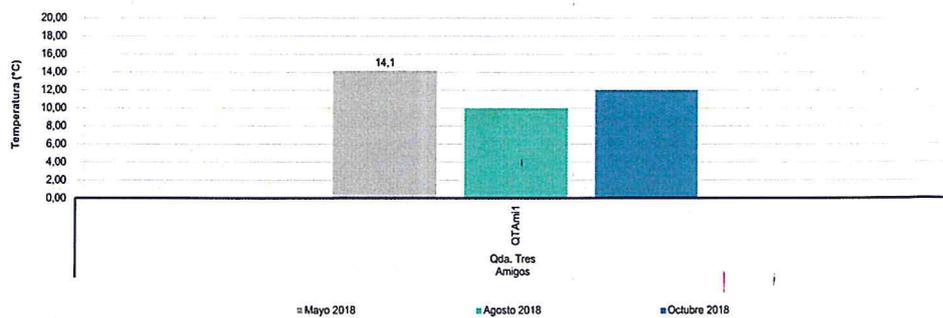


Figura 7-52. Temperatura del agua superficial de cuerpos de agua de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

7.5.3. Parámetros de laboratorio

De los resultados analíticos de los parámetros evaluados (cianuros y metales totales) de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, se encontró lo siguiente:

De los 35 parámetros, 12 parámetros (cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), berilio (Be) bismuto (Bi), mercurio (Hg), estaño (Sn), vanadio (V), talio (Tl), titanio (Ti) cromo (Cr), y selenio (Se)) se reportaron como menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio en los 3 meses evaluados, en tanto que los 23 parámetros restantes, si llegaron a registrar concentraciones detectables por el método de análisis en al menos uno de los puntos de monitoreo.

A continuación se realiza el análisis y descripción de solo aquellos parámetros cuya concentración hayan superado los ECA para Agua, según la categoría a la que correspondan y de aquellos que hayan presentado alguna anomalía en su comportamiento

De los 19 parámetros que cuentan con valor de regulación en los ECA para agua Categoría 3, se tiene que 5 se registraron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio y 13 de ellos presentaron concentraciones detectables pero que no superaron el valor de los ECA para Agua en la Categoría 3 Subcategorías D1 y D2.

Los parámetros con concentraciones detectables que no superaron los ECA para agua, fueron 13: cadmio (Cd), plomo (Pb), litio (Li), níquel (Ni), boro (Bo), cobalto (Co), cobre (Cu), bario (Ba), arsénico (As), aluminio (Al), zinc (Zn), hierro (Fe) y magnesio (Mg)

El único parámetro que superó los ECA para agua fue el metal manganeso (Mn) en las tres evaluaciones realizadas, del cual se realizara una breve descripción así como de los metales que presentaron anomalías, tanto entre sus puntos de muestreo como en el tiempo en el que fueron monitoreados.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Manganeso (Mn)

La quebrada Tres Amigos mostró concentraciones de manganeso que superaron el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 3 en los tres meses evaluados (mayo, agosto y octubre de 2018). En los 3 meses, las concentraciones alcanzaron valores significativos representando aproximadamente 10 veces el valor ECA para Agua al cual es comparado el máximo valor se registró en agosto con 2,144 mg/L de Mn (Figura 7-53).

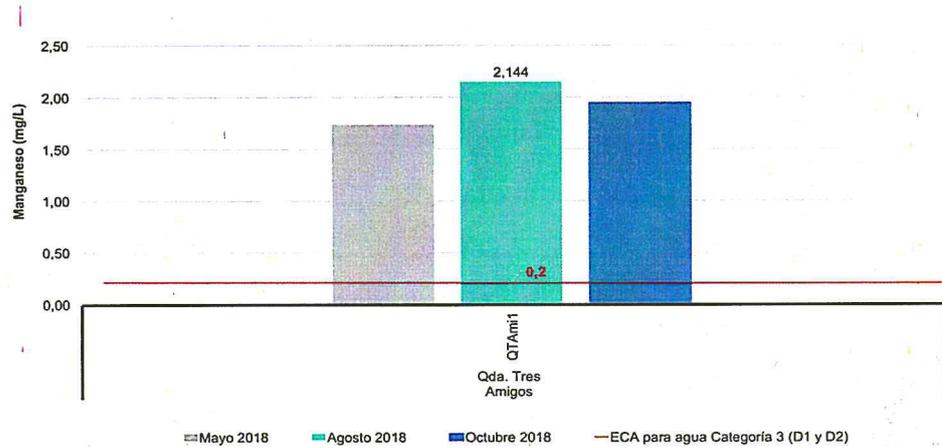


Figura 7-53. Concentraciones de manganeso de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

Los metales que presentaron valores o presencia anómala, tanto entre sus puntos de muestreo como en el tiempo fueron:

Boro (B)

Concentraciones de boro en la quebrada Tres Amigos, solo fueron detectables en octubre de 2018, con una concentración de 0,004 mg/L muy por debajo del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-54).

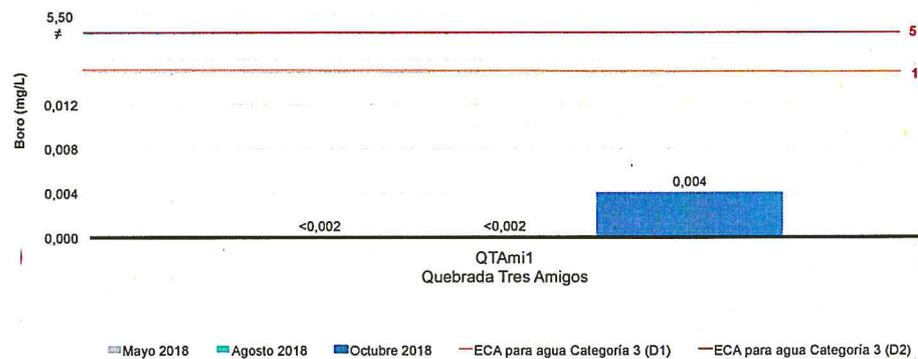


Figura 7-54. Concentraciones de boro de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cadmio (Cd)

Concentraciones de cadmio en la quebrada Tres Amigos, solo fue detectable la vigilancia de octubre del 2018, con una concentración de 0,00067 mg/L valor inferior al establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-55).

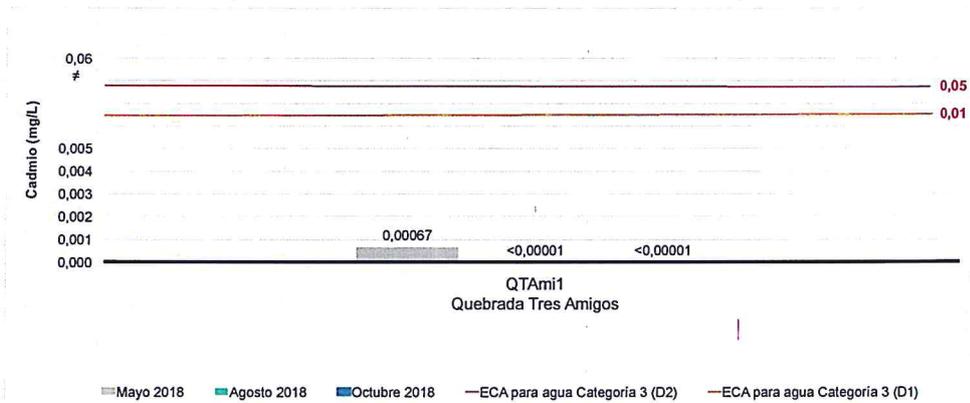


Figura 7-55. Concentraciones de cadmio de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

Plomo (Pb)

Concentraciones de plomo en la quebrada Tres Amigos, solo fue detectable en la vigilancia de mayo del 2018, con una concentración de 0,0008 mg/L valor inferior al establecido en los ECA para Agua Categoría 3 (Figura 7-56).

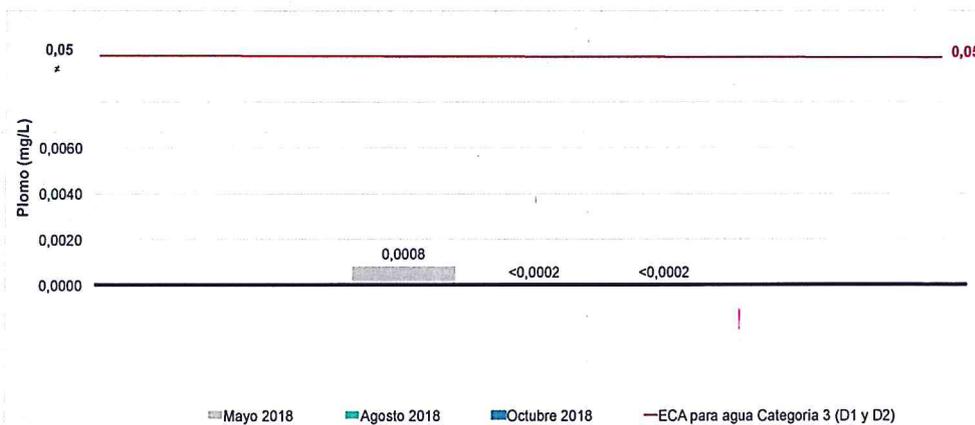


Figura 7-56. Concentraciones de plomo de la microcuenca de la quebrada Tres Amigos, en el 2018

7.6. Microcuenca de la quebrada Melchos

La quebrada Melchos, es un cuerpo de agua que se encuentra dentro de la zona de operaciones y que se alimenta del agua de no contacto que sale de la poza de clarificación y que recibe agua del canal de coronación que bordea el DMI (depósito de material inadecuado) Tiwinza 2, dentro del tajo de extensión Tantauhatay. El punto de monitoreo QMelc1, controla la calidad de



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

agua que sale de la poza PZ-40; la cual depende de la temporada, es decir, en los monitoreos realizados, solo se obtuvo agua del mes de mayo.

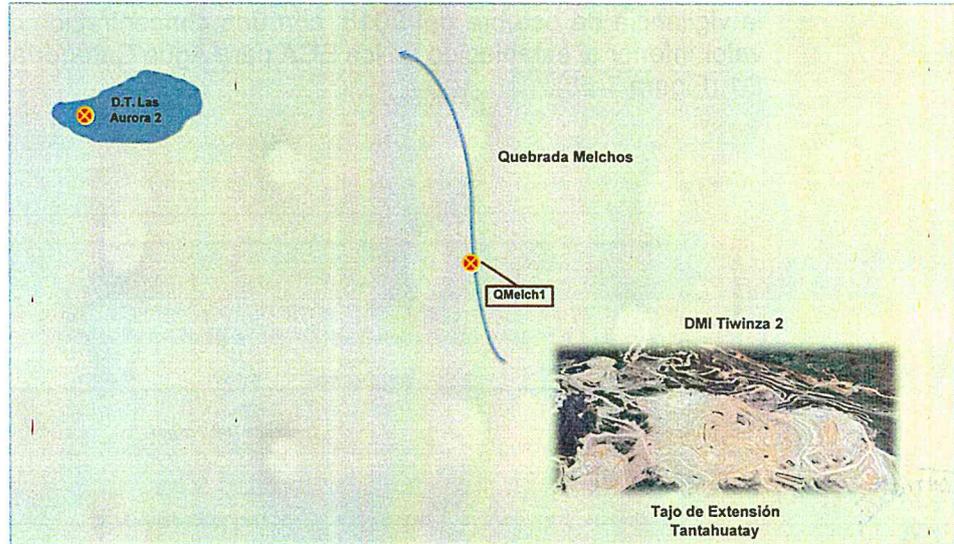


Figura 7-57. Distribución de los puntos de monitoreo y dirección de los flujos de la microcuenca de la quebrada Melchos

Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta en la microcuenca se ha establecido un punto de monitoreo en la quebrada Melchos (QMelc1).

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los caudales registrados en el período 2018 de la vigilancia ambiental, así como de los parámetros de campo (mediciones in situ), y los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) que excedieron los ECA para Agua (2015 y 2017), y aquellos que al contar con un valor de regulación registraron ciertas anomalías.

7.6.1. Caudales

En la microcuenca evaluada en el 2018, se observó presencia de un mínimo caudal en el mes de mayo, posteriormente ya no hubo flujo de agua. El caudal alcanzado fue de 0,004 L/s.

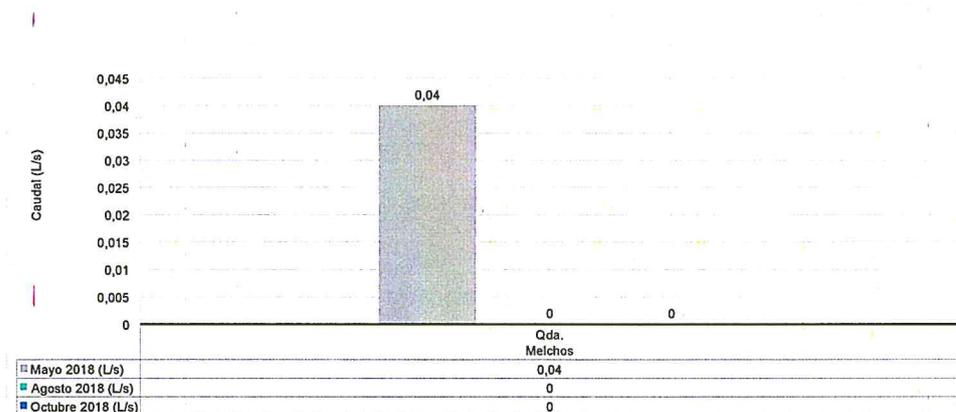


Figura 7-58. Registros de caudales de agua superficial de la microcuenca de la quebrada Melchos, en 2018

[Handwritten signature]

**7.6.2. Parámetros de campo**

Los parámetros de campo registrados en el mes de mayo para la quebrada Melchos se encuentran en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1. Parámetros de campo en el monitoreo de agua superficial correspondiente de la microcuenca de la quebrada Melchos, en 2018

N°.	Código		pH	Oxígeno disuelto	Conductividad	Temperatura
			(Unidad de pH)	(mg/L)	(μ S/cm)	(°C)
Quebradas						
1	QMelc1		2,97	6,51	652,67	13,3
ECA 2015* y ECA 2017**	Categoría 3:	Riego de vegetales	6,5-8,5	≥ 4	2000	$\Delta 3$
		Bebida de animales	6,5-8,4	≥ 5	5000	$\Delta 3$

(*): Decreto Supremo N.° 015-2015-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría 3.

(**): Decreto supremo N.° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría 3.

$\Delta 3$: Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Potencial de hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno en el punto monitoreado de la quebrada Melchos muestra en el mes de mayo, condiciones predominantemente ácidas con 2,97 unidades de pH, con lo cual incumplen con los ECA para agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2 (Tabla 7-1).

Oxígeno disuelto (OD)

Los resultados de oxígeno disuelto de la quebrada en el mes de mayo, presentó condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua a las que son comparadas, siendo superior a los 6,5 mg/L.

Conductividad eléctrica

La quebrada Melchos, registró en el mes de mayo una conductividad de 652,67 μ S/cm, valor menor al valor límite establecido por los ECA para agua, Subcategoría D1 y D2.

Temperatura

La temperatura registrada en la quebrada Melchos, fue de 13,3°C en el mes de mayo.





«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

7.6.3. Parámetros de laboratorio

En los resultados analíticos de cianuros y metales totales que fueron analizados en la microcuenca de la quebrada Las Gradadas, se encontró lo siguiente:

- De los elementos que cuentan con un ECA para Agua, Categoría 3, se obtuvieron resultados menores al límite de detección en el mes evaluado, los cuales fueron: cianuro wad, boro (B), berilio (Be), mercurio (Hg) y selenio (Se).

Además se reporta los siguientes metales que excedieron los valores ECA para Agua, con los que fueron comparados:

Aluminio (Al)

La concentración registrada de aluminio (9,858 mg/L) representó 1,97 veces más de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3 (Figura 7-59)

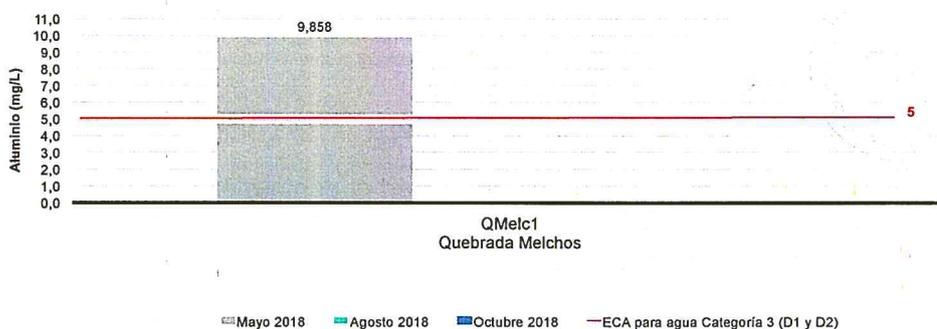


Figura 7-59. Concentraciones de aluminio en la microcuenca de la quebrada Melchos

Cobre (Cu)

La concentración registrada de cobre (0,8019 mg/L) representó 4 veces más de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-60).

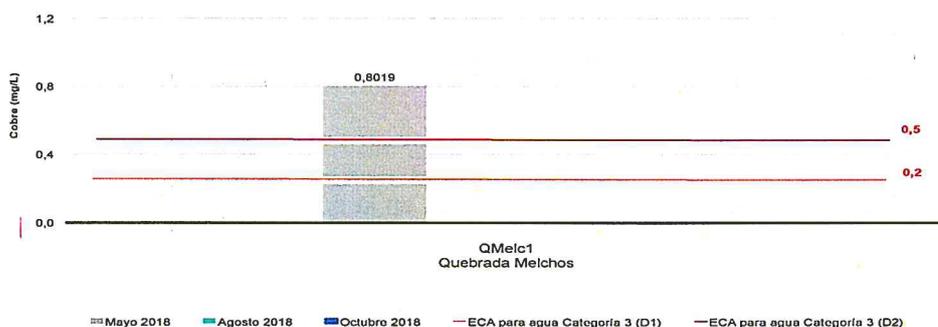


Figura 7-60. Concentraciones de cobre en la microcuenca de la quebrada Melchos



Handwritten signature and date in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Hierro (Fe)

La concentración registrada de hierro (15,39 mg/L) representó 3 veces más el valor establecido en los ECA para Agua Categoría 3, Subcategoría D1 (Figura 7-61).

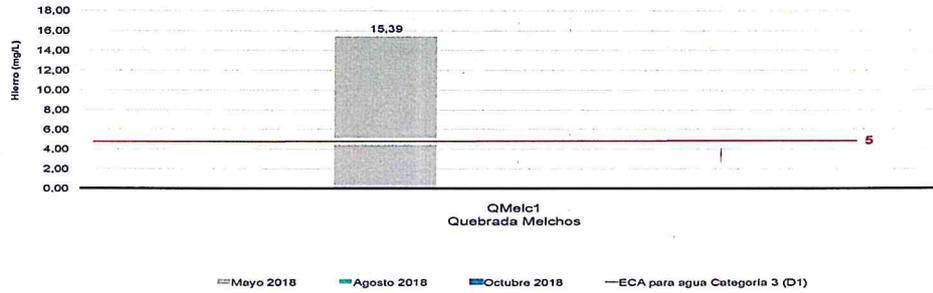


Figura 7-61. Concentraciones de hierro en la microcuenca de la quebrada Melchos

Manganeso (Mn)

La concentración registrada de manganeso (1,561 mg/L) representó 7,8 veces más de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 3 (Figura 7-62).

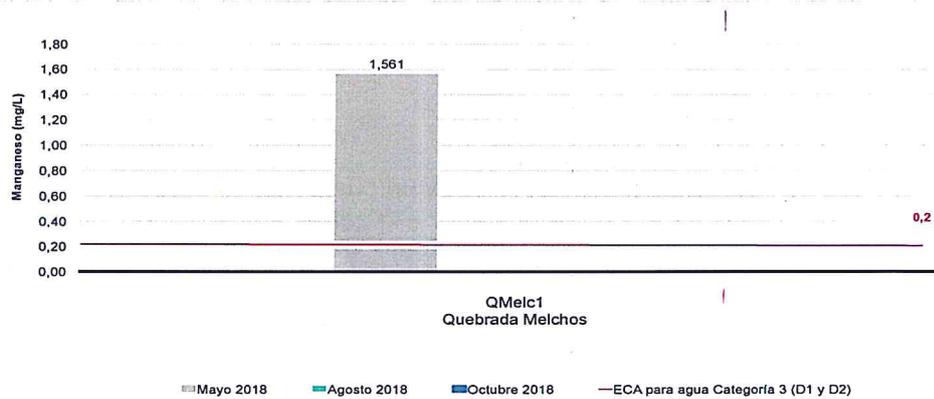


Figura 7-62. Concentraciones de manganeso en la microcuenca de la quebrada Melchos.

Dentro de los metales que mostraron concentraciones detectables pero que no superaron los ECA para agua, fueron: arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), litio (Li), magnesio (Mg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn)

7.7. Lagunas

Las lagunas evaluadas en la UM Tantahuatay fueron 4, de las cuales, su descripción se detalla a continuación:



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Laguna Los Gentiles

La laguna los Gentiles es un cuerpo de agua léntico, por su ubicación podría estar influenciada por los componentes mineros como el DME Tantahuatay (a 250 m aprox.) y la poza PZ-20, que recibe agua tratada que circunda por el Pad Tantahuatay (a unos 40 m aprox.). El punto de monitoreo en la laguna controla la calidad de agua, de las posibles influencias así como del vertimiento autorizado de aguas residuales domésticas tratadas (E-1) (Figura 7-63).

Lagunas Las Gemelas

La laguna Las Gemelas, es un cuerpo léntico de agua que se encuentra en la falda de la montaña o cerro que contiene al Tajo de extensión Tantahuatay (a unos 480 m aprox.). El punto de monitoreo LLGem1 es un punto de control de calidad de la laguna que existe en el área, por no disponer de un contacto cercano a los principales componentes mineros y no tener vertimientos autorizado en ella (Figura 7-63).



Laguna Vira Vira

La laguna Vira Vira, es un cuerpo de agua léntico que se encuentra en la falda del cerro que abarcará el Tajo El Mirador (a 500 m aprox.), y que actualmente aún no está operando. Por lo cual, el punto de monitoreo LVVir1, es un punto de control de calidad de la zona y de los cuerpos de agua que dependen de ella, como es la quebrada Puente La Hierba (Figura 7-63).

Laguna La Aurora 5

La laguna La Aurora 5, es un cuerpo de agua léntico que se encuentra en la falda de la parte posterior a la zona de operaciones que corresponde al Tajo de extensión de Tantahuatay, y por lo cual su punto de monitoreo LAuro1 controla la calidad de agua de las posibles influencias subterráneas de las operaciones de la UM Tantahuatay (Figura 7-63).



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

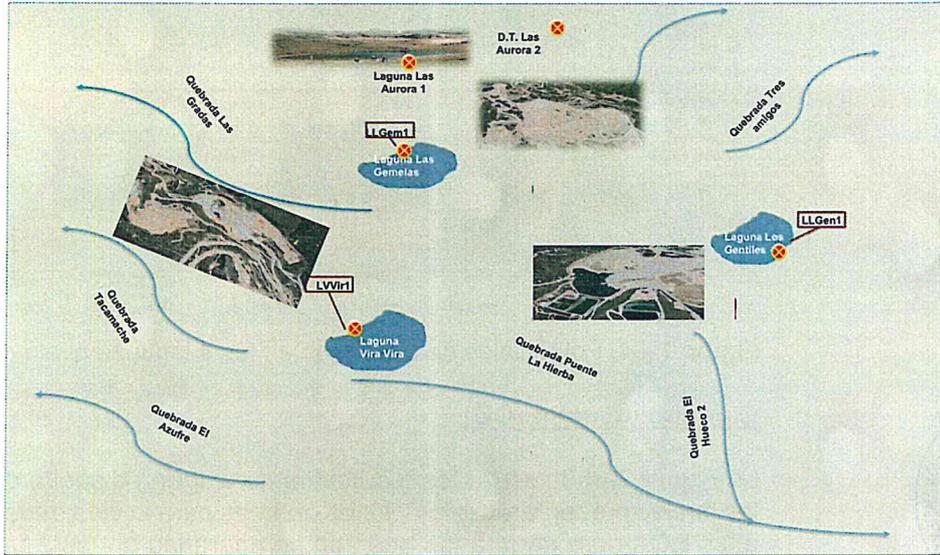


Figura 7-63. Distribución de las lagunas evaluadas y sus puntos de monitoreo, en 2018

Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta se han establecido puntos de monitoreo en cada una de las lagunas (LVVir1, LLGen1, LLGem1 y LAuro1).

A continuación, se realiza la descripción y análisis de los parámetros de campo (mediciones in situ), y de los 35 parámetros de laboratorio (analizados en laboratorio acreditado) que excedieron los ECA para Agua (2015 y 2017), y aquellos que registraron ciertas anomalías.

7.7.1. Parámetros de campo

Potencial de hidrógeno (pH)

Las cuatro lagunas evaluadas (Vira Vira, Las Gemelas, Los Gentiles y Las Auroras 5) mostraron condiciones predominantemente ácidas menores a 5,3 unidades de pH, en los 3 meses evaluados, con lo cual incumplen con los ECA para agua Categoría 4, Subcategorías E1 (Figura 7-64).

Los valores registrados del pH en los puntos de monitoreo en las 4 lagunas mostraron para las lagunas Vira Vira, Los Gentiles y Las Auroras 5, una disminución de la acidez conforme se aproxima a la época seca (agosto y octubre); con excepción de la laguna Las Gemelas, cuya acidez tuvo ligera variación en el mes de agosto volviendo a sus valores iniciales en octubre (Figura 7-64)



Handwritten signature in blue ink.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

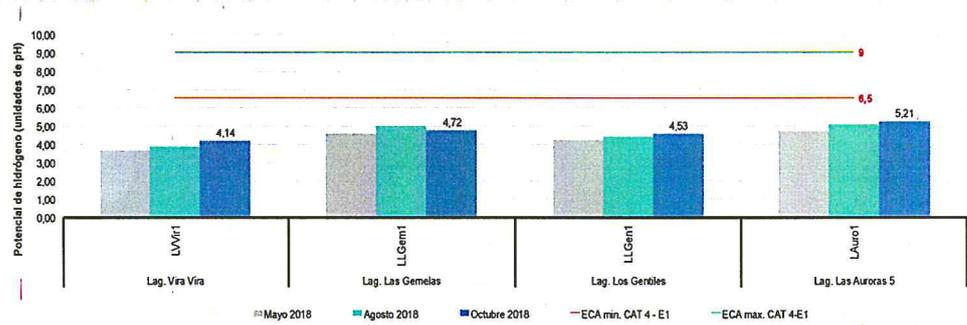


Figura 7-64. Potenciales de hidrógeno en las 4 lagunas evaluadas, en el 2018

Oxígeno disuelto (OD)

La Figura 7-65 muestra los resultados de oxígeno disuelto de las 4 lagunas, las cuales presentaron condiciones óptimas para la vida acuática, de acuerdo a los ECA para agua a las que son comparadas en los 3 meses evaluados (mayo, agosto y octubre 2018).

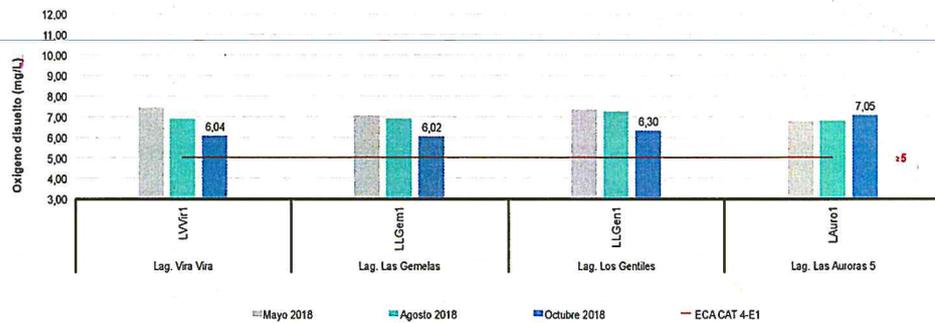


Figura 7-65. Oxígeno disuelto en las 4 lagunas evaluadas, en el 2018

Se observa además que las concentraciones de oxígeno en las lagunas Vira Vira, Las Gemelas y Los Gentiles, mostraron una ligera reducción desde mayo hasta octubre, llegando a valores mínimos de 6,02 mg/L. Sin embargo, la laguna La Aurora 5, mostró un ligero incremento en lo que va de mayo a octubre, alcanzando una concentración de 7,05 mg/L de OD. Pese a estas variaciones las concentraciones se mantuvieron en buen estado de acuerdo a los criterios establecidos en los ECA.

Conductividad eléctrica (CE)

La Figura 7-66 muestra los valores de conductividad de las 4 lagunas evaluadas, siendo en todos los casos, menores al valor límite máximo establecido por los ECA para agua, Categoría 4, Subcategoría E1 en los tres meses evaluados.

Las conductividades eléctricas de las lagunas presentaron poca variabilidad entre los meses evaluados, siendo muy similares entre sí a excepción de la laguna Los Gentiles, en la cual se muestra un incremento gradual entre mayo



Handwritten signature in blue ink on the left margin.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

a octubre, alcanzando en este último mes los 297,67 µS/cm, valores muy por debajo de lo establecido en los ECA para Agua Categoría 4.

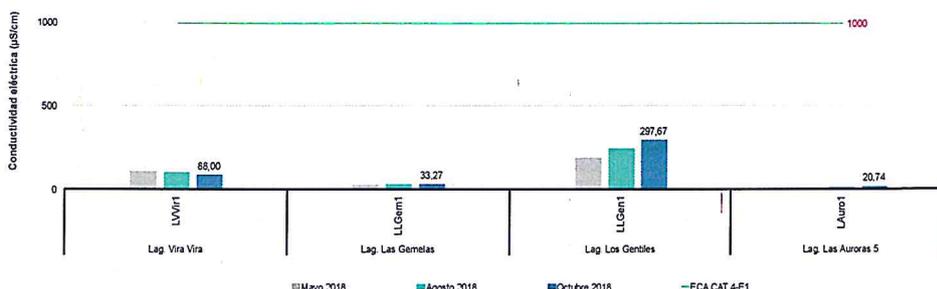


Figura 7-66. Conductividad eléctrica en las 4 lagunas evaluadas, en el 2018

Temperatura (T)

Los registros de temperatura en las cuatro lagunas fueron muy variables, es decir la laguna Virá mantuvo una temperatura casi estable en los tres meses con un promedio de 13,9 °C, la laguna Las Gemelas presentó un ligero incremento en 1 °C, Los gentiles por el contrario mostraron una disminución de hasta 3 °C y La Aurora 5, no tuvo variación significativa. Los valores de temperatura registrados en las lagunas, no marcan una diferencia significativa a excepción de la laguna Los Gentiles donde la máxima y mínima temperatura la registro la laguna Los Gentiles, con 15,5 °C en mayo y 10,8 °C en agosto (Figura 7-67).

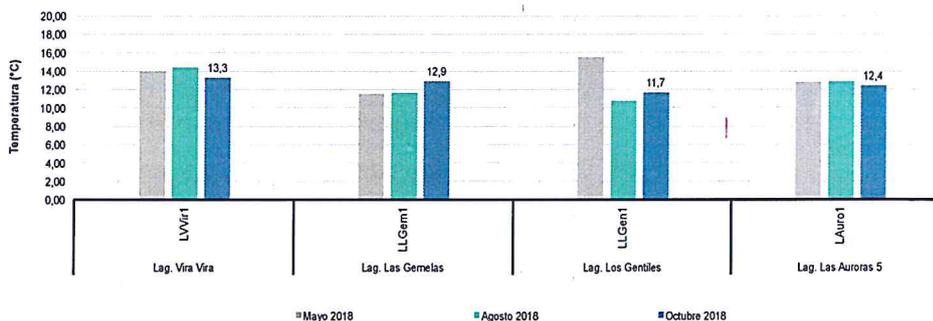


Figura 7-67. Temperatura en las 4 lagunas evaluadas, en el 2018

7.6.3. Parámetros de laboratorio

En los resultados analíticos de los parámetros de laboratorio (cianuros y metales totales) de las 4 lagunas evaluadas, se encontró lo siguiente:

En la vigilancia ambiental se evalúan 35 parámetros, de los cuales, los que obtuvieron resultados menores al límite de detección en las 4 lagunas y en los 3 meses evaluados fueron 12: cianuro libre, cianuro wad, plata (Ag), boro (B), bismuto (Bi), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), estaño (Sn), uranio (U), berilio (Be), litio (Li) y talio (Tl)



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

De los parámetros evaluados, se tiene que 12 de ellos cuentan con un valor de regulación en los ECA para Agua Categoría 4, Subcategoría E1, de los cuales solo 9 parámetros presentaron concentraciones detectables por el método de análisis del laboratorio .

Con los datos obtenidos en la vigilancia ambiental en los tres meses, luego de un análisis y comparación con los valores de regulación ECA se tiene que solo el metal cadmio (Cd) llegó a superar los ECA para Agua a los que son comparados, fueron:

Cadmio (Cd)

La Figura 7-68 muestra la gráfica de los registros de cadmio en las 4 lagunas evaluadas, en ella se observa que presencia de cadmio total solo se detectó en la laguna Los Gentiles, en dos meses (agosto y octubre de 2018). Los valores registrados de cadmio superan 3 veces aproximadamente el valor establecido en los ECA para Agua, Categoría 4, Subcategoría E1 (aprobado en el año 2015). En el resto de lagunas, las concentraciones de Cd fueron menores al límite de detección del método de análisis del laboratorio, durante los tres meses evaluados.



Handwritten signature in blue ink

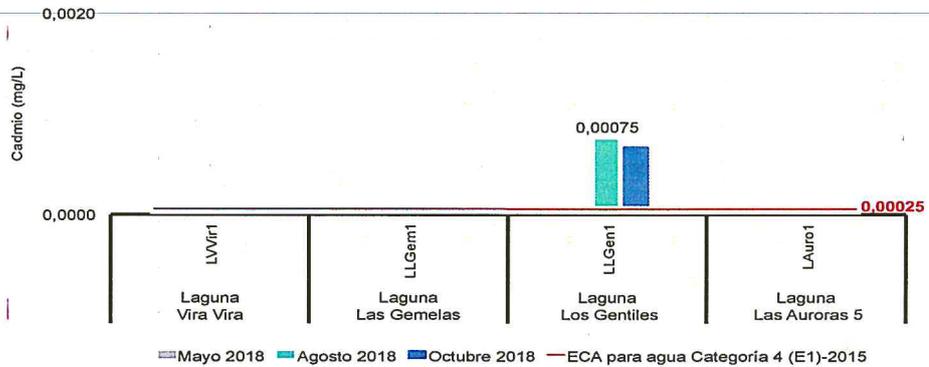


Figura 7-68. Concentraciones de cadmio en las lagunas evaluadas de 2018.

Dentro de los metales que mostraron concentraciones detectables pero que no superaron los ECA para agua, se tiene:

Plomo (Pb)

En la Figura 7-69, se muestran las concentraciones de plomo en las lagunas evaluadas, en ella se observa que las 4 lagunas registraron la presencia de plomo siendo el máximo registrado en la laguna Vira Vira con una concentración máxima de 0,0025 mg/L de Pb, dicha concentración es igual al valor establecido en los ECA para Agua Categoría 4, Subcategoría E1; sin embargo, no llega a superar dicho valor

Las concentraciones halladas reflejan para la laguna Vira Vira, cierta persistencia y estabilidad en sus valores entre mayo y octubre; sin embargo, en las lagunas Las Gemelas y La Aurora 5, se observa que reflejan una



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

reducción en su concentración entre mayo y octubre. Caso contrario (incremento gradual) se refleja en la laguna Los Gentiles de agosto a octubre.

Es importante mencionar que, de acuerdo a lo observado en el mes de mayo, las cotas del nivel de agua de las lagunas, fueron superiores a los dos siguientes meses en que se evaluaron.

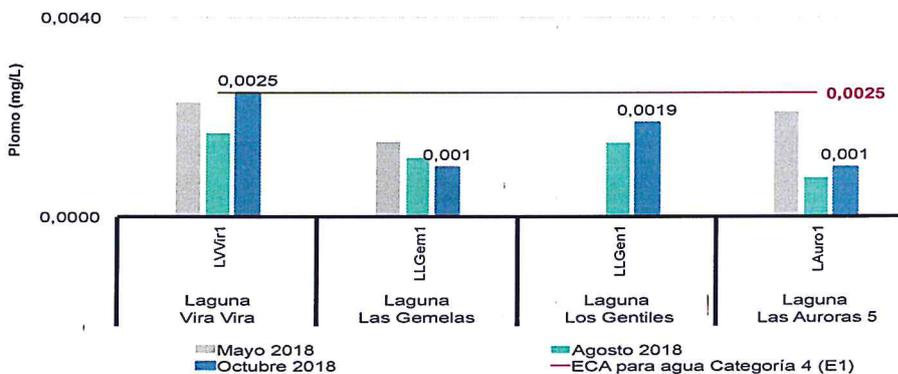


Figura 7-69. Concentraciones de plomo en las lagunas evaluadas de 2018.

En la laguna Vira Vira, los metales; arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), níquel (Ni), selenio (Se) y zinc (Zn) se registraron en concentraciones menores a los ECA para agua - Categoría 4

En la laguna Las Gemelas, los metales; arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn) fueron los que presentaron concentraciones menores a los ECA para agua - Categoría 4.

En la laguna Los Gentiles, los metales; arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn), fueron los que presentaron concentraciones menores a los ECA para agua - Categoría 4.

En la laguna Las Auroras, los metales; arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn) fueron los que presentaron concentraciones menores a los ECA para agua - categoría 4

Entre ellos, se observó concentraciones variables en los meses evaluados en:

Arsénico (As)

Las concentraciones de arsénico graficadas en la Figura 7-70, muestran una variación mínima en 3 lagunas evaluadas, sin embargo, en la Laguna Los Gentiles, se muestra un incremento desde agosto a octubre, que representó aproximadamente el triple. Aunque su valor no se encuentra cercano al valor ECA para Agua comparado, es notable su incremento.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

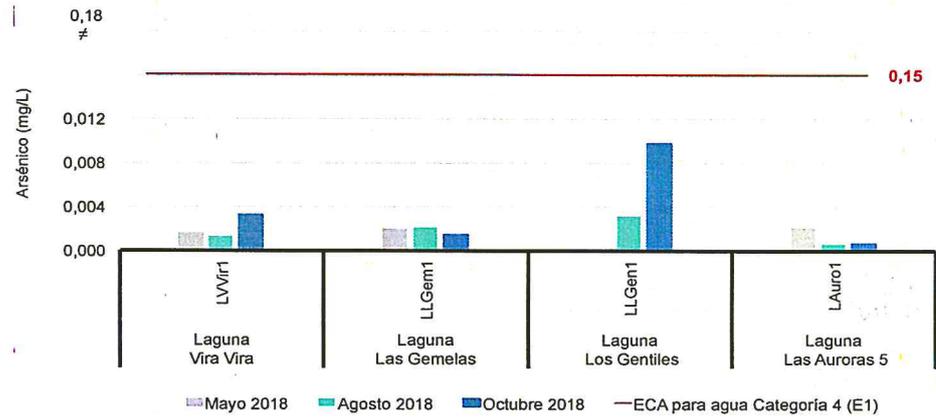


Figura 7-70. Concentraciones de arsénico en las lagunas evaluadas en el 2018.

Bario (Ba)

La Figura 7-71, muestra concentraciones similares entre los meses evaluados para las lagunas Las Gemelas, Los Gentiles y Las Auroras 5; sin embargo, en la Laguna Vira Vira, su incremento es notable en el mes de octubre respecto a mayo y agosto, representando casi el doble de lo registrado. Dicho repunte, representó la séptima parte de lo establecido en los ECA para Agua categoría 4 con la cual se compara.

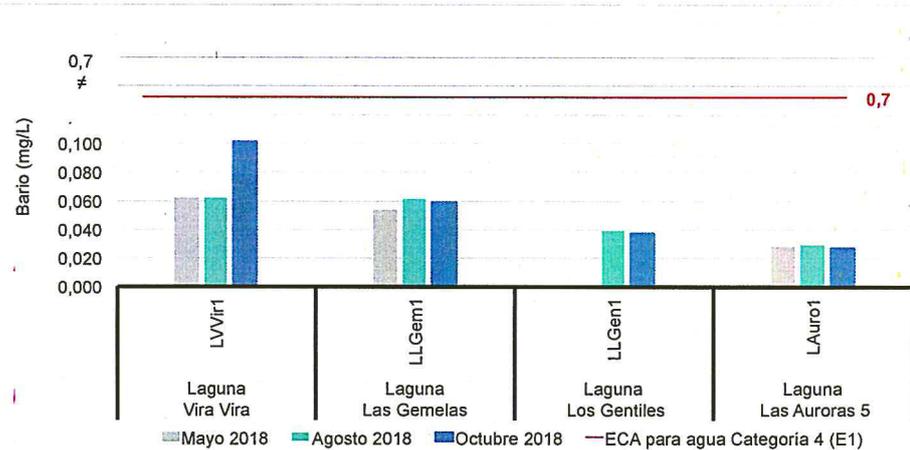


Figura 7-71. Concentraciones de bario en las lagunas evaluadas de 2018.

Selenio (Se)

La Figura 7-72 muestra las concentraciones de selenio en las lagunas evaluadas, de las cuales se destaca que solo es detectable en la laguna Vira Vira durante el mes de mayo, en una concentración de 0,0013 mg/L, representando casi una quinta parte de lo establecido en los ECA para Agua, Categoría 4 con la cual se compara.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

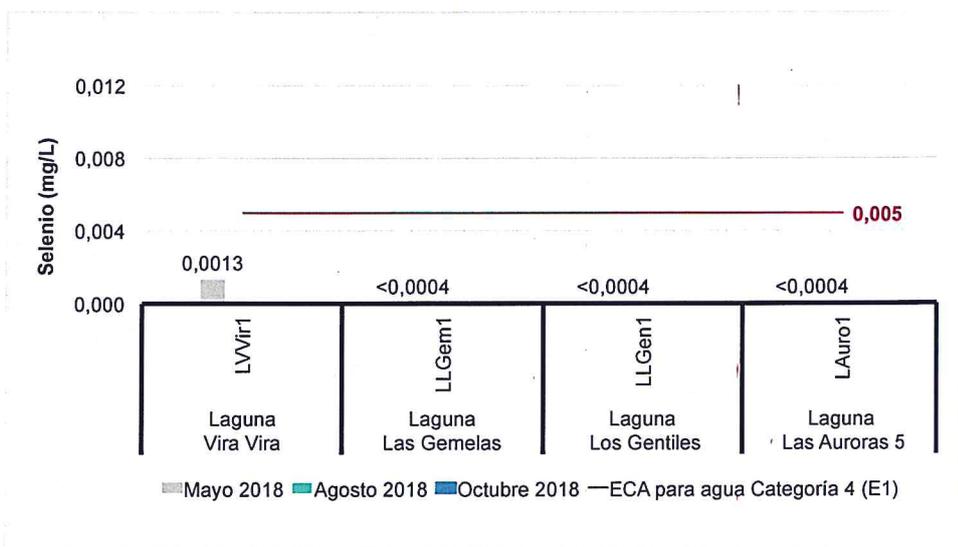


Figura 7-72. Concentraciones de selenio en las lagunas evaluadas de 2018.

Níquel

Las concentraciones de níquel fueron mínimas y se presentaron en las 4 lagunas, sin embargo, es importante mencionar que en algunos meses estas no fueron detectables, tal es el caso de la laguna Las Gemelas y Las Auroras en los meses de agosto y octubre (Figura 7-73).

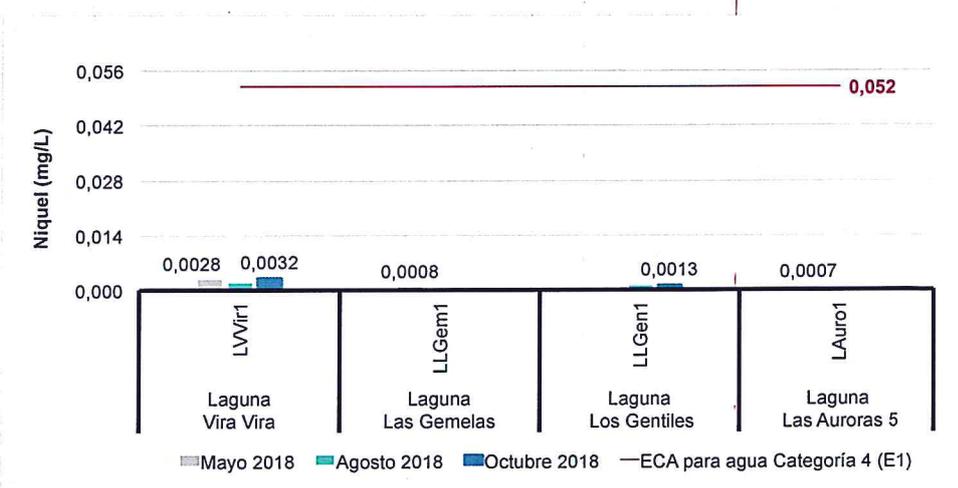


Figura 7-73. Concentraciones de selenio en las lagunas evaluadas de 2018.

Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc reflejan presencia en casi los 3 meses evaluados, a excepción de la laguna Las Auroras 5, la cual no mostró concentración detectable en el mes de mayo. Además, cabe resaltar la concentración superior de zinc en la laguna Los Gentiles, la cual se mantuvo en los dos meses evaluados, representando casi la mitad de lo establecido



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

en los ECA para Agua Categoría 4 con las que fueron comparadas (Figura 7-74).

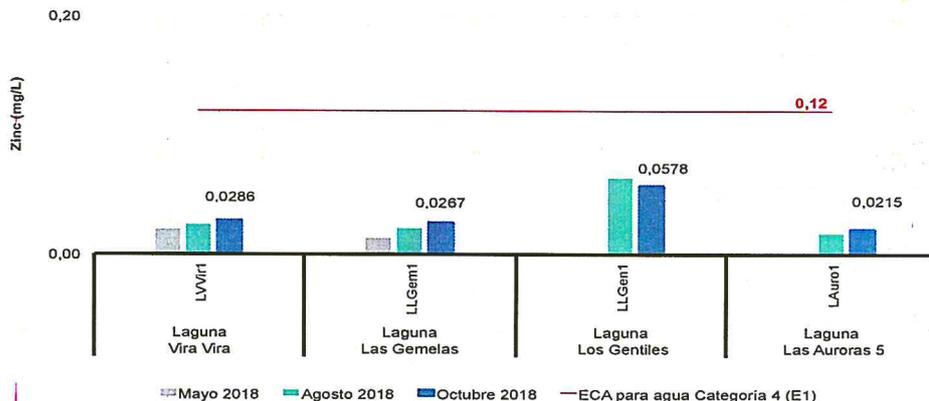


Figura 7-74. Concentraciones de zinc en lagunas evaluadas de 2018.

7.8. Depresión Topográfica (D.T.)

Una depresión geográfica es en el cual, el agua de lluvia y escorrentías tienden a acumularse. Esta D.T. se encuentra ubicado en la falda posterior del Tajo de extensión Tantahuatay y a 120 m de la laguna La Aurora 5. Para los fines de la vigilancia ambiental propuesta en la D.T. se estableció 1 punto de monitoreo (LAuro2), a pesar de no contar con una categoría de comparación, se lleva un control en la que se registra las concentraciones de los elementos metálicos que pueden ser dañinos de la fauna existente que acude a beber en la zona. Es importante tener en cuenta que, según manifestación del administrado, el cuerpo de agua se tiende a secar en determinadas temporadas, sin embargo, en los 3 monitoreos realizados, siempre se encontró agua.

7.8.1. Parámetros de campo

La Tabla 7-2 muestra los registros de los parámetros de campo, en los 3 meses evaluados de la D.T.

Tabla 7-2. Parámetros de campo de la D.T. en el 2018

N.º	Parámetro	unidad	Depresión Topográfica		
			LAuro2		
			Mayo 2018	Agosto 2018	Octubre 2018
Laguna Las Auroras 5A					
1	pH	Unidad	3,37	3,51	3,5
2	OD	mg/L	6,82	9,05	6,62
3	Conductividad	uS/cm	738,67	1136	1251,00
4	Temperatura	°C	14	18,4	11,8

Potencial de hidrógeno (pH)



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

La D.T. muestra un comportamiento ácido, no presentando mucha variación en los tres meses evaluados, registrando valores en el rango de menores a 3,5 y mayores a 3,3 unidades de pH.

Oxígeno disuelto (OD)

Las concentraciones de oxígeno disuelto, fueron menores en los meses de mayo y octubre (alrededor de los 6,8 mg/L) y mayores en el mes de agosto (9,05 mg/L).

Conductividad eléctrica (CE)

Los registros de conductividad muestran valores estables, la conductividad eléctrica reportada, mostró un incremento gradual desde mayo hasta octubre, alcanzando los 1251 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dicho valor, tiene relación con la concentración de los elementos durante la reducción del volumen de agua en dicho mes.

Temperatura (T)

Los valores de temperatura fueron variables, siendo el mínimo en octubre (11,8 °C) y el máximo en agosto (18,4 °C).



7.8.2. Parámetros de laboratorio

A continuación, se describen los resultados encontrados durante el 2018.

Tabla 7-3. Parámetros analíticos de la D.T. en el 2018

N.º	Parámetro	Unidad	Depresión Topográfica		
			LAuro2		
			Mayo 2018	Agosto 2018	Octubre 2018
			Laguna Las Auroras 5A		
1	Cianuro Libre	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001
2	Arsénico (As)	mg/L	0,00221	0,0012	0,00469
3	Bario (Ba)	mg/L	0,0484	0,0527	0,0263
4	Cadmio (Cd)	mg/L	0,00984	0,01761	0,01923
5	Cobre (Cu)	mg/L	1,176	1,687	1,937
6	Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
7	Níquel (Ni)	mg/L	0,0390	0,064	0,0773
8	Plomo (Pb)	mg/L	0,0131	0,0177	0,0149
9	Selenio (Se)	mg/L	0,0053	0,0071	0,0061
10	Talio (Tl)	mg/L	0,00156	0,00229	0,00245
11	Zinc (Zn)	mg/L	1,131	1,981	2,161

Del análisis de resultados obtenidos en la D.T. se observa que los metales selenio, cadmio, plomo, bario, cobre, níquel y zinc presentaron concentraciones significativas de los referidos metales, y que no cumplirían con los criterios de calidad de aguas naturales



8. CONCLUSIONES

- Las quebradas ubicadas al entorno de la UM Tantahuatay se caracterizan por presentar predominantemente un carácter ácido, siendo las de mayor acidez la quebrada Las Gradadas (QLGra1 y QLGra2), seguida de Tacamache (QTaca1 y QTaca2), Puente La Hierba (QPHie1, QPHie2, QPHie3), El Azufre (QEAzu1 y QEAzu2), El Hueco 2 (QHue1), y por último la quebrada Tres Amigos siendo la única cuya acidez se encontró dentro del rango de valores aprobados en los ECA para agua Categoría 3 en los tres meses evaluados. En general las quebradas mencionadas no cumplen con los criterios de calidad respecto al pH de la Categoría 3, Subcategorías D1 y D2 de los Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM y del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, con excepción de la quebrada Tres Amigos.
- Las mencionadas quebradas presentaron mayoritariamente óptimas concentraciones de oxígeno disuelto con concentraciones mayores a 5,0 mg/L siendo este el mínimo valor exigido en los ECA para agua categoría 3 Subcategoría D2: Bebida de animales
- De las quebradas evaluadas, Las Gradadas fue la de mayor relevancia por presentar las mayores concentraciones de metales entre ellos, el aluminio, cobre y hierro, le sigue la quebrada Puente la Hierba con los metales aluminio, manganeso, la quebrada El Hueco 2 con los metales manganeso, selenio y por último la quebrada Melchos con los metales aluminio, cobre, manganeso y hierro, donde las concentraciones halladas fueron mayores a los ECA para agua Categoría 3 en todas las quebradas mencionadas.
- Las quebradas El Azufre y Tacamache presentaron concentraciones de metales en todos los casos menores a los ECA para agua Categoría 3, lo que supondría que dichas quebradas no están siendo influenciadas por las actividades operativas de la UM Tantahuatay.
- Las lagunas evaluadas, en general presentaron un carácter ácido (Lagunas Vira Vira, Las Gemelas, Los Gentiles y Las Auroras 1), con valores de pH menores al valor mínimo (6,5 unid de pH) establecido en los ECA para agua Categoría 4, Subcategoría E1: lagos y lagunas, del Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM y del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.
- La laguna Los Gentiles (LLGen1) fue la única que registró presencia del metal cadmio en concentraciones mayores a los ECA para agua Categoría 4, conservación del ambiente acuático, Subcategoría E1 (lago y lagunas) del Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM en dos períodos evaluados (agosto y octubre).
- Las aguas contenidas en la depresión topográfica (Las Auroras 5A), presentaron características no propias de aguas provenientes de lluvias o escorrentías, ya que presentó una mayor acidez respecto a las lagunas, así como la presencia de los metales cadmio, cobre, níquel, plomo, talio



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

y zinc, en concentraciones significativas no propias de aguas como para la conservación del ambiente.

9. RECOMENDACIONES

- Informar para conocimiento y fines pertinentes a los siguientes órganos de línea:
 - Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.
 - Oficina desconcentrada de Cajamarca
- Informar a la ANA para conocimiento, a fin de que evalúe si corresponde la aplicación de los ECA al agua superficial contenida en la depresión topográfica de código A-39A, de acuerdo al estudio: Información complementaria a la modificación del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del proyecto de exploración minera "Ciénaga Sur, Mirador norte, Mirador sur, y Tantahuatay 4" presentado por la compañía minera Coimolache S.A.
- Continuar con la vigilancia ambiental de la calidad de agua superficial en el área de influencia de la UM Tantahuatay.

10. ANEXOS

- Anexo 1: Mapa de ubicación
- Anexo 2: Mapa de los puntos de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial
- Anexo 3: Registro fotográfico
- Anexo 4: Registro de cálculo de caudales
- Anexo 5: Hoja de datos de campo de calidad de agua
- Anexo 6 : Datos 2018
- Anexo 7: Certificados de calibración de los equipos
- Anexo 8: Cadenas de custodia
- Anexo 9: Informes de ensayo de laboratorio

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Atentamente:

LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS
Subdirector de la Subdirección Técnica
Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

RINA TORRES PEREIRA
Especialista en Evaluaciones Ambientales
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

VICTOR MANUEL OLIVARES ALCANTARA
Especialista de Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

MANUEL RAMÓN DE LA CRUZ DÍAZ
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

GERARDO DYDSON HERRERA YAPO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

CRISTHIAN CHAVARRY CASTRO
Tercero Evaluador
Subdirección Técnica Científica
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

Lima, 30 NOV. 2018

Visto el Informe N.º 351 -2018-OEFA/DEAM-STEC, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

Por: **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental
Dirección de Evaluación Ambiental
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA