

PLATAFORMA POR LA
DEFENSA Y PROMOCIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE EN LA
CUENCA ALTA DEL RÍO RÍMAC



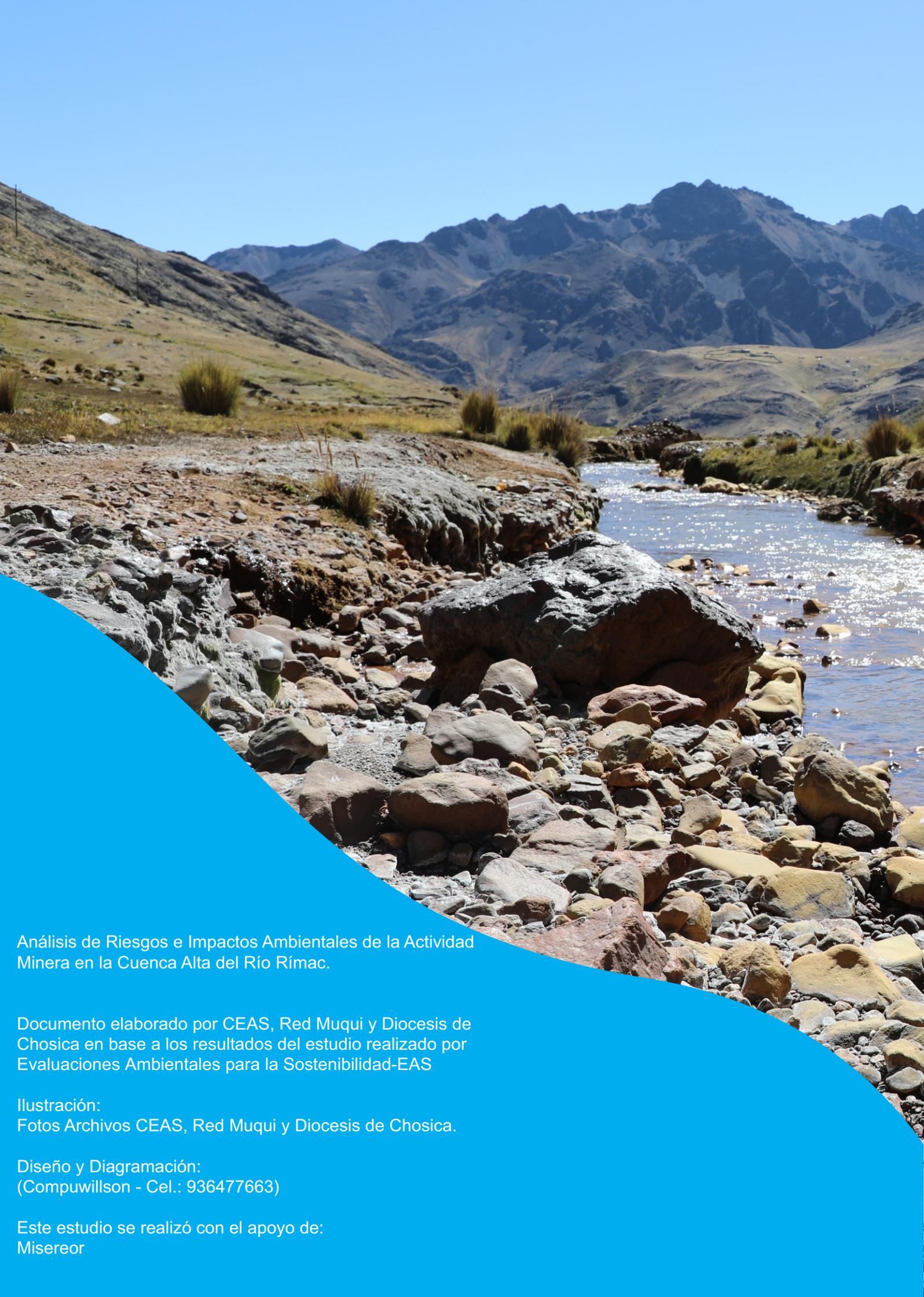
Ceas
COMISION EPISCOPAL
DE ACCION SOCIAL



ANÁLISIS DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO RÍMAC



2024



Análisis de Riesgos e Impactos Ambientales de la Actividad Minera en la Cuenca Alta del Río Rímac.

Documento elaborado por CEAS, Red Muqui y Diócesis de Chosica en base a los resultados del estudio realizado por Evaluaciones Ambientales para la Sostenibilidad-EAS

Ilustración:
Fotos Archivos CEAS, Red Muqui y Diócesis de Chosica.

Diseño y Diagramación:
(Compuwillson - Cel.: 936477663)

Este estudio se realizó con el apoyo de:
Misereor



ÍNDICE

Capítulo I:	06
1.1. Preámbulo	06
1.2. Antecedentes	07
1.3. Descripción del contexto	07
1.3.1. Ubicación	10
1.3.2. Poblaciones asentadas en la cuenca alta del río Rímac	10
1.3.3. Clima	11
1.3.4. Actividades económicas	12
Capítulo II: Objetivos y metodología	13
2.1. Objetivos	13
2.2. Metodología	13
Capítulo III: Resultados del Estudio	17
3.1. Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial	18
3.1.1. pH en agua superficial	20
3.1.2. Aluminio en agua superficial	19
3.1.3. Arsénico en agua superficial	20
3.1.4. Cadmio en agua superficial	21
3.1.5. Cobre en agua superficial	22
3.1.6. Hierro en agua superficial	23
3.1.7. Manganeso en agua superficial	23
3.1.8. Plomo en agua superficial	24
3.1.9. Resultados de zinc en agua superficial por zona de estudio	25
3.2. Resultados del monitoreo de calidad de sedimentos	26
3.2.1. Arsénico en sedimentos	26
3.2.2. Cadmio en sedimentos	27

3.2.3. Cobre en sedimentos.....	28
3.2.4. Mercurio en sedimentos.....	29
3.2.5. Plomo en sedimentos.....	30
3.2.6. Resultados de zinc en sedimentos por zona de estudio.....	31
3.3. Resultados del monitoreo de relaves	32
3.3.1. Potencial de Generación de Acidez (NAG)	35
3.3.2. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Aluminio.....	35
3.3.3. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Antimonio.....	36
3.3.4. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Arsénico.....	36
3.3.5. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cadmio.....	37
3.3.6. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cobre.....	37
3.3.7. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cromo	38
3.3.8. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Hierro.....	38
3.3.9. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Manganeso.....	39
3.3.10. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Mercurio.....	40
3.3.11. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Plomo.....	40
3.3.12. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Uranio.....	41
3.3.13. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Zinc.....	41
ANEXOS	35
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	42
4.2. Conclusiones.....	42
4.3. Recomendaciones.....	44
Glosario de términos	

Capítulo I:

1.1. Preámbulo

La Doctrina Social de la Iglesia, que busca orientar las acciones de los fieles y de la sociedad en general hacia la justicia social, la solidaridad y el respeto por la dignidad humana, en su compromiso por promover el bienestar integral de la humanidad y el cuidado de la creación, muestra un interés en los proyectos asociados a la extracción de recursos naturales.

La Doctrina Social de la Iglesia reconoce la importancia de la actividad económica y su potencial para el desarrollo humano, pero también subraya la necesidad de que esta actividad esté guiada por principios éticos y morales. En este sentido, se considera que los proyectos de minería pueden contribuir al progreso y al bienestar de las comunidades, siempre y cuando se realicen de manera responsable, respetando los derechos humanos, preservando el medio ambiente y promoviendo el bien común.

La encíclica Laudato Sí, escrita por el Papa Francisco, profundiza en la preocupación por la protección del medio ambiente y el cuidado de la creación destacando la importancia de adoptar un enfoque integral y sostenible en la gestión de los recursos naturales, incluyendo los minerales.

Reconociendo que la minería puede ser una fuente importante de recursos para el desarrollo de las comunidades, pero también advierte sobre los posibles impactos negativos que puede tener en el medio ambiente y en las poblaciones locales.

Por lo tanto, desde la Parroquia de San Mateo y la Diócesis de Chosica nos interesamos en promover un diálogo constructivo entre todos los actores involucrados, fomentando la transparencia, la participación ciudadana y el respeto por los derechos de las comunidades afectadas. Asimismo, buscamos que se impulsen políticas y prácticas responsables en la industria minera, que minimicen los impactos ambientales, protejan la salud de las personas y promuevan la distribución equitativa de los beneficios económicos.

En conclusión, buscamos promover el desarrollo humano integral, siempre y cuando se realicen de manera ética, sostenible y respetuosa con la naturaleza y los derechos de las personas. A través de la Doctrina Social de la Iglesia y la encíclica Laudato Sí, la Iglesia busca inspirar a los fieles y a la sociedad en general a trabajar por el cuidado de la creación y la construcción de un mundo más justo y equitativo.

Padre Roger Leiva
Párroco de la parroquia San Mateo

1.2. Antecedentes

Históricamente en la cuenca alta del río Rímac la presencia de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) ha tenido lugar desde la época de la colonia, donde se realizó la explotación de los recursos naturales, como los metales plomo, plata, cobre y zinc.

La extracción de los recursos se mantuvo vigente en las épocas republicana y moderna, es así que se dio paso a una contaminación ambiental sin precedentes, que genera impactos no solo en el ámbito ambiental sino en los medios de vida de las comunidades campesinas y poblados de los distritos de San Mateo, Chicla y Rímac.

La historia recuerda que los pobladores de San Mateo que lucharon en el año 1934 contra la contaminación ambiental generada por la fundición de Tamboraque de la empresa minera “Proaño” produjo la muerte de un poblador envenenado con arsénico y luego otros cuatro pobladores fueron asesinados por la brutal represión de la policía (03 de enero de 1934). Desde entonces la lucha contra los impactos negativos de la actividad minera en la zona ha sido por todos los pueblos que se han visto afectados a sus modos de vida, el ambiente, la salud y las actividades económicas.

Uno de los impactos ambientales más relevantes es el generado sobre la calidad de agua en el río Rímac, se menciona que desde sus nacientes en el río Chinchán y sus tributarios (río Aruri y quebrada Mayo) se encuentran contaminadas con determinados metales pesados (Aluminio, arsénico, cadmio, hierro, manganeso, plomo y cromo) cuyas concentraciones exceden los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, cuyas fuentes de contaminación son los pasivos ambientales mineros (relaves mineros, bocaminas, depósito de desmontes), ubicados en la parte alta del río Aruri. En la parte alta de la cuenca del río Rímac se han identificado: 386 pasivos ambientales¹. mineros¹. De las cuales 144 son desmontes de mina, 133 bocaminas, 19 relaves y 90 pasivos clasificados de otro tipo.

Dando respuesta a esta crítica situación socioambiental, el 13 de agosto del 2016 se conformó el comité de ciudadanos por la defensa del medio ambiente donde participan miembros activos de las comunidades campesinas aledañas siendo el inicio de la conformación de La Plataforma por la Defensa y Promoción del Medio Ambiente de la cuenca alta del río Rímac (CARRIMAC) de la provincia de Huarochirí, región Lima. Esta es una organización sin fines de lucro, constituida por personas naturales, comunidades campesinas y población en general con reconocimiento oficial² de la Municipalidad Distrital de San Mateo que defiende y vela por la recuperación y sostenibilidad del Medio Ambiente.

¹ Ministerio de Energía y Minas 2023 / RD N° 510 – 2023 - MINEM.

² Resolución de alcaldía 0271-2017 - ALC -MDSM, emitida el 22 de diciembre del 2017. Art 1 Reconocimiento a la plataforma por la Defensa y Promoción del Medio Ambiente de la cuenca alta del río Rímac (CARRIMAC).

En este proceso de defensa y promoción del medio ambiente, la Plataforma ha estado involucrada en constante acciones para impulsar el cuidado de la casa común, y en esa búsqueda han logrado profundizar el conocimiento de la realidad realizando sus propios estudios, plantear propuestas de solución de acuerdo con los roles de cada una de las organizaciones y asumir compromisos de incidencia, involucrando a la población de la Cuenca Alta del Río Rímac. Sin embargo, debido al COVID-19 se paralizaron varias acciones, esto conllevó a la implementación de un nuevo proyecto de estudio ambiental brindándoles la oportunidad de asumir estrategias en su labor de incidencia ciudadana.

Con motivo de que los relaves mineros ubicados en la cuenca alta del río Rímac representan un alto riesgo ambiental y social para la calidad de vida de las poblaciones de San Mateo, de Chicla y de toda la ciudad de Lima, se realizó el estudio de evaluación ambiental, geoquímica y de estabilidad física de los relaves mineros 1 y 2 localizados en el cerro Tamboraque, el nuevo relave formado a consecuencia del traslado de los relaves de Tamboraque a Chinchán, y de los relaves de Millotingo y Pacococha; como importantes fuentes potenciales de contaminación que desde hace más de 30 años siguen generando impactos ambientales en la cuenca alta del río Rímac.

1.3. Descripción del contexto

La Cuenca Alta del río Rímac es una región de importancia crucial en el Perú, ya que abastece de agua a la ciudad capital, Lima, y a sus alrededores. Esta cuenca se encuentra ubicada en la cordillera de los Andes, en la región central del país. Es conocida por su biodiversidad, belleza paisajística y su importancia para el abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para actividades agrícolas e industriales.

En esta parte de la cuenca del Rímac, se han desarrollado actividades mineras que pueden tener un impacto negativo significativo en el medio ambiente y en la calidad del agua en la cuenca. Los depósitos de relaves mineros de Millotingo - Pacococha y Tamboraque son especialmente relevantes en este sentido, ya que representan una fuente potencial de contaminación debido a la liberación de metales pesados y otros productos químicos tóxicos.

Además, el traslado de relaves desde Tamboraque hasta Chinchán introduce otro componente de riesgo, ya que puede implicar el transporte de materiales tóxicos a través de la cuenca, aumentando la posibilidad de derrames o contaminación en caso de accidentes.

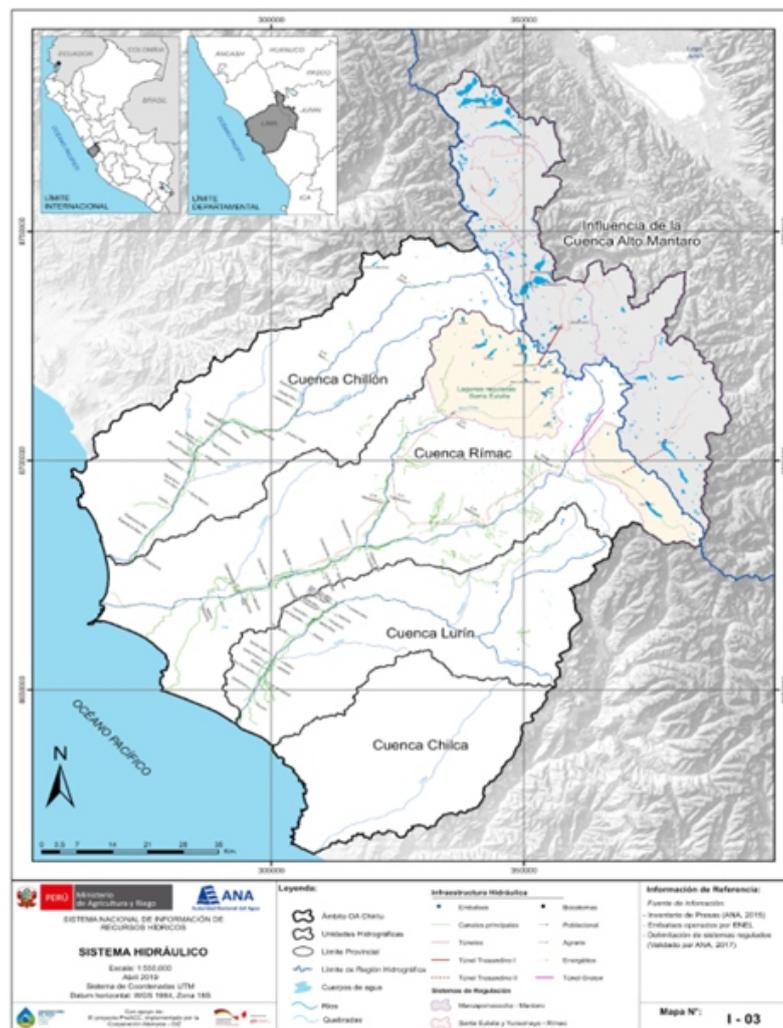
En este territorio viven las comunidades locales que dependen de los recursos naturales de la cuenca para su subsistencia, así como de las actividades económicas relacionadas con el turismo y la agricultura. Estas comunidades pueden estar en riesgo de sufrir impactos negativos en su salud, su medio de vida y su entorno debido a la contaminación y otros efectos adversos de las actividades mineras.

En resumen, el contexto de la evaluación del impacto ambiental de las actividades mineras en la Cuenca Alta del Río Rímac está marcado por la interacción entre la actividad económica, la conservación del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades locales. Es crucial abordar estos desafíos de manera integral y sostenible para garantizar la protección de este importante recurso hídrico y el bienestar de las personas que dependen de él.



1.3.1. Ubicación

La cuenca alta del río Rímac se encuentra en la región central de Perú, en la cordillera de los Andes y forma parte del sistema hidráulico Chillón, Rímac y Lurín (ver mapa). Abarca varias áreas montañosas y valles en la región, con una extensión geográfica considerable que incluye tanto terrenos elevados como áreas más bajas que van entre 2900 y 4500 m.s.n.m. Específicamente, los depósitos de relaves mineros de Millotingo - Pacococha y Tamboraque, así como los relaves de Chinchán, están ubicados dentro de la cuenca alta del río Rímac.



1.3.2. Poblaciones asentadas en la cuenca alta del río Rímac

Según información de INEI, de acuerdo con el último Censo Nacional de Población, Vivienda y Comunidades Indígenas del año 2017, el distrito de San Mateo cuenta con 4,245 habitantes, mientras que en el distrito de Chicla es de 3,826 habitantes.

Respecto al lugar de residencia, el distrito de San Mateo tiene 86.7 % de su población en zona urbana y 13,3 % en zona rural; mientras que en el distrito de Chicla el 52.7% de sus habitantes está en zona urbana y el 47,3 % en la zona rural.

En el distrito de San Mateo se ubican cinco comunidades campesinas: San Mateo de Huanchor, San Antonio, Yuracmayo, Viso y San José de Parac. Mientras que en el distrito de Chicla está la comunidad campesina del mismo nombre del distrito. Estas comunidades tienen reconocimiento oficial. Las tres primeras comunidades del distrito de San Mateo tienen título de propiedad, pero, las comunidades Viso y San José de Parac aún tienen pendiente su titulación por tener un conflicto de tierras comunales entre ambas. La comunidad de Chicla no cuenta aún con título de su territorio comunal. En el distrito de Chicla se ubican, además, los siguientes anexos y pueblos: Ticlio, Casapalca Campamento Rosaura, Bellavista, Calzada, Pomacocha, Chicla, Anchi y Caruya.

La comunidad campesina San Mateo de Huanchor se encuentra al norte de la provincia de Huarochirí, en la margen derecha del Rímac, cuenta con una extensión territorial de 28, 258.37 hectáreas, según consta en los registros públicos de su título de propiedad. Ahora bien, la comunidad campesina San Antonio se ubica en la margen izquierda del Rímac y tiene 24,553.40 hectáreas de territorio comunal, distribuidas a lo largo del distrito de San Mateo, que llega hasta la frontera con las comunidades campesinas de Pomacocha y Suitucancho, de la provincia de Yauli, región Junín. Es importante resaltar que la comunidad San Antonio cuenta con dos anexos(ChocnayCaruya).

En tanto que, la comunidad campesina Viso se sitúa al suroeste del distrito de San Mateo, a una distancia de 6kilómetros, ubicada estratégicamente en la quebrada del río Mayo (tributaria del río Rímac); tiene 3 anexos:San Miguel de Viso, Pacota y Ocatara.

1.3.3. Clima

Según el SENAMHI (2020), el Perú posee 38 tipos de climas³, como resultado de la interacción entre los diferentes factores climáticos que lo afectan y su posición geográfica en el trópico. En el departamento de Lima en la provincia de Huarochirí, se emplazan los climas lluviosos con humedad abundante en todas las estaciones del año, además de invierno seco semifrío, lluvioso y frío. Las características climáticas típicas de esta región incluyen: Temperatura:

La temperatura: es el parámetro más dependiente de las variaciones altitudinales, siendo inversamente proporcional a la altura, aumentando a medida que la altitud disminuye, la temperatura media mensual para la estación Matucana varía entre 15.4 y 17.1 y para la estación de Casapalca, varía entre 6,1°C y 7,2°C⁴. Precipitación: La precipitación anual es aproximadamente 313.1, 644.4, 528.3 y 859,8 mm respectivamente a cada estación y que esta se varia conforme el incremento de la altitud de cada estación⁴.

Precipitación: La precipitación anual es aproximadamente 313.1, 644.4, 528.3 y 859,8 mm respectivamente a cada estación y que esta se varia conforme el incremento de la altitud de cada estación⁵.

3 Tomando en cuenta el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite Climas del Perú – Mapa de clasificación climática nacional. SENAMHI - Mapa climático del Perú

4 Para la determinación de los valores promedios mensuales representativos de la temperatura en el área de estudio se consideró la información registrada en dos (02) estaciones meteorológicas (estación Casapalca y Matucana) durante el periodo 2019 al 2022.

5 Para el análisis del comportamiento de la precipitación anual, se consideró la información registrada en las estaciones San José de Parac, Casapalca, Río Blanco y Matucana. Estación Matucana periodo (2019 – 2022 / 1985 – 2013), Estación Río Blanco periodo (1985 – 2013), Estación San José periodo (1980 – 2013), Estación Casapalca (2019 – 2022).

1.3.4. Actividades económicas

Según los datos del INEI (2017), la principal actividad económica que realiza la población ocupada del distrito de Chicla es la minería, alcanzando el 70% de la población, mientras que en el distrito de San Mateo las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (19%), seguido del comercio (16%) y la población ocupada en construcción (14%). En el caso de la minería en el distrito de San Mateo solo alcanza un 6% de la población ocupada.



Capítulo II: Objetivos y metodología

2.1. Objetivos

Brindar información técnica, sobre el nivel de contaminación y los riesgos ambientales en la cuenca alta del río Rímac asociados a los relaves mineros de Millotingo, Pacococha, Tamboraque y relaves trasladados de Tamboraque a Chinchán, que afectaría la vida y la salud de las comunidades afectadas y población de Lima.

En ese marco el estudio tiene el propósito de presentar los principales resultados del estudio mediante la evaluación físico - químico de la calidad de agua y sedimentos y el riesgo de inestabilidad física de los relaves mineros vinculados a la posibilidad de deslizamientos, inundaciones, y otros eventos relacionados con la estabilidad de los depósitos de relaves.

Con este estudio, la población cuenta con información sustancial para incidir en las autoridades locales, regionales y el gobierno nacional para la atención inmediata de la problemática ambiental con políticas públicas a fin de minimizar o compensar los impactos ambientales negativos identificados, considerando el monitoreo continuo y la vigilancia ambiental de las actividades mineras en la cuenca alta del Río Rímac.

2.2. Metodología

El estudio fue diseñado por el equipo técnico conformado por las instituciones de la Diócesis de Chosica, Comisión Episcopal de Acción Social - Ceas y la Red Muqui con el apoyo de Misereor. Dicha propuesta se socializó en reuniones con la Plataforma de Defensa y Promoción del Medio Ambiente de la Cuenca Alta del Río Rímac para recoger sus aportes y sugerencias con lo cual se elaboró los términos de referencia para hacer la convocatoria pública y logrando obtener la buena pro a la consultora Evaluaciones Ambientales para la Sostenibilidad SAC.

La ubicación de los puntos de monitoreo se realizó conjuntamente con la plataforma de defensa de la cuenca alta del río Rímac y se tuvo un total de once (11) estaciones de monitoreo de relaves, de las cuales ocho (08) de ellas fueron tomadas en la Zona de Pacococha Millotingo, dos (02) en Chinchán y uno en (1) en Tamboraque; 26 estaciones de monitoreo de agua y sedimentos, de las cuales once (11) se tomaron en la Zona de Pacococha Millotingo, siete (07) en Chinchán, y siete (7) en Tamboraque. Se presenta en el siguiente cuadro N°01.

Cuadro N° 01

Coordenadas
WGS84 18S

Punto de Muestreo	Fecha	Lugar de Muestreo	Este	Norte
Muestreo de Relaves				
Zona Pacococha - Millotingo				
ZPM-RE-01	5/9/2023	Relave 1	361555	8686653
ZPM-RE-02	5/9/2023	Relave 2	365414	8688668
ZPM-RE-03	5/9/2023	Relave 3	365496	8689241
ZPM-RE-04	5/9/2023	Relave 4	365463	8689485
ZPM-RE-05	5/9/2023	Relave 5	365791	8690726
ZPM-RE-06	5/9/2023	Relave 6	365780	8690661
ZPM-RE-07	5/9/2023	Relave 7	365846	8690982
ZPM-RE-08	5/9/2023	Relave 8	368083	8691632
Zona Chinchán				
ZCH-RE-01	4/9/2023	Relave plataforma	365002	8715663
ZCH-RE-01T	4/9/2023	Relave talud	364996	8715808
Zona Tamboraque				
ZT-RE-01	6/9/2023	Relavera 1 y 2	357756	8697313
Muestreo de Agua superficial y Sedimentos				
Zona Pacococha - Millotingo				
ZPM-AS-01	5/9/2023	Aguas arriba - Tributario	364099	8686243
ZPM-AS-02	5/9/2023	Aguas debajo de pila de Minerales - Qda Tonsuyoc	364472	8686850
ZPM-AS-03	5/9/2023	Aguas debajo de pila de Minerales - Qda Tonsuyoc	365043	8687361
ZPM-AS-04	5/9/2023	Quebrada Pucacorral - Tributario	365445	8687859
ZPM-AS-05	5/9/2023	Aguas abajo relavera Germania - Qda Tonsuyoc	365427	8688039
ZPM-AS-06	5/9/2023	Aguas abajo Germania y Millotingo - Qda Tonsuyoc	365470	8689043
ZPM-AS-07	5/9/2023	Aguas abajo de Laguna Pacococha - Tributario	365780	8690661
ZPM-AS-08	5/9/2023	Aguas debajo de la cuenca - Qda Tonsuyoc	365571	8689828
ZPM-AS-09	5/9/2023	Aguas debajo de Pacococha - Qda Tonsuyoc	365849	8691028
ZPM-AS-10	5/9/2023	Quebrada Huayca - Tributario	366020	8691764
ZPM-AS-11	5/9/2023	Aguas debajo de la cuenca - Qda Tonsuyoc	365937	8691890
ZPM-AS-12	5/9/2023	Afluente de laguna Pacococha - Tributario	365438	8689272
Zona de relave transportado de Tamboraque (Chinchán)				
ZCH-AS-01	4/9/2023	Aguas arriba de relavera - Río Chinchán	364978	8716499
ZCH-AS-02	4/9/2023	Aguas arriba de relavera - Río Chinchán	365028	8716188
ZCH-AS-03	4/9/2023	Zona relavera - Río Chinchán	365218	8715592
ZCH-AS-04	4/9/2023	Afluente margen izquierda a depósito de relaves - Tributario	365116	8715792
ZCH-AS-05	4/9/2023	Afluente margen derecha a depósito de relaves - Tributario	365015	8715524
ZCH-AS-06	6/9/2023	Aguas abajo de relavera - Río Chinchán	365215	8715391
ZCH-AS-07	6/9/2023	Aguas abajo de relavera - Río Chinchán	365355	8715043
Zona Tamboraque				
TG-AS-01	6/9/2023	Aguas arriba Túnel Graton - Río Rímac	359318	8701018
TG-AS-02	6/9/2023	Túnel Graton - Tributario	359318	8701018
TG-AS-03	6/9/2023	Aguas abajo Túnel Graton - Río Rímac	359179	8700712
ZT-AS-01	6/9/2023	Aguas arriba Tamboraque - Río Rímac	357808	8698151
ZT-AS-02	6/9/2023	Río Aruri - Tributario	357430	8696952
ZT-AS-03	6/9/2023	Aguas abajo Tamboraque - Río Rímac	357063	8696530
RI-AS-01	6/9/2023	Aguas abajo Tamboraque - Río Rímac	355642	8697032

Fuente: Evaluaciones Ambientales para la Sostenibilidad SAC. (2023).

Para la interpretación de resultados de calidad de aguas se realizó el contraste con los valores del ECA de aguas (D.S. N° 004-2017-MINAM) utilizando la Categoría 1, “Poblacional y Recreacional” subcategoría A1 para “Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable”. Para el caso de sedimentos, se han considerado los Valores Guía Canadienses para la Protección de la Vida Acuática, establecidos por el Concejo Canadiense de Ministros del Ambiente. Esta guía considera dos valores, los ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines) y los PEL (Probable Effect Level).

Cuadro N° 02: Estándares Referenciales para Lixiviados

Parámetro	Unidad	Categoría 1		Categoría 3	
		A1	A2	Riego de Vegetales (D1)	Bebida para animales (D2)
Parámetros Fisicoquímicos					
Cloruros	mg/L	250	250	500	**
Conductividad eléctrica	µS/cm	1500	1,600	2,500	5,000
Fluoruros	mg/L	2	**	1	**
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	50	50	50	
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	3	3	3	
pH	Un pH	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	250	500	1,000	1,000
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1,000	1,000		
Parámetros Inorgánicos					
Aluminio	mg/L	0.9	5	5	5
Antimonio	mg/L	0.02	0.02		
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	1	0.7	**
Berilio	mg/L	0.012	0.04	0.1	0.1
Boro	mg/L	2.4	2.4	1	5
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01	0.05
Cobalto	mg/L			0.05	1
Cobre	mg/L	2	2	0.2	0.5
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	0.1	1
Hierro	mg/L	0.3	1	5	**
Manganeso	mg/L	0.4	0.4	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.01
Níquel	mg/L			0.2	1
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.02	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02		
Zinc	mg/L	3	5	2	24

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM.

Cuadro N° 03 Valores Guía Canadienses para Calidad de Sedimentos

Parámetros	Unidad	ISQG*	PEL**
Arsénico	mg/kg	5.9	17
Cadmio	mg/kg	0.6	3.5
Cromo	mg/kg	37.3	90
Cobre	mg/kg	35.7	197
Mercurio	mg/kg	0.17	0.49
Plomo	mg/kg	35	91.3
Zinc	mg/kg	123	315

Fuente: Canadian Council of Ministers of the Environment (2001).

Nota:

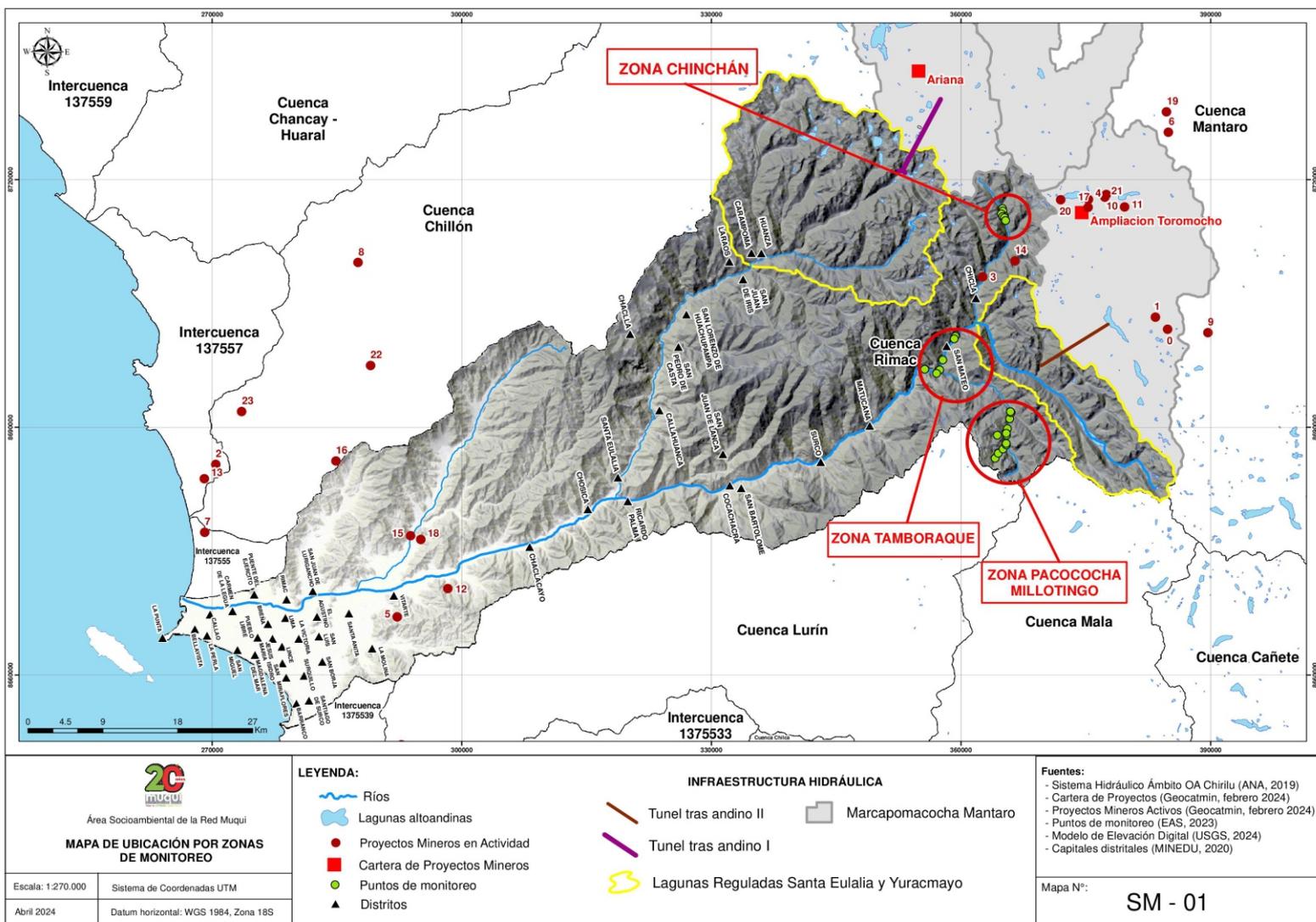
* Interim Sediment Quality Guidelines; (guía provisional de calidad de sedimentos)

** Probable Effect Level (Nivel de Efecto Probable)



Capítulo III: Resultados del Estudio

A continuación, presentamos los resultados de la evaluación de la calidad de las aguas, sedimentos y relaves mineros en las siguientes zonas de estudio: 1) zona Pacococha – Millotingo, 2) zona Chinchán y 3) Zona Tamboraque, donde se demuestra que existe la inminente contaminación del agua en la parte alta de la cuenca del Rímac y su relación con el abastecimiento de agua potable en Lima.



3.1. Resultados del monitoreo de calidad de agua superficial

3.1.1. Ph en agua super superficial

El gráfico N° 01 muestra en líneas de color rojo el rango de valores entre 6.5 - 8.5 de pH según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del pH para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados comparados con los valores de pH para la producción de agua potable según ECA muestran que los valores básicos más altos se presentan en las zonas de Chinchán y Tamboraque con valores de 8.51 a 8.64 y los valores ácidos con pH más bajo se encuentran en la zona Pacococha-Millotingo con valores que oscilan de 4.92 a 3.59

De las tres zonas evaluadas, la zona de Pacococha-Millotingo presenta aguas ácidas que impactan negativamente en la salud de la población y el ambiente.

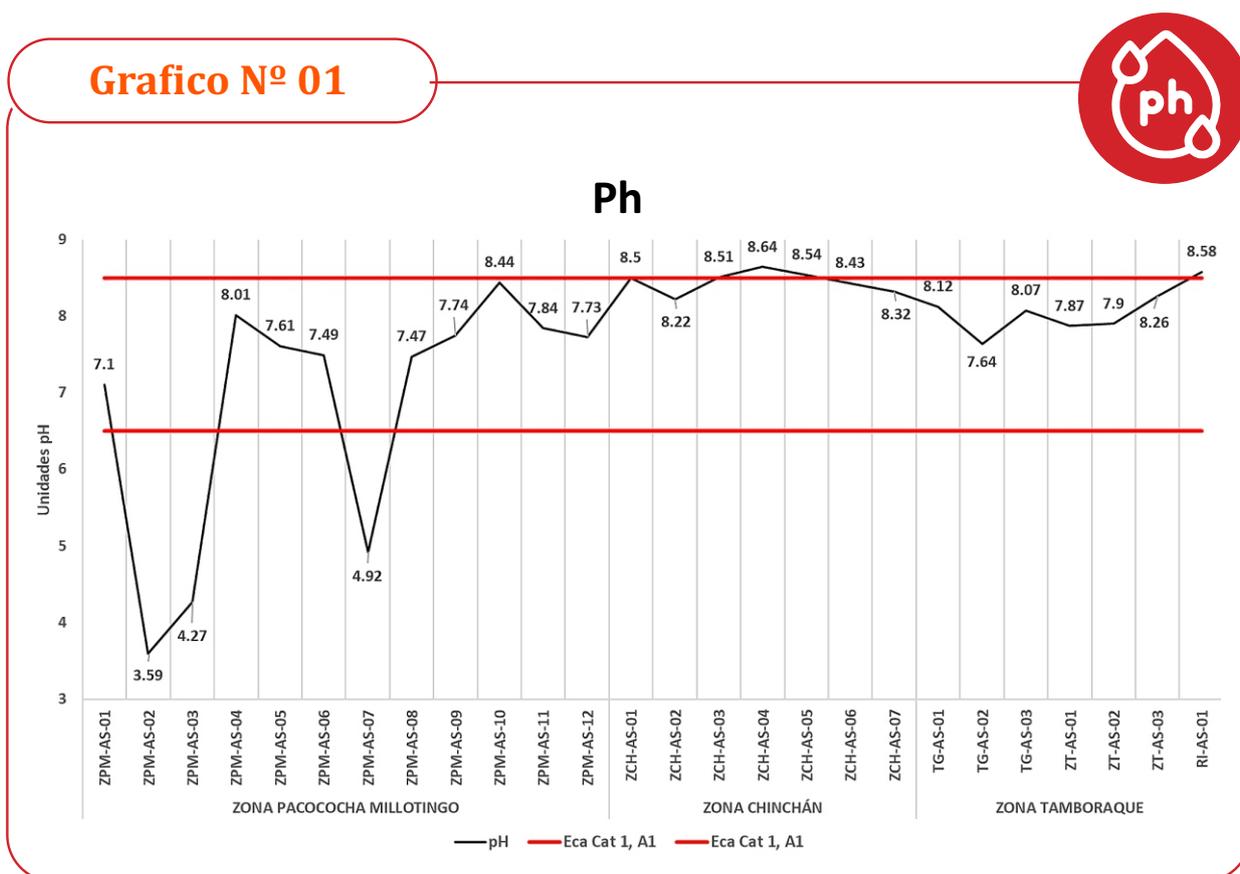


Gráfico N°01. Valores de pH en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.1.2. Aluminio en agua superficial

El gráfico N° 02 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.9 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N°004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del aluminio para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de aluminio superan los ECA con valores de 2.84mg/l y 4.44mg/l en la zona Pacococha-Millotingo, hasta 3 y 5 veces los valores del ECA respectivamente, representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.

Grafico N° 02

13
A1

Aluminio

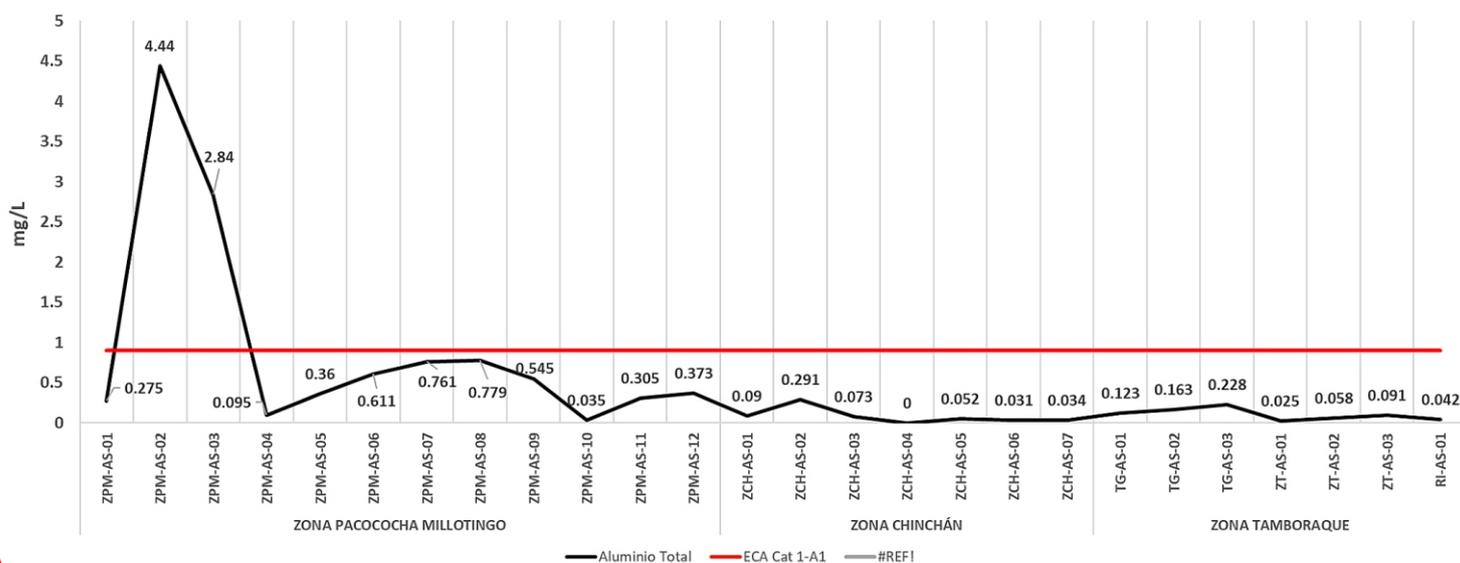


Gráfico N° 02. Valores de aluminio en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.



3.1.3. Arsénico en agua superficial

El gráfico N° 03 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.01 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del arsénico para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de arsénico superan los ECA con valores entre 0.011 y 0.036 mg/L en la zona Tamboraque y con valores de 0.015 y 0.010 en la zona Pacococha Millotingo, representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.

Gráfico N° 03

33
As

Arsénico

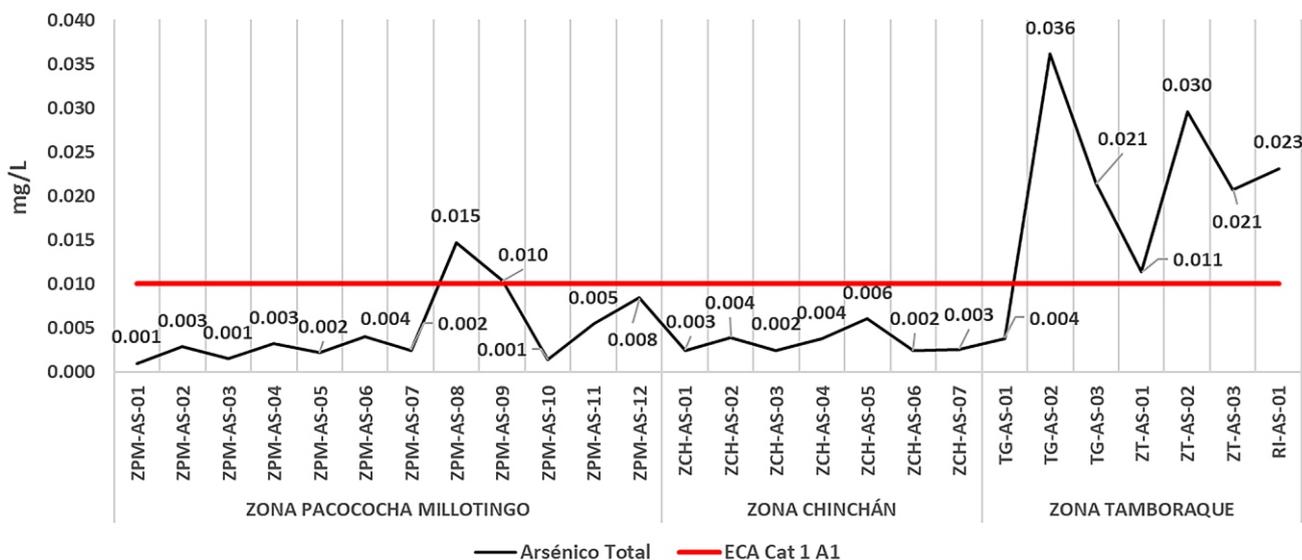


Gráfico N° 03. Valores de arsénico en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.



3.1.4. Cadmio en agua superficial

El gráfico N° 04 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.003 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del cadmio para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de cadmio superan los ECA con valores entre 0.005 y 0.063 mg/L en la zona Pacococha - Millotingo, siendo el mayor valor hasta 21 veces mayor al ECA; representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.

Gráfico N° 04

48
Cd

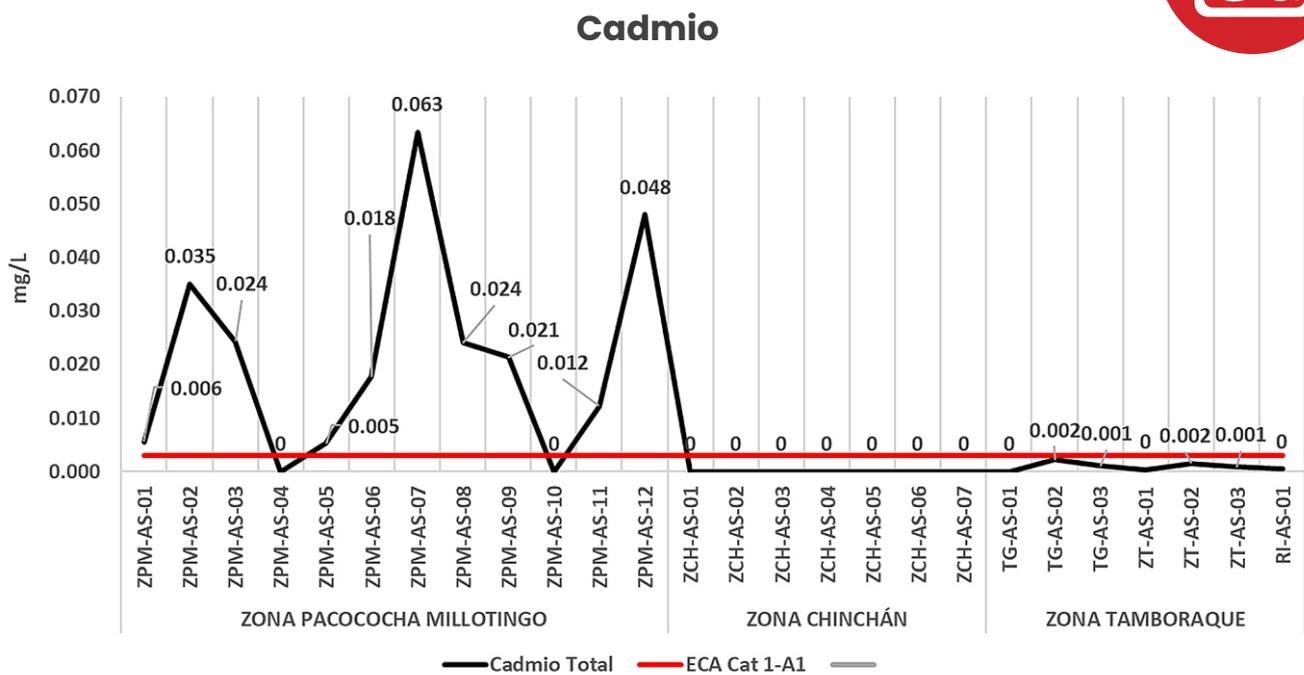


Gráfico N° 04. Valores de cadmio en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.



3.1.5. Cobre en agua superficial

El gráfico N° 05 muestra en una línea de color rojo el valor de 2 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). En naranja el valor de 0.2 mg/L correspondiente a la categoría 3, subcategoría D1, riego de vegetales. La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del cobre para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de cobre superan el ECA categoría 3 con valores entre 0.229 y 1.400 mg/L en la zona Pacococha - Millotingo, representando un peligro para el ambiente.

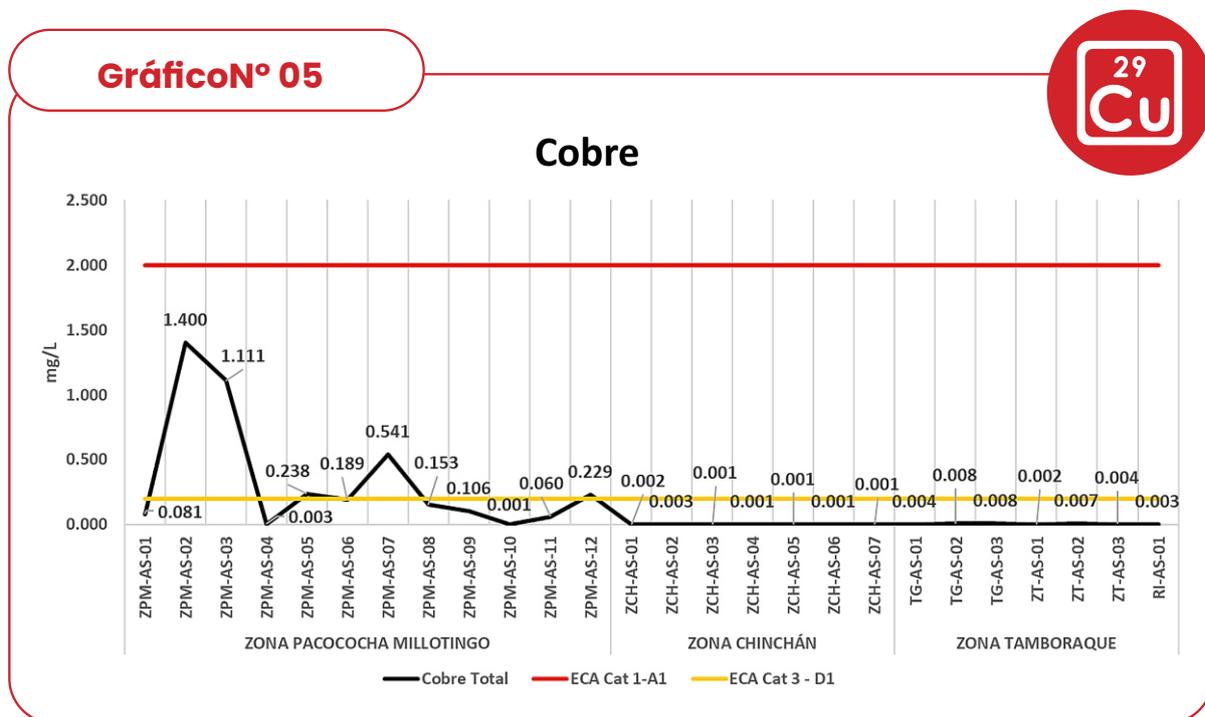


Gráfico N° 05. Valores de cobre en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.1.6. Hierro en agua superficial

El gráfico N° 06 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.3 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del hierro para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial

Los resultados muestran que los valores de hierro superaron el ECA con valores entre 0.52 y 12.90 mg/L en la zona Pacococha - Millotingo, siendo el mayor valor hasta 43 veces mayor al ECA; representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.

Gráfico N° 06

26
Fe

Hierro

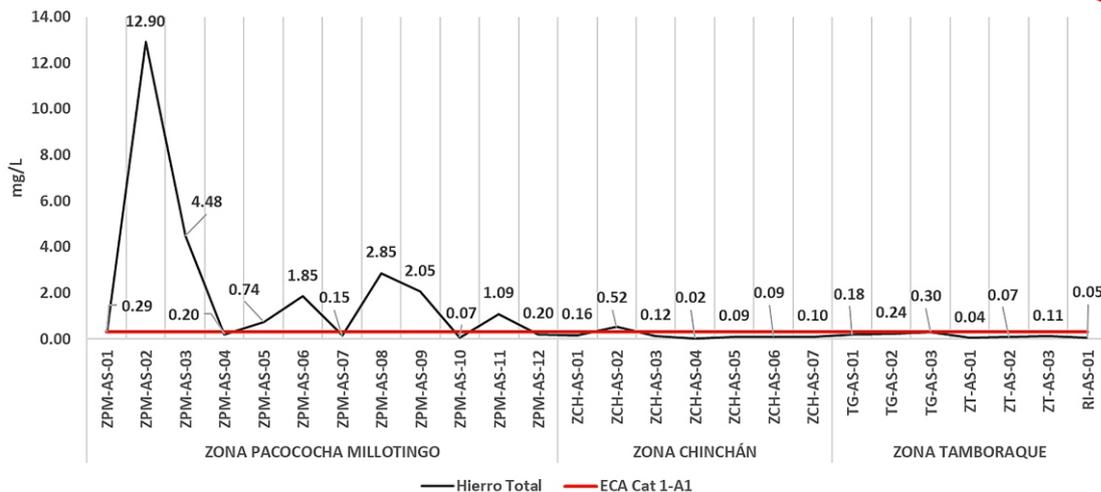


Gráfico N°06. Valores de hierro en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.1.7. Manganeso en agua superficial

El gráfico N° 07 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.4 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del manganeso para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de manganeso superaron el ECA con valores entre 0.67 y 1.41 mg/L en la zona Pacococha-Millotingo, siendo el mayor valor hasta 4 veces mayor al ECA; representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.

Gráfico N°: 0

25
Mn

Manganeso

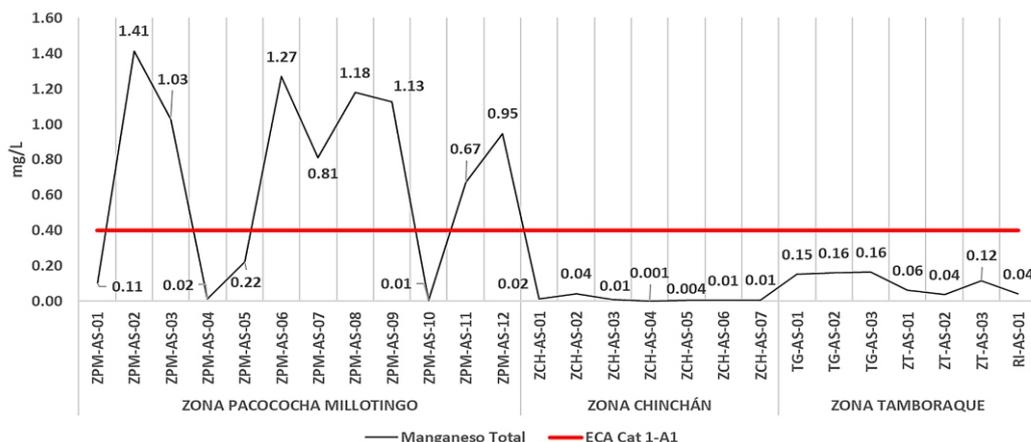


Gráfico N°07. Valores de manganeso en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.1.8. Plomo en agua superficial

El gráfico N° 08 muestra en una línea de color rojo el valor de 0.01 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017- MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del plomo para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de plomo superaron el ECA con valores entre 0.016 y 0.223 mg/L en la zona Pacococha - Millotingo y Tamboraque, siendo el mayor valor hasta 22 veces mayor al ECA; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**

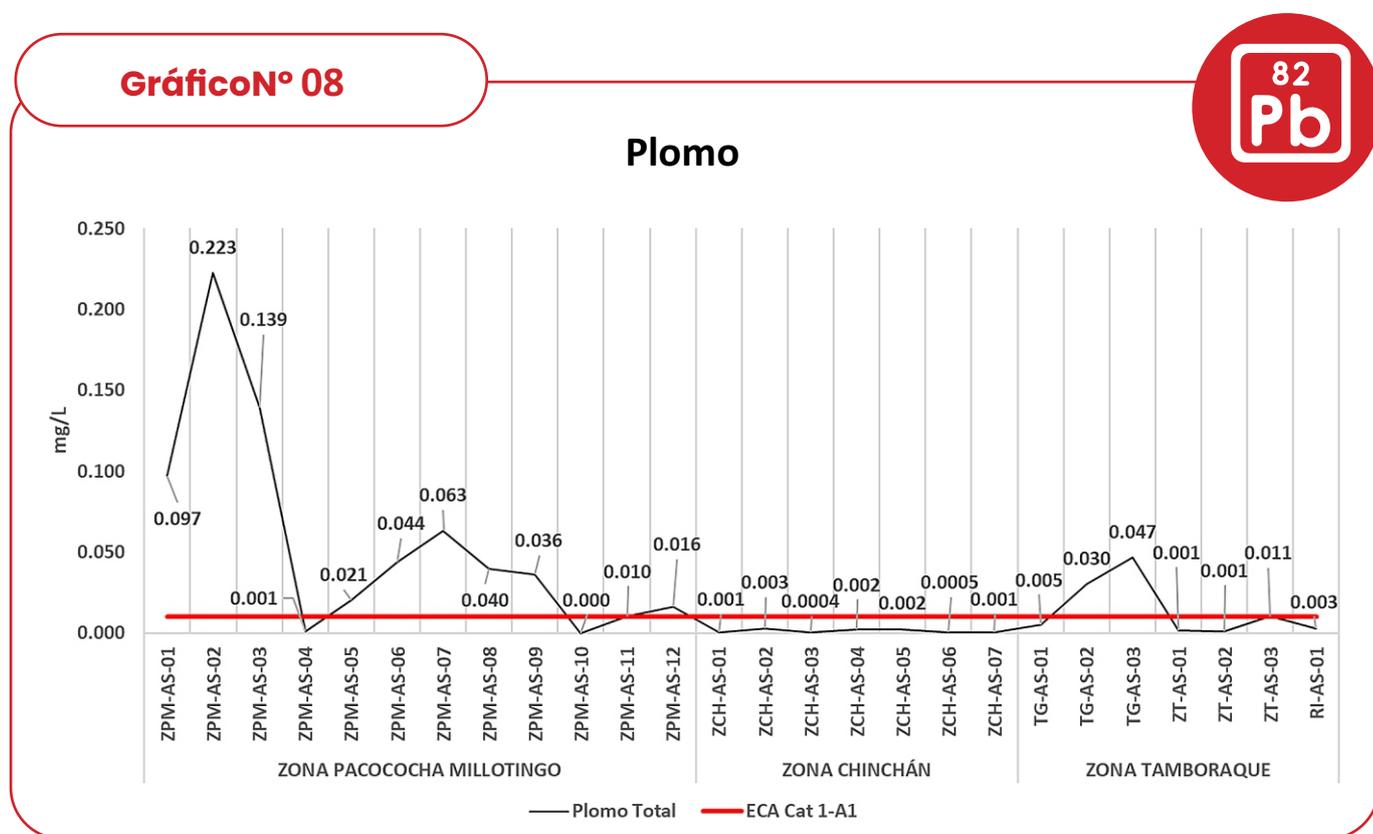


Gráfico N° 08. Valores de plomo en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.1.9. Zinc en agua superficial

El gráfico N° 09 muestra en una línea de color rojo el valor de 3 mg/L, según la categoría 1, subcategoría A1 correspondiente a aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú (D.S N° 004-2017-MINAM). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del zinc para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 26 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de zinc superaron el ECA con valores entre 3.77 y 7.61 mg/L en la zona Pacococha - Millotingo; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**

Gráfico N° 09

30
Zn

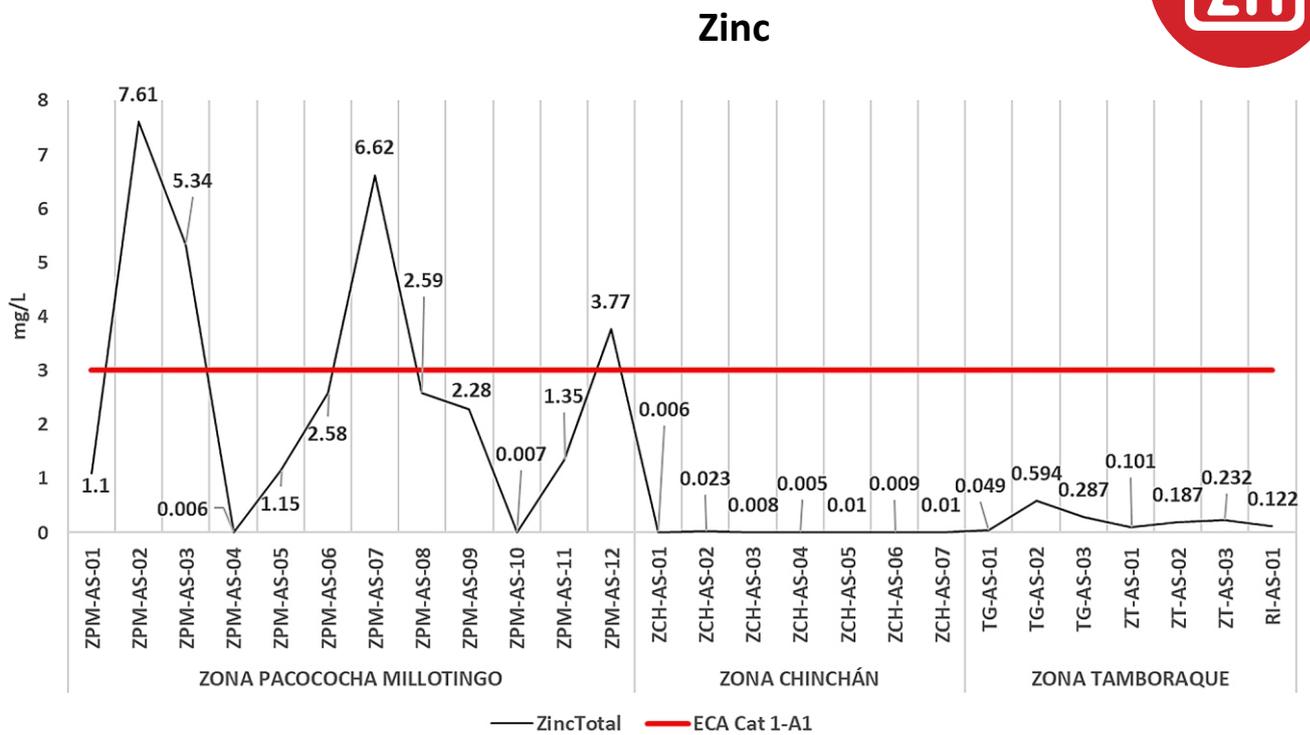


Gráfico N° 09. Valores de zinc en aguas superficiales para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.2. Resultados del monitoreo de calidad de sedimentos

3.2.1. Arsénico en sedimentos

El gráfico N° 10 muestra en una línea de color rojo el valor 5.9 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 17 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del arsénico para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de arsénico superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 12.8 mg/kg y 1,201 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 203 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**



Gráfico N° 10. Valores de arsénico en sedimentos para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

6 ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines) es la concentración debajo de la cual no se esperan efectos biológicos adversos.

7 PEL (Probable Effect Level) es la concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

3.2.2. Cadmio en sedimentos

El gráfico N° 11 muestra en una línea de color rojo el valor 0.6 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 3.5 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del cadmio total para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de cadmio total superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 1.189 mg/kg y 30.19 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 50 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**

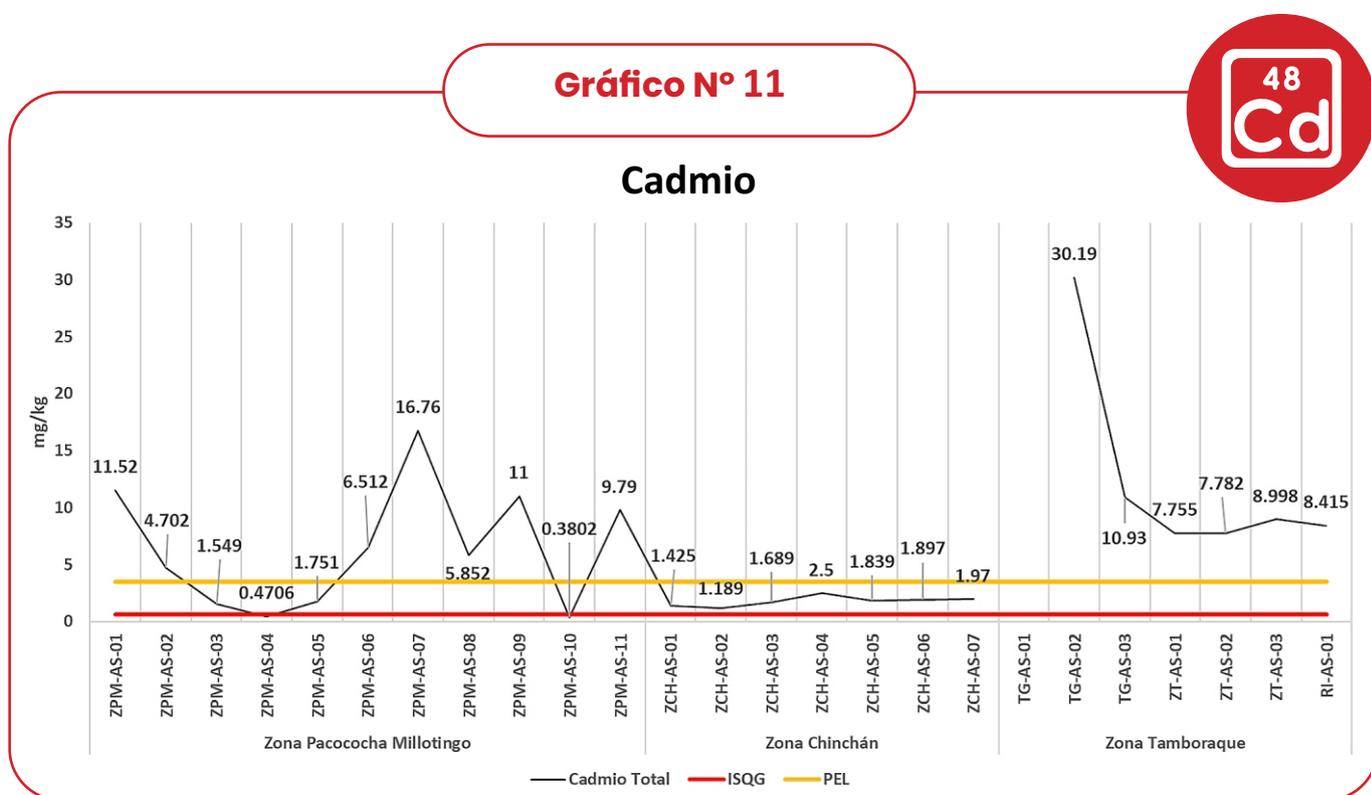


Gráfico N° 11. Valores de cadmio en sedimentos para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.2.3. Cobre en sedimentos

El gráfico N° 12 muestra en una línea de color rojo el valor 35.7 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 197 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del cobre total para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de cobre total superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 158 mg/kg y 1,862 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 52 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**

Gráfico N° 12

29
Cu

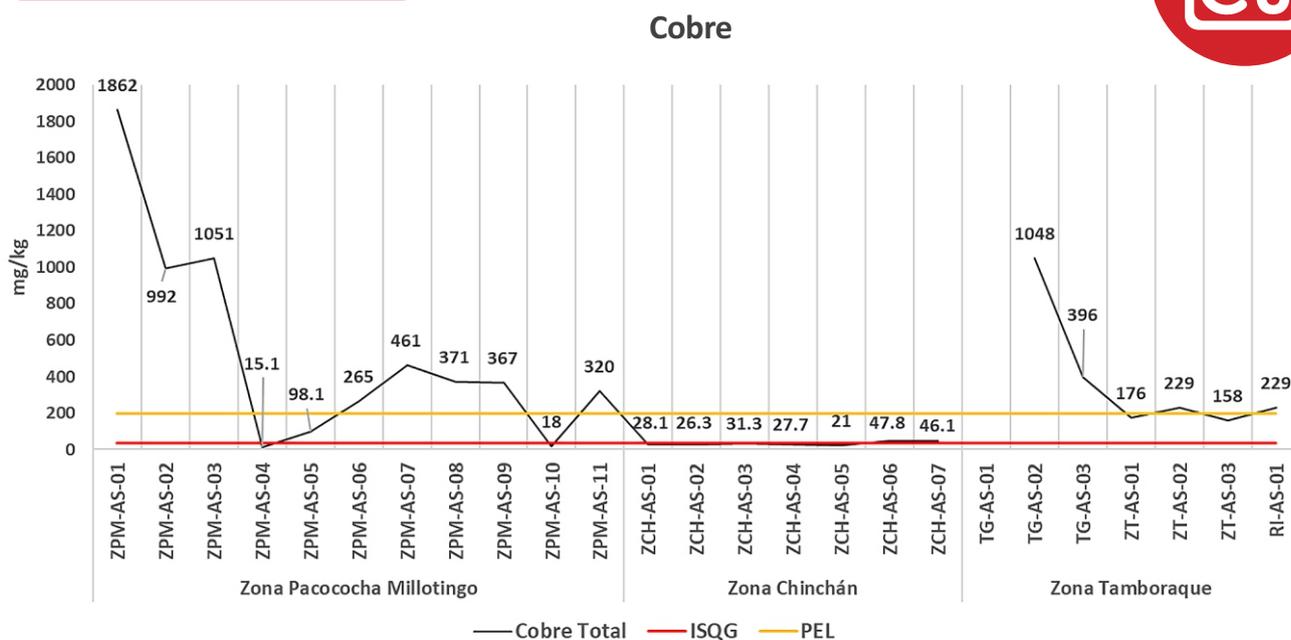


Gráfico N° 12. Valores de cobre en sedimentos para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.2.4. Mercurio en sedimentos

El gráfico N° 13 muestra en una línea de color rojo el valor 0.17 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 0.49 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del mercurio total para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de mercurio total superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 0.70 mg/kg y 7.05 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 41 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente**

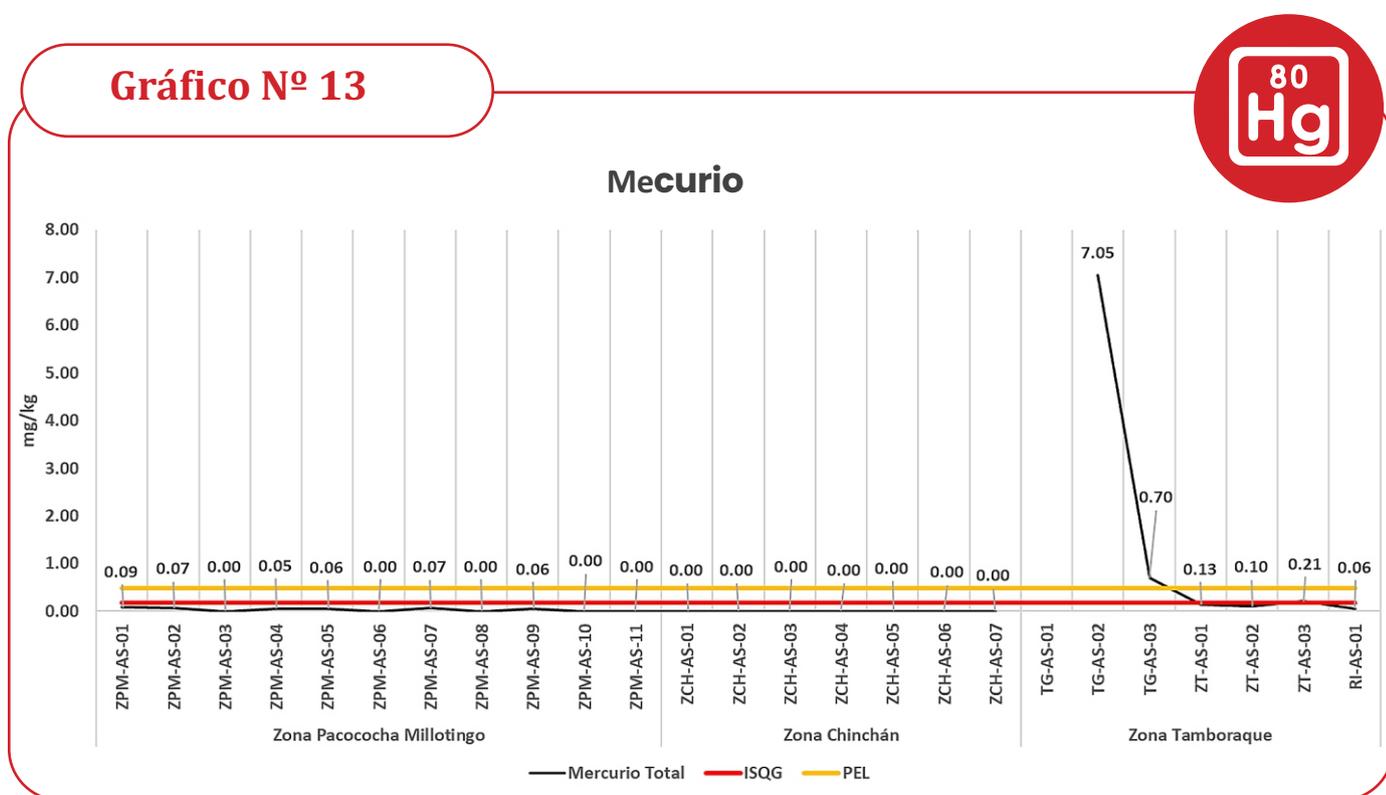


Gráfico N° 13. Valores de mercurio en sedimentos para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.2.5. Plomo en sedimentos

El gráfico N° 14 muestra en una línea de color rojo el valor 35 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 91.3 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del plomo total para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de plomo total superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 44.03 mg/kg y 3108 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 88 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente**

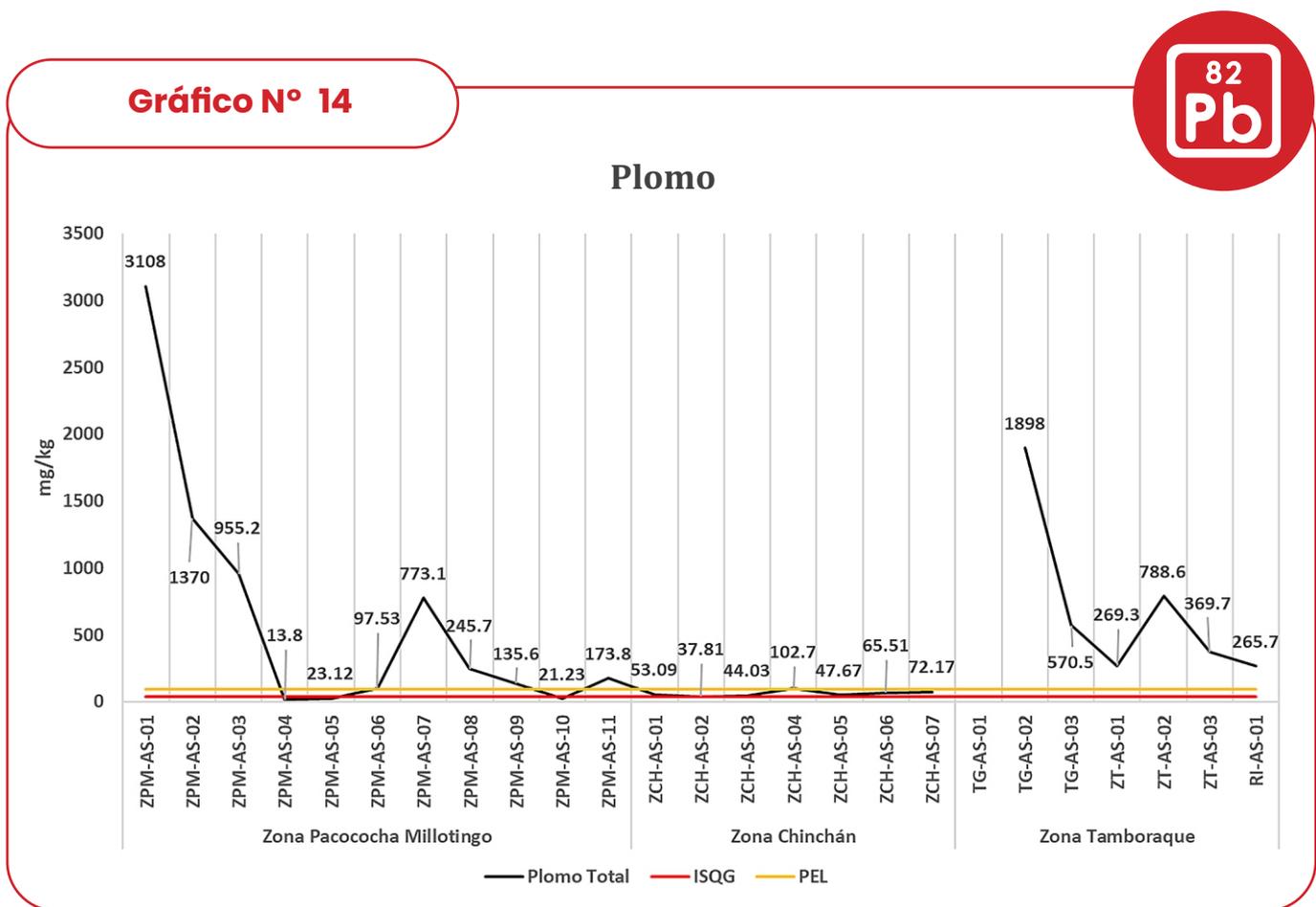


Gráfico N° 14. Valores de plomo en sedimentos para las tres zonas.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.2.6. Zinc en sedimentos

El gráfico N° 15 muestra en una línea de color rojo el valor 123 mg/kg correspondiente a la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos de Canadá (ISQG) y en naranja el valor 315 mg/kg correspondiente al Nivel de Efecto Probable de Canadá (PEL). La línea de color negro muestra la variación de resultados respecto del plomo total para los puntos de monitoreo en las tres (03) zonas de estudio en 25 puntos de monitoreo de la calidad del agua superficial.

Los resultados muestran que los valores de zinc total superaron los valores PEL y de la ISQG con valores entre 154 mg/kg y 6202 mg/kg, superando en el mayor valor hasta en 50 veces el valor de la ISQG; **representando un peligro para la salud de la población y el ambiente.**

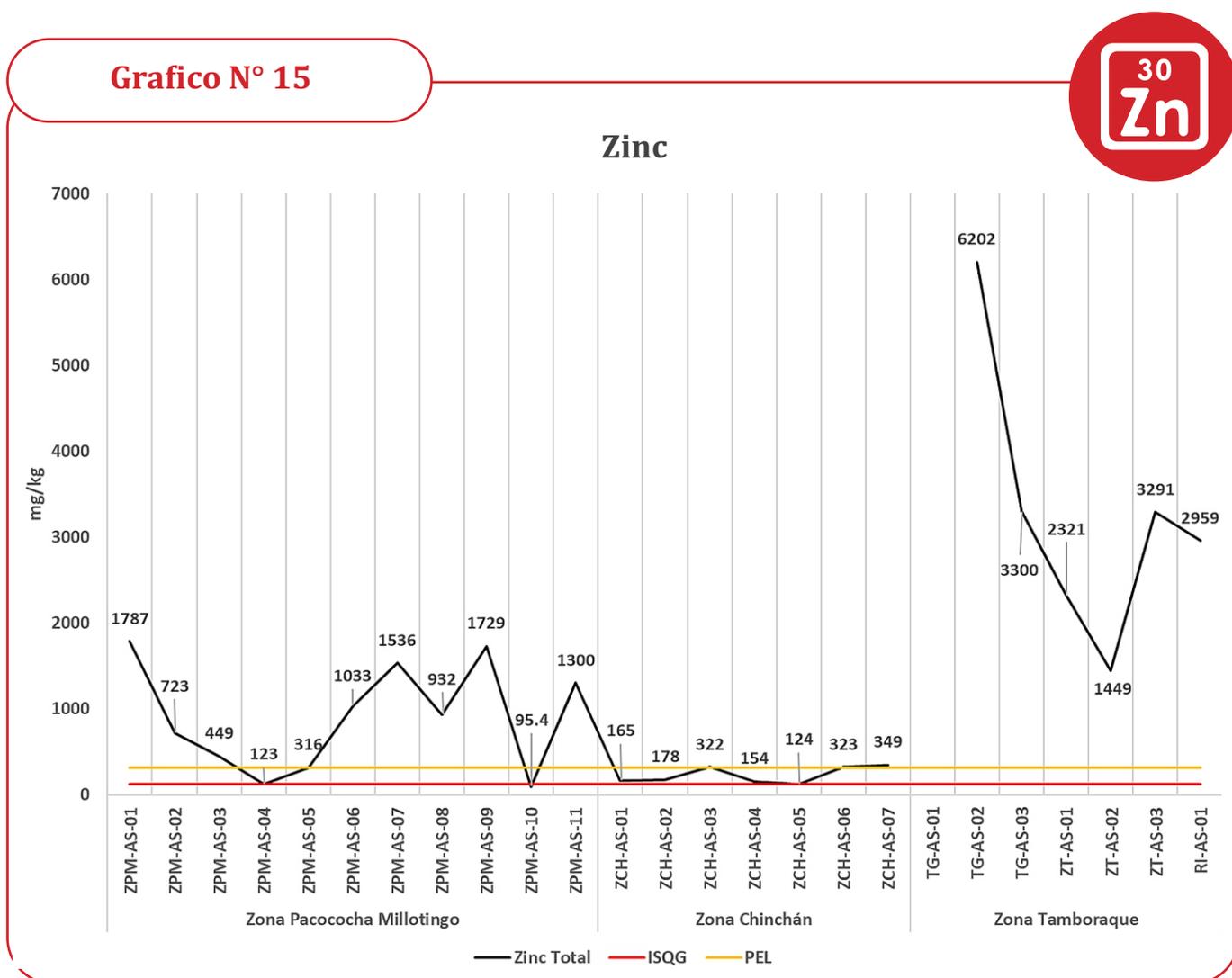


Gráfico N° 15. Valores de zinc en sedimentos para las tres zonas.

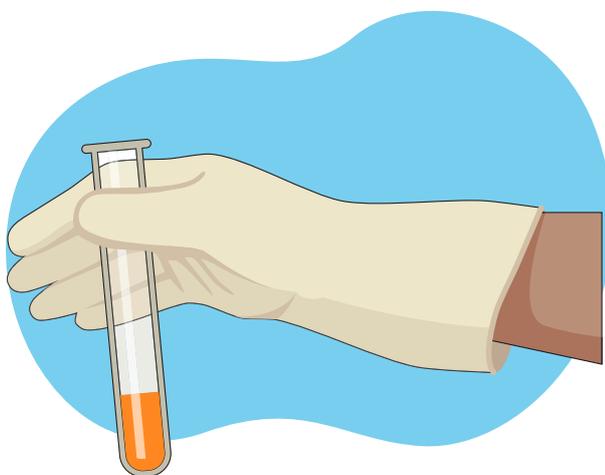
Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3. Resultados del monitoreo de relaves

a. Estabilidad química

Respecto del análisis “Ácido Base de Activación - Neutralización Ácido de Generación” (ABA-NAG)⁸, los resultados del laboratorio muestran que el punto ZCH-RE-01T tiene un alto potencial de generación de acidez con un pH pasta ácido de 3.1. Mientras que el punto ZT-RE-01 tiene un alto potencial de generación de acidez con un pH pasta ácido de 2.3.

Respecto de los resultados de la Prueba de Lixiviación de Corto Plazo (SPLP)⁹, los resultados han sido comparados de forma referencial con los estándares de calidad de agua para consumo humano (categoría 1), para uso en la agricultura y ganadería (categoría 3)¹⁰, resultando que el punto ZCH-RE-01T tiene la capacidad de liberación de once elementos: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), plomo (Pb), uranio (U) y zinc (Zn) además del pH ácido; lo que indicaría la presencia de estos 11 contaminantes potenciales que impactarían en el agua aún a pesar de un mayor caudal de los ríos.



8 Se refiere al proceso que implica la evaluación potencial de generación de ácido de los relaves y la aplicación de medidas para neutralizar cualquier ácido de los relaves y la aplicación de medidas para neutralizar cualquier ácido generado durante el almacenamiento y la gestión de los relaves. Para más información ingresar a: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103364>

9 Simula la calidad del agua de los lixiviados en contacto directo con el agua de lluvia y es una representación de la calidad de los lixiviados que al presente pueden estar liberando dichos residuos. Página 70 de la “Evaluación del Impacto Ambiental de las actividades mineras y riesgos sobre la Cuenca Alta del Río Rímac asociados a los depósitos de relaves mineros de Millotingo - Pacococha, Tamboraque y relaves trasladados de Tamboraque – Cáritas Chosica” realizada por Evaluaciones Ambientales para la Sostenibilidad SAC. durante el 2023.

10 Respecto a dicha comparación cabe indicar que esta se realiza con fines de identificar los metales de interés para contrastarlos con los valores en el cuerpo receptor.

a. Estabilidad Física

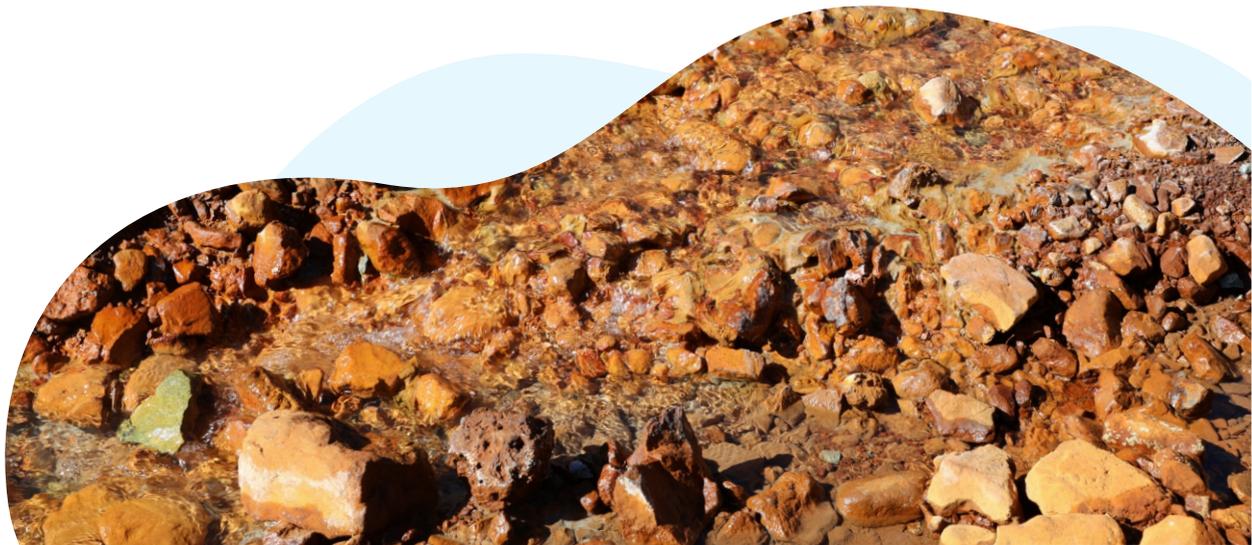
Los relaves de Tamboraque

Se encuentran ubicados en el margen izquierdo del río Rímac, sobre substratos de rocas volcánicas sedimentario del Grupo Rímac, en la unidad Geomorfológica “Fondo de Valle y las laderas de Montañas de vertientes muy empinadas” sobre depósitos aluviales de cantos rodados, gravas y arena. Debido a los potenciales problemas ambientales, la empresa Nyrstar, a pedido del Gobierno, trasladó el 65% del material a las laderas del cerro Chinchán, bajo su nuevo titular, Great Panther Silver.

En este relave se han identificado:

- 1 Procesos de erosión antiguos.
- 2 Surcos por erosión hídrica baja en la cubierta de lona sintética de protección de la plataforma.
- 3 Deslizamientos localizados en la zona sur que afecta el depósito de relaves estructuralmente por un plano de deslizamiento que se pueden incrementar en período de fuertes lluvias o eventos sísmicos importantes. Se resalta que el relave se ubica en la zona 3 del mapa de zonificación sísmica, que indica que es una zona con sismicidad alta.
- 4 Los datos geotécnicos del relave1-2 sugieren la presencia de un depósito de deslizamiento antiguo (relave N°3) al pie de la ladera y la confluencia de la quebrada Aruri al río Rímac.

En consecuencia, la cancha de relaves presenta problemas de desplazamientos con un **riesgo de inestabilidad**. Se recomienda que en el relave de Tamboraque se debe actualizar el estudio geotécnico de los relaves 1 y 2, instalar nuevos inclinómetros y disminuir la carga aportante de la relavera.



Relave de la zona Chinchán

Pertenece a la parte alta de la subcuenca Chinchán. La zona presenta problemas de erosión, deslizamientos y derrumbes en el material coluvial en el talud, así como erosión laminar, surcos y cárcavas por erosión hídrica en la cancha de relaves; sin embargo, el relave ZCH-08 se encuentra con un riesgo de inestabilidad.

Se recomienda estabilizar los procesos erosivos de deslizamientos y derrumbes sobre la geomembrana de igual forma, proteger el talud de las canchas de relave donde se observa surcos y cárcavas, con biomantas y mulch ¹¹.

Relaves de Millotingo y Pacococha

Los relaves ZPM-01 y ZPM-02 presentan erosión, no fueron compactados y presentan problemas de estabilidad y erosión hídrica en forma de surcos y cárcavas, situación similar en la que se encuentran los relaves ZPM-03 al ZPM-06; así mismo, existe problemas de colapso localizados en los taludes laterales y frontales por los procesos erosivos.

En cuanto a la evaluación de riesgo en la estabilidad y problemas de contaminación ambiental de los depósitos de relaves y botaderos, dado que presentan un tipo de erosión activa y nivel de erosión severa a muy severa, el riesgo de inestabilidad es alto a muy alto con activos problemas de contaminación ambiental directa hacia el cauce del río por aguas ácidas y contaminación de suelos y del aire.

En conclusión, Respecto a Millotingo ZPM-01 y ZPM-06 se encuentran con un tipo de erosión activa y nivel de erosión alto, **por lo que el riesgo de inestabilidad es alto.**

Para las relaveras y escombros mineros ZPM-01 al ZPM-06 de Millotingo, se recomienda conformar los taludes colapsados y cárcavas profundas, así como proteger con una capa de material estéril y otra capa de topsoil, mulch, biomantas y reforestar con plantaciones nativas; construir gaviones rocosos al pie del talud del depósito de relaves afectados para evitar el colapso en el río.

¹¹ Mulching es el proceso de aplicar materia vegetal u otro material triturado como una capa suelta sobre el suelo.

4.2. Conclusiones

De acuerdo con los resultados de calidad de aguas y sedimentos en temporada seca, así como el muestreo de relaves, se tiene las siguientes conclusiones:

1. El río Rímac es la fuente principal de abastecimiento de agua para consumo humano de la población de Lima y se ve afectado severamente desde su nacimiento en la cuenca alta del distrito San Mateo y Chicla hasta su desembocadura en el mar peruano, con descargas de desagües domésticos, residuos industriales de la minería, pasivos ambientales mineros, y actividades agrícolas.
2. En la actualidad se encuentran inventariados por el ministerio de Energía y Minas un total de 386 Pasivos Ambientales Mineros (PAM) y de ello casi el 90% no tienen responsable generador del PAM a pesar de estar en alto riesgo, como los relaves de Chinchán, Millotingo-Pacococha y Tamboraque. Además, el 59% del territorio de la cuenca del río Rímac se encuentra concesionado para la minería, lo que indudablemente pone en riesgo no solo las fuentes de agua de las zonas altas, sino también el abastecimiento de agua para consumo humano de Lima y sus alrededores.
3. Los resultados de los monitoreos de agua realizados en el 2023 confirman que existe contaminación del agua con presencia de metales pesados que superan los estándares de calidad ambiental (ECA). Los valores del ECA destinado para la producción de agua potable fueron superados en cuatro puntos de monitoreo para el pH que llegó hasta 3.59 en la zona de Millotingo. Lo mismo ocurre con la presencia de metales pesados como aluminio, arsénico, cadmio, hierro, manganeso, plomo y zinc que superan largamente los estándares de calidad ambiental. En algunos puntos se encontró plomo 0.74 mg /kg, cuando el ECA - Agua es de 0.01 mg/lg, lo que demuestra la contaminación en la cuenca del río Rímac.
4. Los resultados de los monitoreos de sedimentos, comparados con la guía canadiense para la protección de la vida acuática (Interim Sediment, Quality Guidelines - ISGQ), ante la ausencia de normativa en el Perú, muestran también la contaminación ambiental, superando largamente los valores para arsénico, cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc. En el caso de arsénico se encontró hasta 1,201 mg/kg en la zona de Tamboraque cuando la norma canadiense es de 5.9 mg / kg.
5. En cuanto a la estabilidad química, según el análisis de "Ácido Base de Activación - Neutralización Ácido de Generación" (ABA-NAG), los resultados del laboratorio muestran que existe un alto potencial de generación de acidez. Asimismo, para la prueba de lixiviados demostró la capacidad que tiene los relaves para liberar hasta de once elementos:
aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), plomo (Pb), uranio (U) y zinc (Zn) además del pH ácido.
- 6.- En cuanto a la estabilidad física, se debe indicar los relaves mineros de Chinchán y Tamboraque presentan riesgos de inestabilidad física, mientras los relaves de Pacococha-Millotingo presentan un nivel muy alto de inestabilidad física además de desplazamientos, erosión hídrica y riesgos sísmicos.

4.3. Recomendaciones

- Respecto a la inestabilidad física de los depósitos de relaves y desmontes de Pacococha – Millotingo, se recomienda iniciar trabajos de conformación de taludes colapsados de los relaves y de las cárcavas profundas con maquinaria pesada. Que deberán ser protegidos con material estéril, capa de topsoil y biomantas para iniciar reforestación con plantaciones nativas.
- Respecto al aporte de metales en la zona de Chinchán se recomienda un monitoreo de sedimentos a las zonas de aguas arriba para poder determinar aportes de metales en sedimentos del río Chinchán.
- En el caso de la evaluación del aporte del río Aruri, se recomienda realizar un estudio isotópico para poder determinar la fuente de aporte o mediante realizar unas cinco (05) campañas sistemáticas y comparar los resultados entre campañas.
- Respecto a la estabilidad física de relavera Chinchán se recomienda estabilizar los procesos erosivos en la cornisa alta del corte coluvial sobre la geomembrana, donde se observa pequeños procesos de erosión por deslizamientos y derrumbes. Así como, proteger el talud de las canchas de relave donde se observa surcos y cárcavas menores con biomantas y mulch y controlar el lavado del relave hacia las cunetas de acceso.

3.3.1. Potencial de Generación de Acidez (NAG)

Gráfico N°: 16



Potencial de Generación de Acidez (NAG)

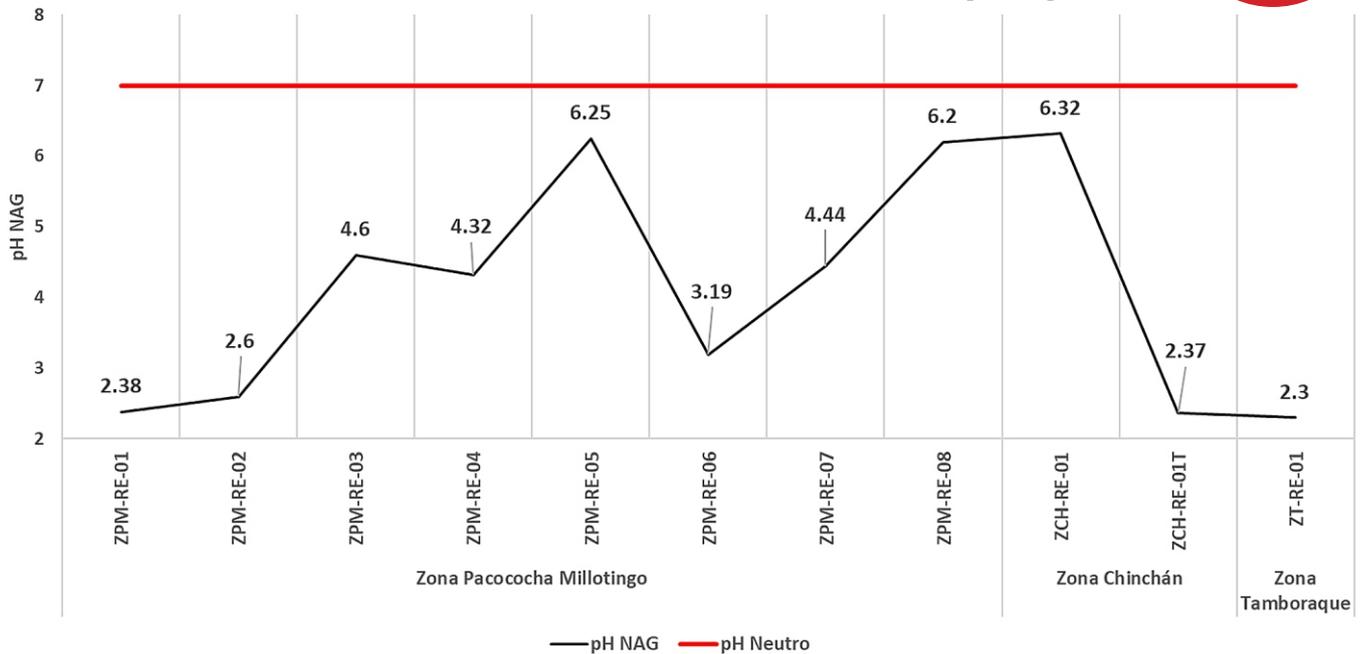
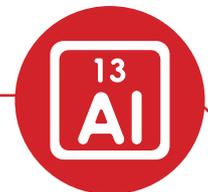


Gráfico N° 16. Valores de pH según el Potencial de Generación de Acidez (NAG).

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.2. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Aluminio

Gráfico N°: 17



Prueba de Lixiviados de corto plazo – ALUMINIO

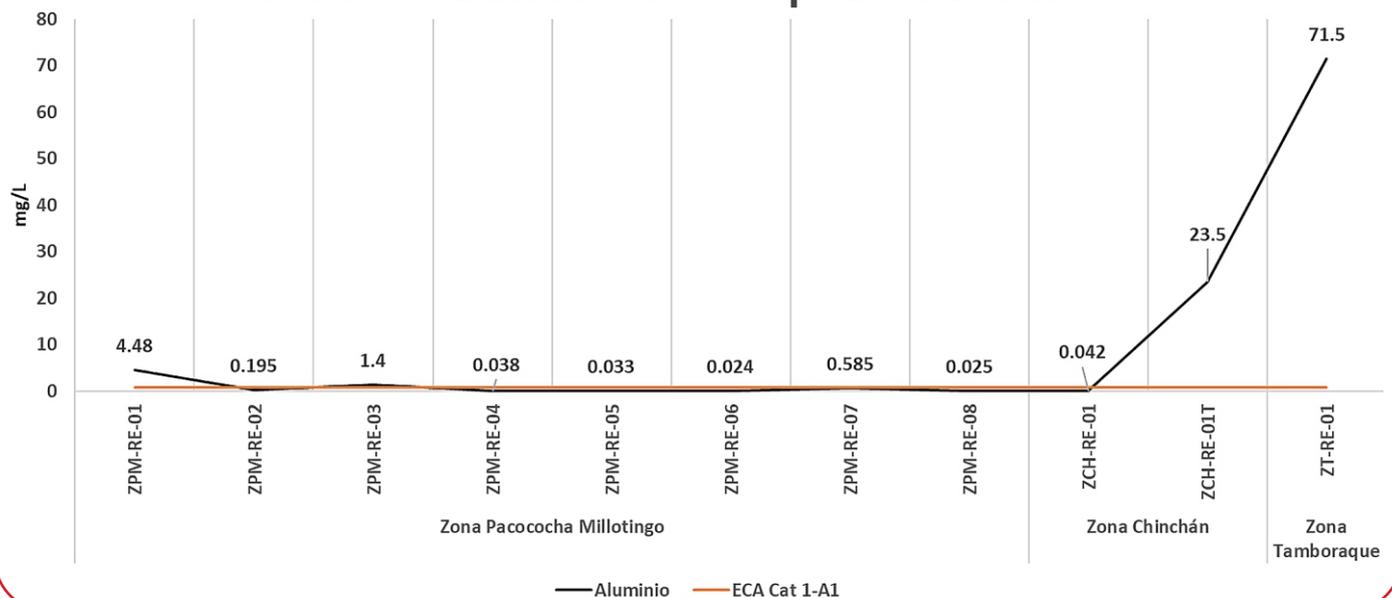


Gráfico N° 17. Valores de aluminio según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.3. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Antimonio

Gráfico N°: 18

51
Sb

Prueba de Lixiviados de corto plazo – ANTIMONIO

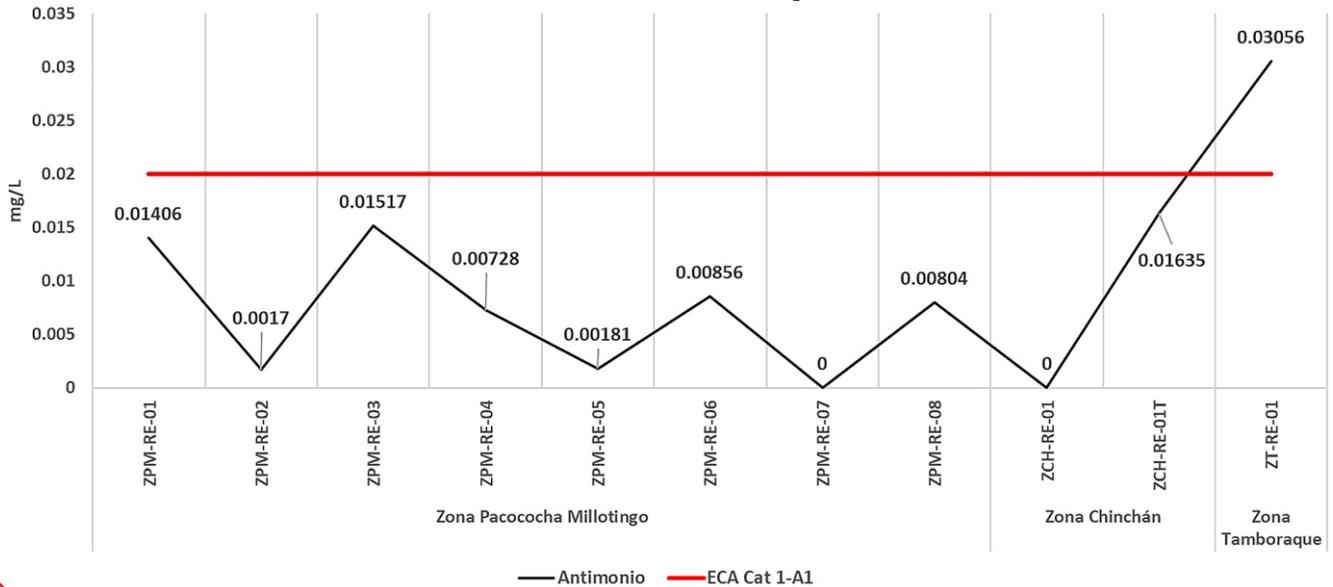


Gráfico N° 18. Valores de antimonio según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.4. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Arsénico

Gráfico N°: 19

33
As

Prueba de Lixiviados de corto plazo – ARSÉNICO

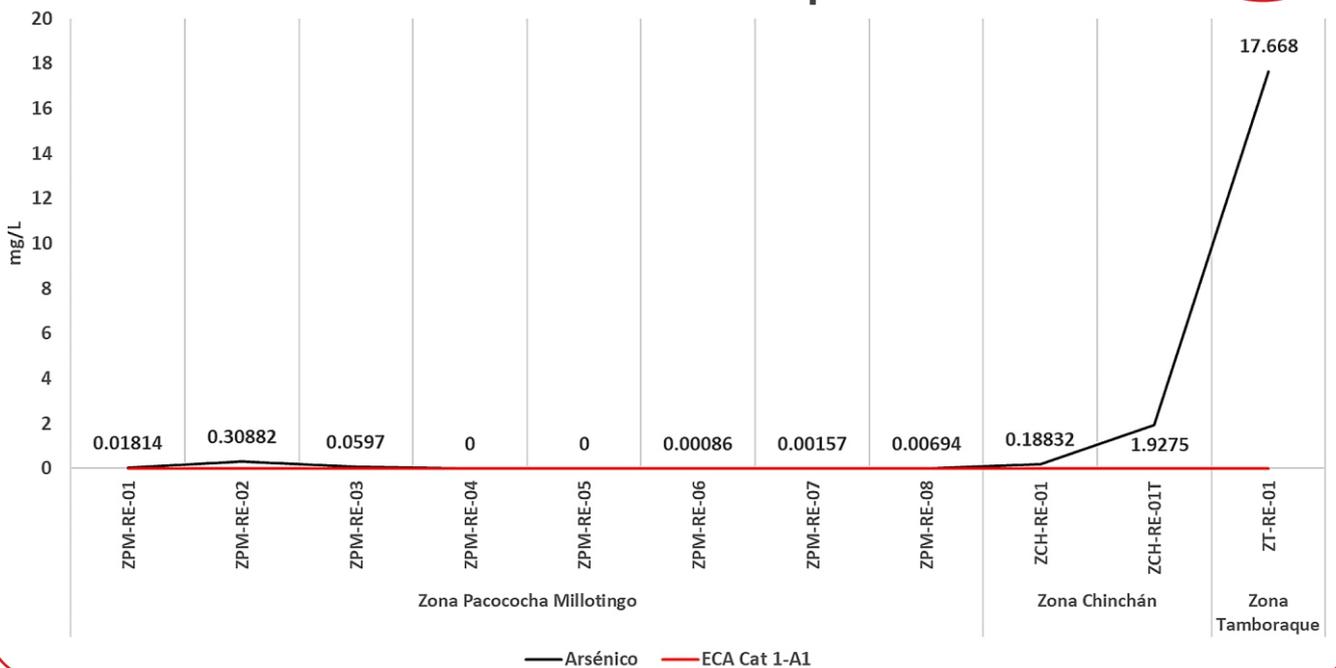


Gráfico N° 19. Valores de arsénico según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.5. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cadmio

Gráfico N°: 20

48
Cd

Prueba de Lixiviados de corto plazo – CADMIO

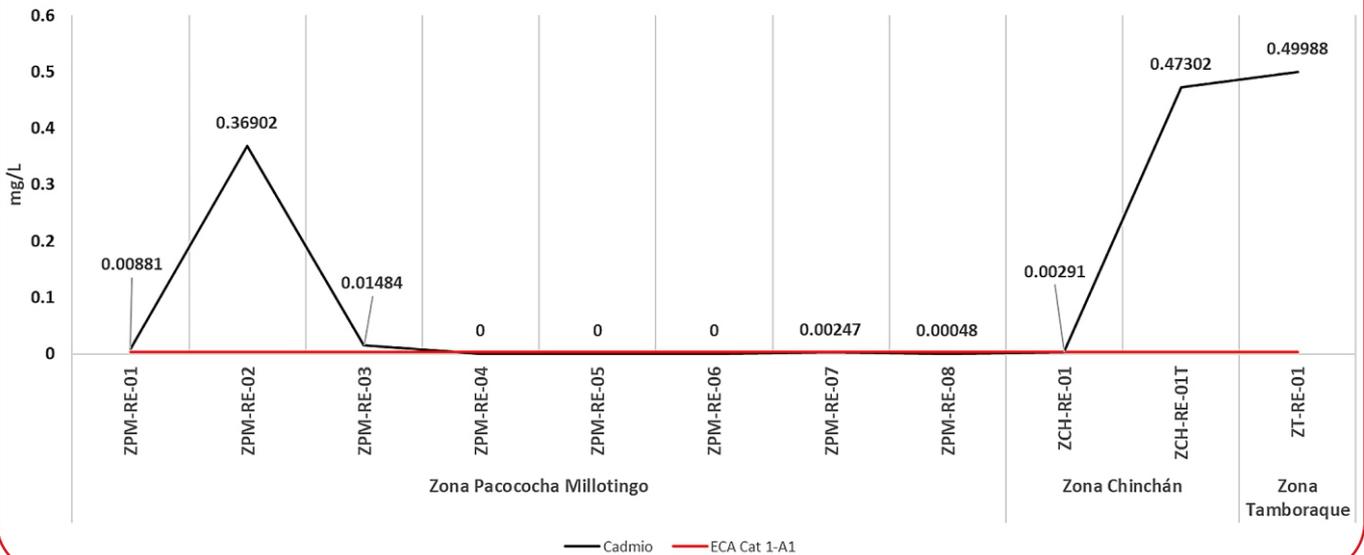


Gráfico N° 20. Valores de cadmio según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.6. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cobre

Gráfico N°: 21

29
Cu

Prueba de Lixiviados de corto plazo – COBRE

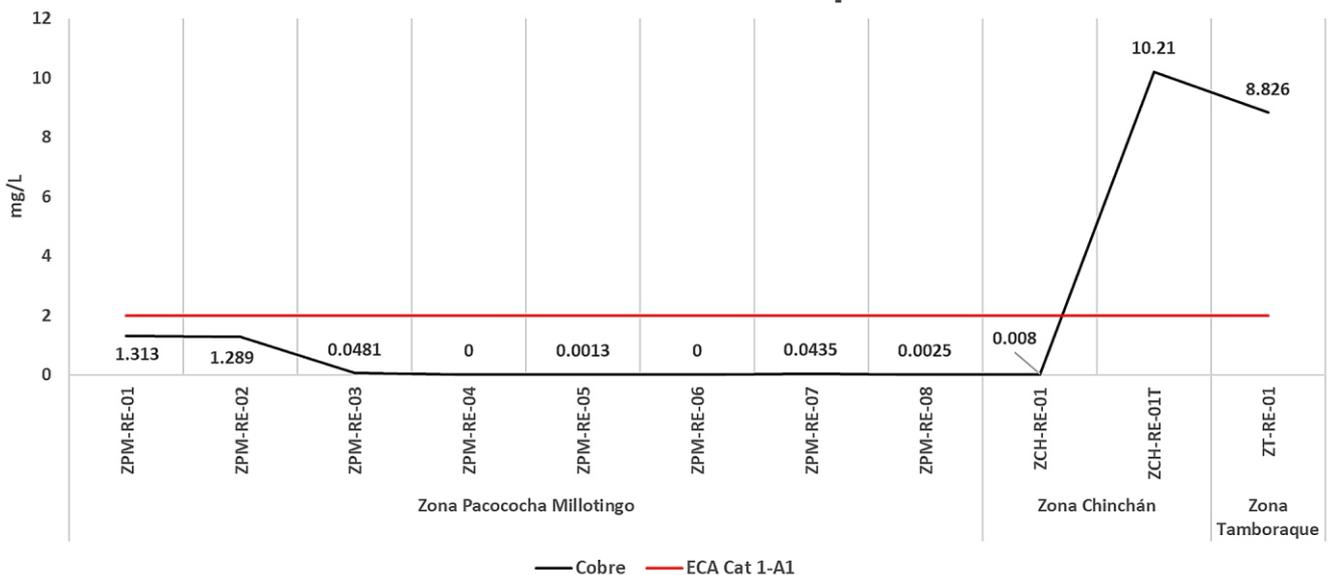


Gráfico N° 21. Valores de cobre según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.7. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Cromo

Gráfico N°: 22

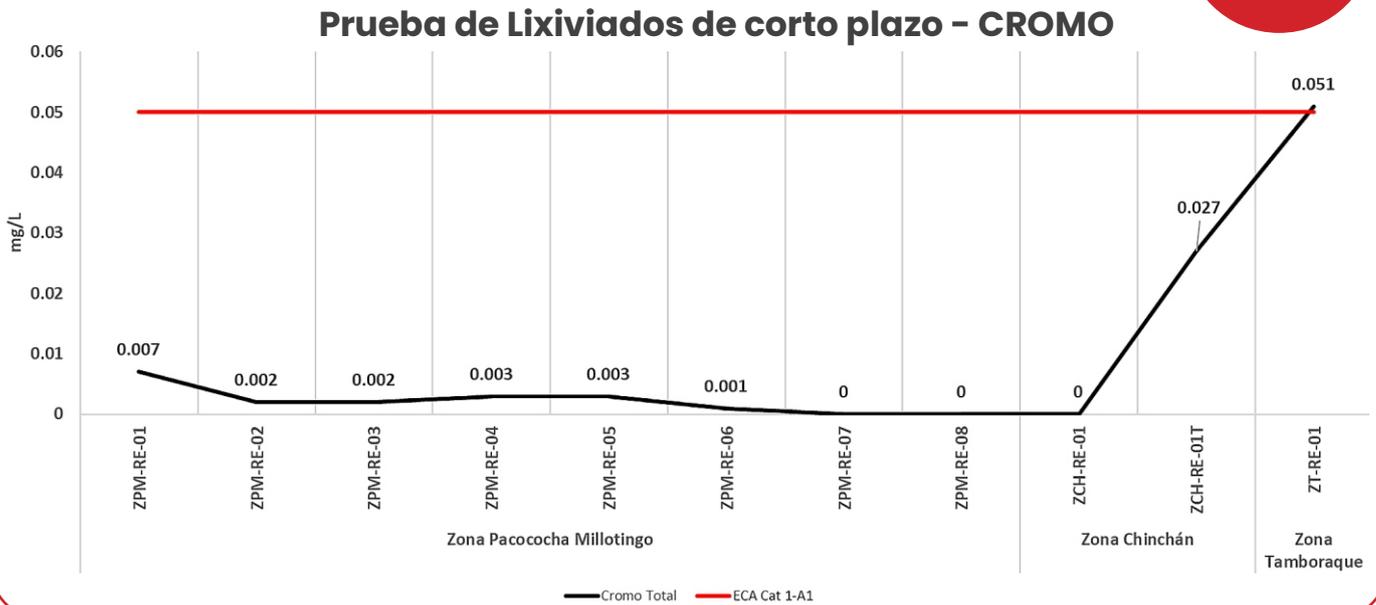


Gráfico N° 22. Valores de cromo según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.8. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Hierro

Gráfico N°: 23

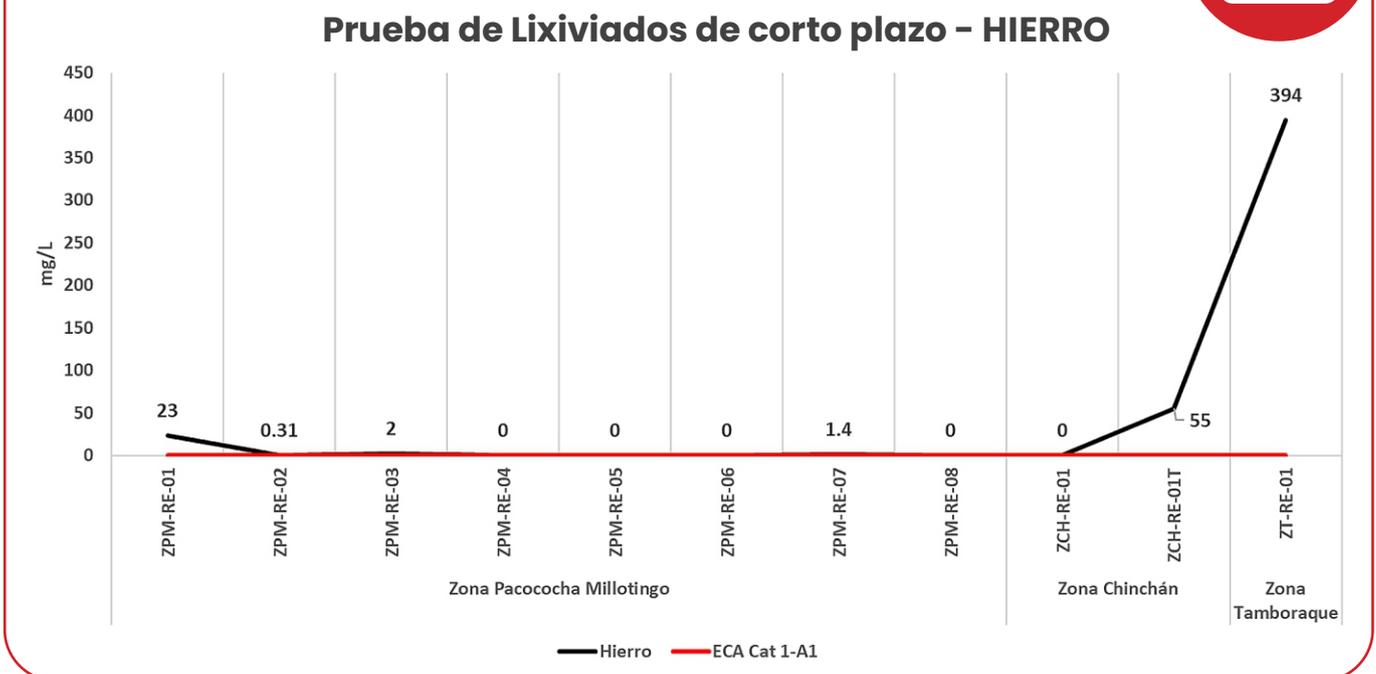


Gráfico N° 23. Valores de hierro según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.9. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Manganeso

Gráfico N° 24

25
Mn

Prueba de Lixiviados de corto plazo – MANGANESO

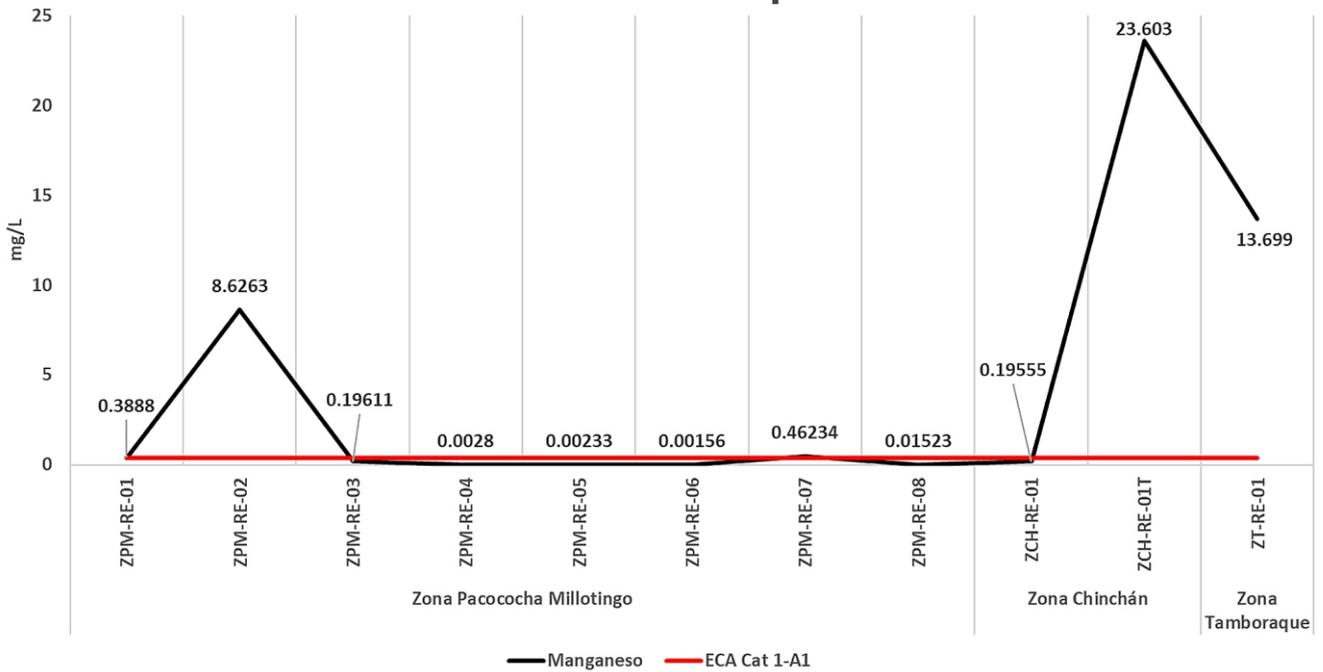
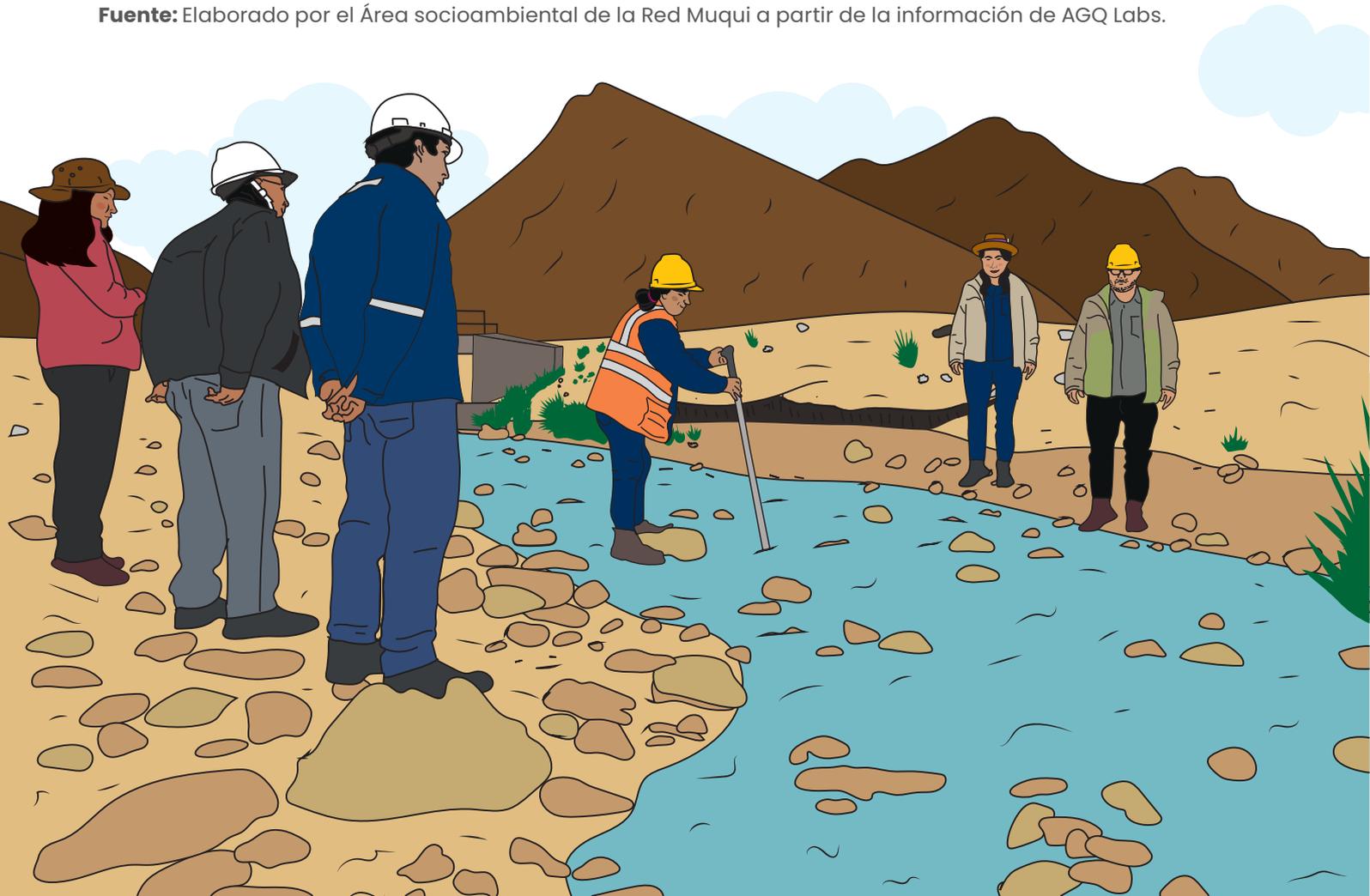


Gráfico N° 24. Valores de manganeso según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.



3.3.10. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Mercurio

Gráfico N° 25



Prueba de Lixiviados de corto plazo - MERCURIO

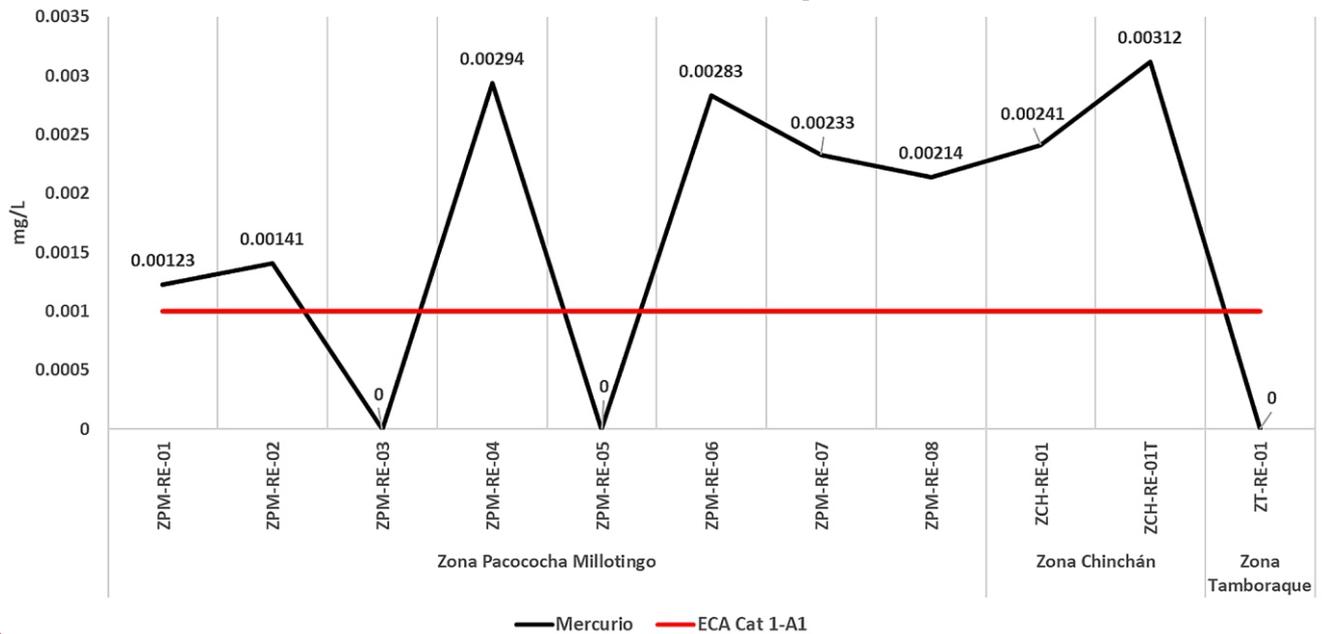


Gráfico N° 25. Valores de mercurio según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.11. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Plomo

Gráfico N° 26



Prueba de Lixiviados de corto plazo - PLOMO

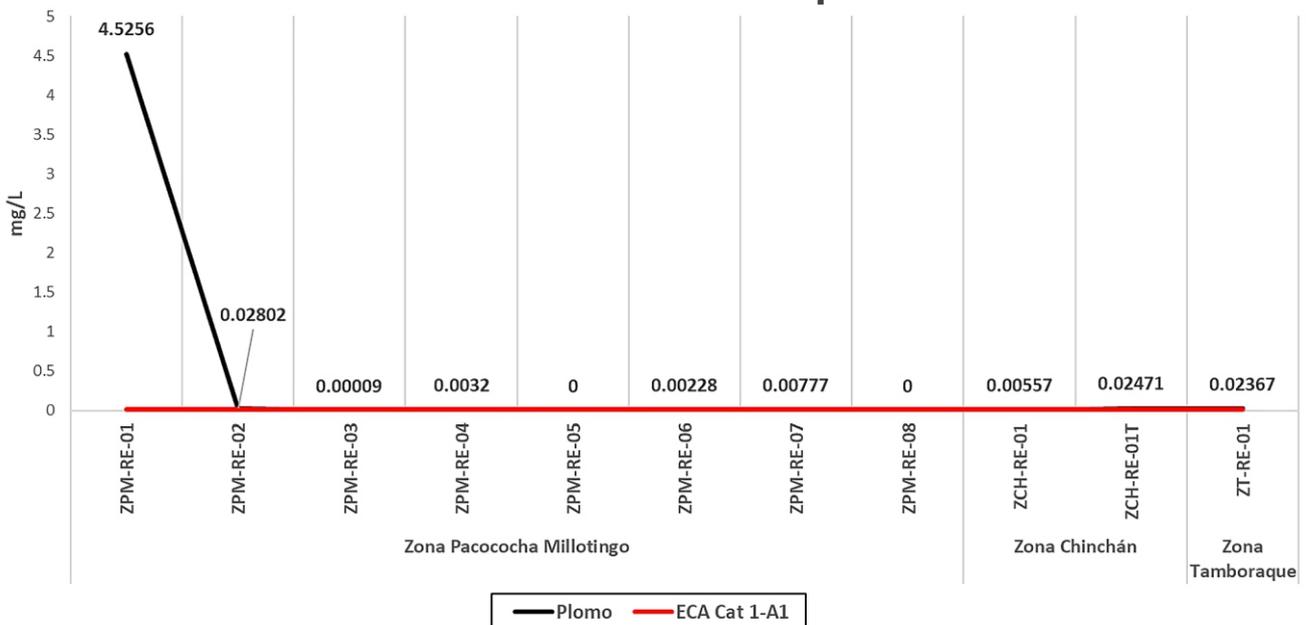


Gráfico N° 26. Valores de plomo según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo.

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.12. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Uranio

Gráfico N° 27



Prueba de Lixiviados de corto plazo – URANIO

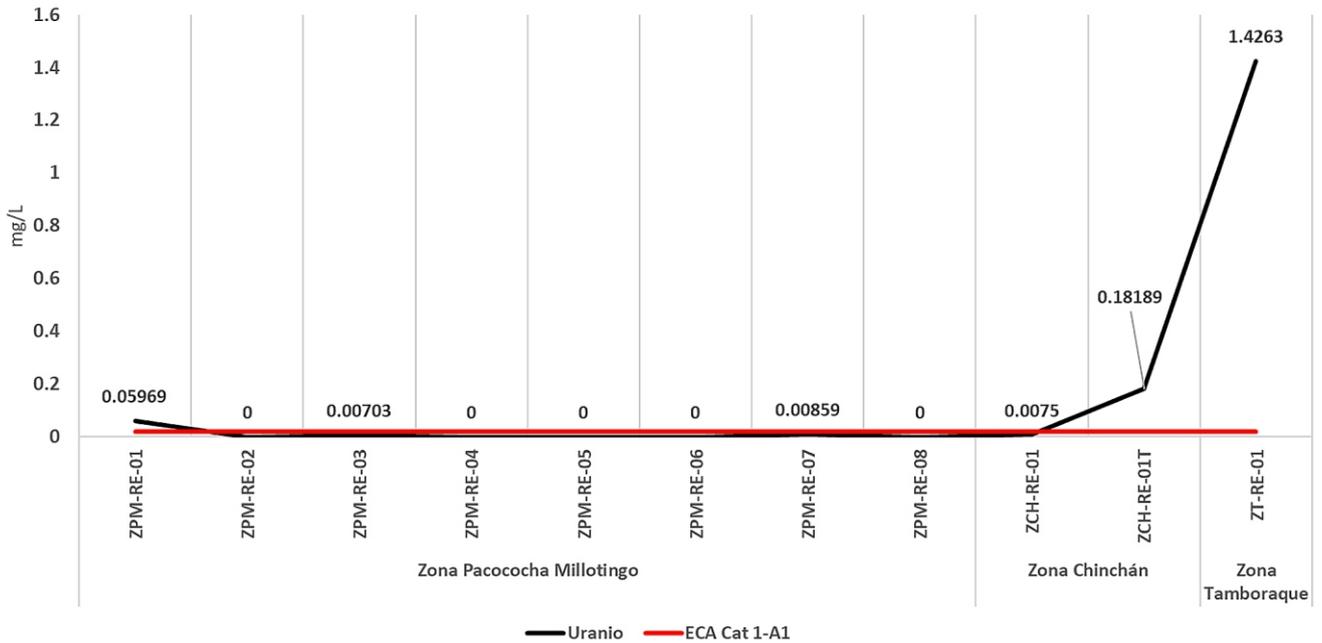


Gráfico N° 27. Valores de uranio según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.

3.3.13. Prueba de Lixiviados de Corto Plazo – Zinc

Gráfico N° 28



Prueba de Lixiviados de corto plazo – ZINC

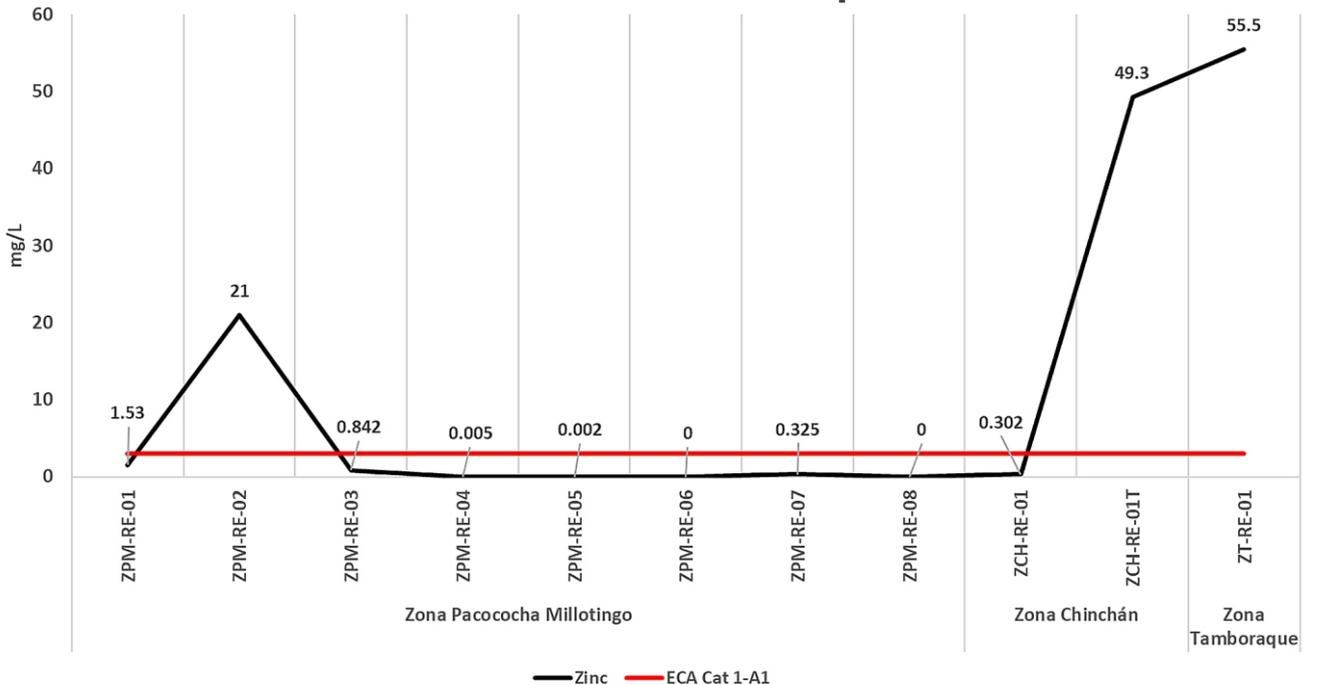
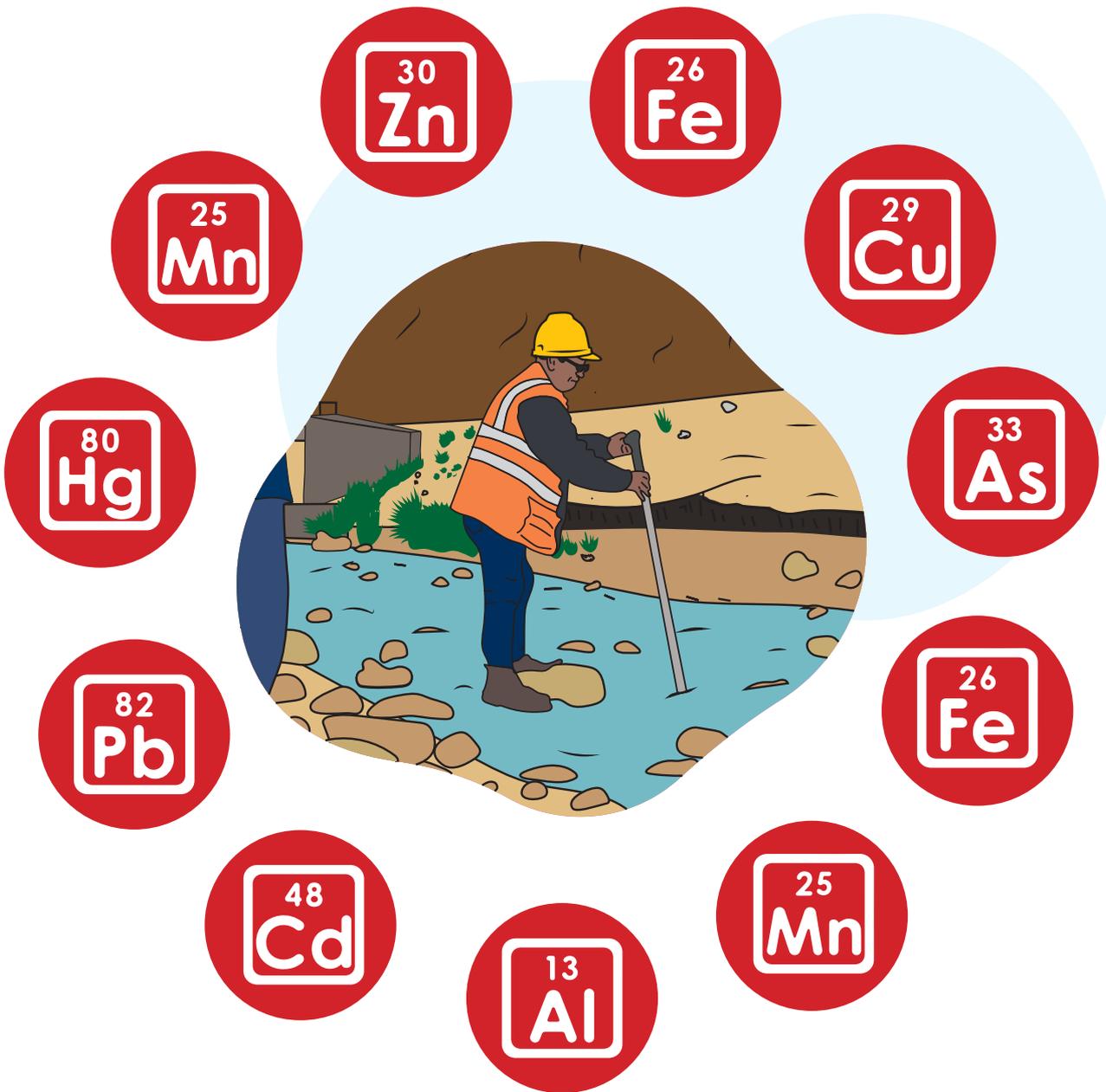


Gráfico N° 28. Valores de zinc según Prueba de Lixiviados de Corto Plazo

Fuente: Elaborado por el Área socioambiental de la Red Muqui a partir de la información de AGQ Labs.





Glosario de términos

Calidad de sedimentos

Debido a que el Perú no cuenta con estándares aprobados para la evaluación de sedimentos, se compararon los hallazgos con los parámetros estipulados por la Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos (por sus siglas en inglés, ISQG)¹² y Nivel de Efecto Probable (por sus siglas en inglés, PEL)¹³ de la normativa canadiense. Presentándose a continuación los parámetros que superaron uno o ambos valores.

Sobre la estabilidad química

Esta se refiere a la capacidad del relave para resistir a procesos químicos que podrían conducir a la generación de ácido o lixiviación de metales tóxicos. Si un relave es inestable químicamente, esto indicaría que tiene una alta concentración de minerales sulfurosos y otros compuestos que pueden reaccionar con el agua y el aire para producir ácidos o liberar metales pesados.¹⁴

¹² ISQG significa Directriz Provisional sobre la Calidad de los Sedimentos, conocida como ISQG por sus siglas en inglés (interim sediment quality guideline); forma parte del Protocolo para la derivación de directrices canadienses sobre la calidad de los sedimentos para la protección de la vida acuática de Canadá. Para más información ingresar a: <https://ccme.ca/en/res/protocol-for-the-derivation-of-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>

¹³ PEL significa Nivel de Efecto Probable, conocida como PEL por sus siglas en inglés (probable effect level); forma parte del Protocolo para la derivación de directrices canadienses sobre la calidad de los sedimentos para la protección de la vida acuática de Canadá. Para más información ingresar a: <https://ccme.ca/en/res/protocol-for-the-derivation-of-canadian-sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf>

¹⁴ Adaptado del "Estudio de estabilidad química de los relaves de flotación y de las escorias de fundición" (2002). Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188574>

¹⁵ Idem.

Sobre la estabilidad física

Esta se refiere básicamente a que la disposición del relave sea estable a través del tiempo, considerando su capacidad de enfrentar las condiciones ambientales que deberán enfrentar en su lugar de disposición.¹⁵

ECA

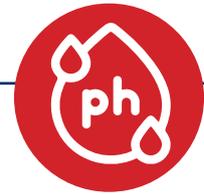
Estándar de Calidad Ambiental. Los resultados del monitoreo de agua superficial se compararon con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) aprobado por el gobierno peruano mediante Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, el mismo que se encuentra dividido en cuatro (04) categorías:

- 1 **Categoría 1:** Poblacional y recreacional
- 2 **Categoría 2:** Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales
- 3 **Categoría 3:** Riego de vegetales y bebida de animales
- 4 **Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático.

Los resultados presentados a continuación responden a la comparación de los resultados de laboratorio y los valores del ECA para la categoría 1, específicamente las subcategorías A1¹⁶ y A2.¹⁷

¹⁶ Correspondiente a la subcategoría A1 de la categoría 1 del ECA aprobado mediante D.S. N° 004-2017MINAM correspondiente a: **aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.

¹⁷ Correspondiente a la subcategoría A2 de la categoría 1 del ECA aprobado mediante D.S. N° 004-2017MINAM correspondiente a: **aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.



pH

El pH es una medida de qué tan ácida o básica (no ácida) es el agua. Un pH 7 es neutral. Valores menores de 7 son ácidos, y aquellos mayores de 7 son básicos. El rango óptimo de pH para la vida acuática es de 6.5 a 8.5. Valores de pH menores de 4.0 o mayores de 10.0 son considerados letales para los peces y otros organismos.¹⁸

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM¹⁹, los valores de pH para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **6.5 – 8.5**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **5.5 – 9.0**.

Si el pH se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua

tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el pH se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).

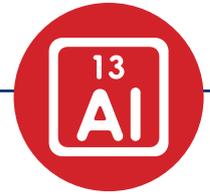
PH LÍQUIDOS CONOCIDOS

Soda cáustica	14
Cloro	13
Agua de jabón	12
Amonio	11
Leche de magnesia	10
Bicarbonato	9
Agua de mar	8
Agua destilada	7
Agua de lluvia, saliva	6
Agua de lluvia, saliva	5
Cerveza	4
Vinagre	3
Coca cola	2
Ácido sulfúrico	1
Ácido de batería	0

Fuente: Manual de Monitoreo Comunitario del Agua del Programa Global Water Watch

¹⁸ **pH: principios y práctica.** Manual de Monitoreo Comunitario del Agua del Programa Global Water Watch de la Universidad de Auburn, Estados Unidos.

¹⁹ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>



Aluminio (Al)

El aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre. Siempre se encuentra combinado con otros elementos tales como oxígeno, sílice y flúor. El aluminio metálico se obtiene de minerales que contienen aluminio. Se pueden encontrar pequeñas cantidades de aluminio disueltas en el agua. Todo el mundo está expuesto a niveles bajos de aluminio en los alimentos, el aire, el agua y el suelo. La exposición a niveles altos de aluminio puede causar problemas respiratorios y neurológicos.²⁰

El aluminio no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma. El aluminio no se acumula de manera significativa en plantas o animales. El aluminio se encuentra virtualmente en todos los alimentos, el agua, el aire y el suelo. Un adulto promedio en EE. UU. ingiere aproximadamente 7 a 9 miligramos (mg) de aluminio al día en los alimentos.²¹

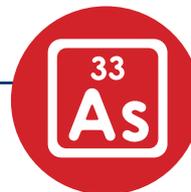
En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ²², los valores de pH para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.9 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **5 mg/L**.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).

20 Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2008. Reseña Toxicológica del Aluminio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts2.html

21 Idem.

22 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>



Arsénico (As)

El arsénico es un elemento natural ampliamente distribuido en la corteza terrestre. En el ambiente, el arsénico se combina con oxígeno, cloro y azufre para formar compuestos inorgánicos de arsénico. El arsénico no puede ser destruido en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma. La lluvia y la nieve remueven las partículas de polvo con arsénico del aire. La mayor parte del arsénico en el agua terminará eventualmente en el suelo o el sedimento. Los peces y mariscos pueden acumular arsénico.²³

La exposición a niveles de arsénico más altos que lo normal ocurre principalmente en lugares de trabajo, cerca de sitios de desechos peligrosos o en áreas con niveles de arsénico naturalmente elevados. La exposición a niveles altos de arsénico puede ser fatal. La exposición prolongada a niveles más bajos puede producir descoloramiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas.²⁴

Varios estudios han demostrado que la ingestión de arsénico inorgánico puede aumentar el riesgo de cáncer de la piel y de cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones. La inhalación de arsénico inorgánico puede aumentar el riesgo de cáncer del pulmón. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el arsénico inorgánico es carcinogénico en seres humanos.²⁵

Hay evidencia que sugiere que la exposición prolongada al arsénico puede reducir el cociente de inteligencia (IQ) en niños. También hay información que sugiere que la exposición al arsénico durante la gestación y la niñez puede aumentar la tasa de mortalidad en adultos jóvenes.²⁶

²³ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2007. Reseña Toxicológica del Arsénico (versión actualizada) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts2.html

²⁴ Idem.

²⁵ Idem.

²⁶ Idem.

En el Perú los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ²⁷, los valores de arsénico para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.01 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **0.01 mg/L**; la normativa peruana contempla la medición de arsénico total, que es la suma de la forma orgánica e inorgánica de este compuesto.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).



Cadmio (Cd)

El cadmio es un elemento natural de la corteza terrestre. Generalmente se encuentra como mineral combinado con otros elementos tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio) o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio). El cadmio entra al suelo, al agua y al aire durante actividades industriales y de minería, y durante la combustión de carbón y desechos domésticos. El cadmio no se degrada en el ambiente, pero sí cambia de forma. Las partículas de cadmio en el aire pueden movilizarse largas distancias antes de depositarse en la tierra o el agua.²⁸

²⁷ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

²⁸ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2012. Reseña Toxicológica del Cadmio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.html

Respirar niveles altos de cadmio puede dañar gravemente los pulmones. Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave del estómago causando vómitos y diarrea. La exposición prolongada a niveles más bajos de cadmio en el aire, los alimentos o el agua produce acumulación de cadmio en los riñones y posiblemente enfermedad renal. Otros efectos de la exposición prolongada consisten en daño del pulmón y fragilidad de los huesos.²⁹

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia para la Investigación del Cáncer (IARC) han determinado que el cadmio y los compuestos de cadmio son carcinogénicos en seres humanos. La EPA determinó que el cadmio probablemente es carcinogénico en seres humanos (grupo B1).³⁰

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM³¹, los valores de cadmio para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.003 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **0.005 mg/L**.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).

29 Idem.

30 Idem.

31 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>



Cobre (Cu)

El cobre (Cu) se encuentra en las rocas, la tierra, el agua y el aire. El cobre es un nutriente fundamental para los seres humanos y está en muchos alimentos. También es fundamental para los animales y las plantas. Se puede encontrar en materiales y productos como cableado, plomería, pesticidas, utensilios de cocina, ollas, sartenes y suplementos alimenticios, entre otros.³²

El cobre se libera desde fuentes naturales, como el polvo llevado por el viento, la vegetación en descomposición, y las actividades humanas como el manejo municipal de desechos sólidos y la quema de combustible fósil. En el aire, el cobre generalmente se adhiere a las partículas (materia particulada) y puede alejarse bastante de su fuente. En el agua, el cobre generalmente se adherirá a la tierra si es posible, o se disolverá. El cobre se adhiere a la tierra, donde las plantas lo pueden absorber. El cobre no se degrada en el medioambiente.³³

Las personas ingieren cobre al consumir agua potable y alimentos, y al inhalar el cobre en el aire. El agua potable puede contener niveles altos de cobre si su casa tiene tuberías de cobre y agua ácida. Esto es más probable que suceda en los edificios o las casas nuevos o que fueron renovados recientemente con plomería de cobre. La tierra cerca de las minas, las instalaciones de procesamiento o los sitios de vertedero de desechos podrían tener mucho cobre.³⁴

Es fundamental que las personas ingieran pequeñas cantidades de cobre todos los días en el agua y los alimentos. Ingerir demasiado cobre o no ingerir lo suficiente puede causar enfermedades. Ingerir una gran cantidad de cobre, generalmente en el agua potable, puede causar vómitos, náuseas, dolor abdominal o diarrea. Ingerir cantidades de cobre mayores de las recomendadas todos los días con el paso del tiempo, como en el agua, puede causar una enfermedad grave, como daño en los riñones o el hígado. Inhalar polvos, aerosoles o cristales de cobre puede irritar la nariz y la garganta, y causar mareos y dolores de cabeza. Las personas que han ingerido estas sustancias se han enfermado gravemente o han muerto.³⁵

32 Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2022. ToxFAQs™ – Cobre (Copper). Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.html

33 Idem.

34 Idem.

35 Idem.

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ³⁶, los valores de cobre para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **2 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **2 mg/L**.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).



Hierro (Fe)

El hierro en la naturaleza se encuentra principalmente como sulfuros (FeS₂, pirita), las principales fuentes de contaminación con este metal son derivadas de las operaciones minero-metalúrgicas. El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina, una proteína que suministra oxígeno a los músculos.³⁷

Las cantidades grandes de hierro pueden tener también efectos más graves, como inflamación de las paredes del estómago y úlceras. Las dosis altas de hierro también reducen la absorción del zinc. Asimismo, las dosis extremadamente elevadas de hierro (cientos o miles de mg) pueden causar insuficiencia de los órganos, estado de coma, convulsiones y hasta la muerte.³⁸

³⁶ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

³⁷ Hierro. National Institute of Health (2022). Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspañol/>

³⁸ Idem.

En el Perú los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ³⁹, los valores de hierro para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.3 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **1 mg/L**.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).



Manganeso (Mn)

El manganeso es un metal que se encuentra en forma natural en diversos tipos de rocas. El manganeso puro es de color plateado, pero no se encuentra en esta forma en la naturaleza. Se combina con otras sustancias tales como oxígeno, azufre o cloro. El manganeso ocurre naturalmente en la mayoría de los alimentos y además se puede agregar a algunos alimentos. El manganeso se usa principalmente en la producción de acero para mejorar su dureza, rigidez y solidez. ⁴⁰

El manganeso no puede ser degradado en el ambiente. Solamente puede cambiar de forma o adherirse o separarse de partículas. En el agua, tiende a adherirse a partículas o a depositarse en el sedimento. La forma química del manganeso y el tipo de suelo determinan la rapidez con que se moviliza a través del suelo y la cantidad que es retenida en el suelo. ⁴¹

³⁹ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

⁴⁰ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2012. Reseña Toxicológica del Manganeso (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts151.html

⁴¹ Idem.

El manganeso es un elemento nutritivo esencial y es importante ingerir una pequeña cantidad diariamente para mantener buena salud. El efecto más común que se observa en trabajadores expuestos a niveles altos de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación. Cuando esta combinación de síntomas se torna grave, se le refiere como “manganismo”. En trabajadores expuestos a concentraciones más bajas de manganeso también se han observado otras alteraciones no tan graves del sistema nervioso, tales como lentitud de los movimientos de las manos. La exposición a niveles altos de manganeso en el aire puede producir irritación de los pulmones y efectos sobre la reproducción. La exposición oral de animales a cantidades altas de manganeso ha producido efectos sobre el sistema nervioso y reproductivo.⁴²

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ⁴³, los valores de manganeso para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.4 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **0.4 mg/L**.

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).

42 Idem.

43 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>



Plomo (Pb)

El plomo es un metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Se puede encontrar en todas partes de nuestro medioambiente, como el aire, el agua y la tierra. El plomo se puede combinar con otras sustancias químicas para crear distintos compuestos. Se usa en la fabricación de pilas, municiones y productos de metal (soldaduras y tuberías). Debido a preocupaciones de salud, se ha reducido radicalmente el uso de plomo en pinturas, cerámicas, calafateo (caulking) y soldadura de tuberías.⁴⁴

El plomo es un elemento que no se degrada. Cuando el plomo se libera al aire, puede desplazarse largas distancias antes de caer a la tierra y depositarse en ella. Cuando ya está en la tierra, el plomo puede, a menudo, adherirse a partículas de tierra. El plomo en la tierra puede llegar al agua subterránea, pero la cantidad de plomo que pasa al agua subterránea depende del compuesto de plomo y del tipo de tierra o suelo.⁴⁵

Los efectos del plomo son los mismos, sea que entre al cuerpo a través de la inhalación o de la ingestión. El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. El sistema nervioso es el más afectado por la intoxicación por plomo en los niños y los adultos. La exposición a largo plazo puede resultar en una disminución de la capacidad de aprendizaje, memoria y atención, y debilidad en los dedos de las manos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo puede causar anemia (bajo nivel de hierro en la sangre) y daños a los riñones. También puede causar aumento de la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y mayores. La exposición a niveles altos de plomo puede provocar graves daños en el cerebro y los riñones, y puede causar la muerte. En las mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede causar un aborto espontáneo. En los hombres, puede provocar daños a los órganos reproductores.⁴⁶

⁴⁴ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2020. ToxFAQs™ - Plomo (Lead). Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.html

⁴⁵ Idem.

⁴⁶ Idem.

Los niños son más vulnerables a la intoxicación por plomo que los adultos porque su sistema nervioso todavía está desarrollándose. Los niños pueden estar expuestos al plomo en su medioambiente y, antes de nacer, en el cuerpo de su madre. A niveles más bajos de exposición, el plomo puede disminuir el desarrollo mental, especialmente el aprendizaje, la inteligencia y el comportamiento. También puede disminuir el crecimiento físico. Un niño que traga grandes cantidades de plomo puede presentar anemia, dolores de estómago intensos, debilidad muscular y daño cerebral. La exposición al plomo durante el embarazo también puede resultar en nacimientos prematuros.⁴⁷

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ⁴⁸, los valores de plomo para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **0.01 mg/L.** Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **0.05 mg/L.**

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).



47 Idem.

48 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>



Zinc (Zn)

El zinc es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre. El zinc se encuentra en el aire, el suelo y el agua, así también en todos los alimentos. En su forma pura elemental (o metálica), el zinc es un metal brillante de color blanco-azulado. Un uso común es para revestir hierro y otros metales con el objeto de prevenir el enmohecimiento y la corrosión; este proceso se conoce como galvanización. El zinc entra al aire, el agua y el suelo como resultado tanto de procesos naturales como actividades humanas. La mayor parte del zinc que entra al ambiente es el resultado de la minería, la refinación de minerales de zinc, plomo y cadmio, la producción de acero, la incineración de carbón y de desperdicios.⁴⁹

La ingestión de demasiado zinc a través de los alimentos, el agua o suplementos dietéticos también puede afectar la salud. Los niveles de zinc que producen efectos adversos son mucho más altos que la ingesta diaria de zinc que se recomienda (RDA) de 11 mg/día para hombres y 8 mg/día para mujeres. La ingestión de dosis muy altas de zinc (10 a 15 veces más altas que la RDA), aun durante un período breve, puede producir calambres estomacales, náusea y vómitos. La ingestión de niveles altos de zinc durante varios meses puede producir anemia, daño del páncreas y disminución del tipo de colesterol beneficioso (HDL) en la sangre. La EPA ha determinado que debido a falta de información, el zinc no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.⁵⁰

En el Perú los Estandáres de Calidad Ambiental (ECA) a la actualidad están reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM ⁵¹, los valores de zinc para la **categoría 1, A1:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección es de **3 mg/L**. Y para la **categoría 1, A2:** Poblacional y recreacional; aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es de **5 mg/L**.

49 Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2005. Reseña Toxicológica del Zinc (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs60.html

50 Idem.

51 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Si el valor se encuentra fuera del rango **A1** indicaría que el agua tiene niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Si el valor se encuentra fuera del rango **A2** indica que el agua tiene presencia de contaminantes que podrían reducirse con tratamiento convencional antes de ser utilizada para actividades recreativas (nadar, deportes acuáticos, pescar, pasear en bote, entre otras que las personas puedan hacer para divertirse, relajarse o disfrutar en su tiempo libre).



Mercurio (Hg)

El mercurio es un líquido plateado a temperatura ambiente que también puede evaporarse al aire como un gas o tornarse sólido a temperaturas muy bajas. El mercurio y los compuestos de mercurio son inodoros. Se usa principalmente en la fabricación de electrónicos, la iluminación fluorescente y la producción de soda cáustica con cloro. También se usa en productos dentales (empastes), aunque los usos odontológicos se están eliminando gradualmente. Otros usos históricos del mercurio (baterías, termómetros y otros dispositivos científicos y médicos, interruptores electrónicos y aplicaciones de iluminación, pinturas y pigmentos, fungicidas y pesticidas) se han eliminado o reducido significativamente.⁵²

Debido a que el mercurio es un elemento de origen natural, se puede encontrar en el aire, el agua o la tierra. El mercurio no se degrada en el medioambiente. En el aire, el mercurio puede alejarse bastante de donde se liberó. Pocas veces aparece como un líquido plateado en el medioambiente. El mercurio que se encuentra en el agua puede evaporarse al aire.⁵³

⁵² Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2022. Reseña Toxicológica del Mercurio (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts46.pdf

⁵³ Idem.

Todas las formas del mercurio pueden afectar el sistema nervioso y los riñones. Los trabajadores expuestos a vapor de mercurio elemental y las personas que consumen alimentos con niveles altos de metilmercurio presentaron temblores, descoordinación, problemas de la visión, problemas de aprendizaje y de la memoria, y cambios en el estado de ánimo. Algunos niños nacidos en comunidades que consumieron alimentos con niveles altos de mercurio orgánico presentaron problemas de aprendizaje, de movimiento y sensoriales.⁵⁴

Debido a la alta toxicidad de este metal para los ecosistemas y la vida humana, se firmó el primer acuerdo ambiental mundial conocido como el Convenio de Minamata, negociado en el siglo XXI. A través del cual la comunidad mundial recuerda las muchas vidas que se han perdido a consecuencia de intoxicaciones por mercurio y se compromete a evitar catástrofes similares. Se trata del primer acuerdo ambiental de alcance mundial que aborda uno de los mayores peligros para la salud humana y el medio ambiente, procedente de las emisiones antropógenas y de la liberación de mercurio y compuestos de mercurio.⁵⁵



54 Idem.

55 Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Disponible en: https://minamataconvention.org/sites/default/files/documents/information_document/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf

Análisis de riesgos e impactos ambientales de la actividad minera en la cuenca alta del Río Rímac

PLATAFORMA POR LA DEFENSA Y PROMOCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO RÍMAC



Ceas
COMISION EPISCOPAL DE ACCION SOCIAL

