

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Reducción de manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de
mina de la Unidad Minera Huaron – 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor: Bach. Nataly Katherin MATEO CRUZ

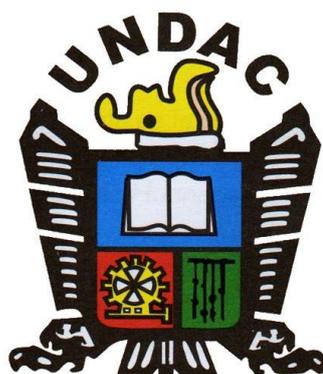
Asesor: Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Reducción de manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de
mina de la Unidad Minera Huaron – 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN

PRESIDENTE

MIEMBRO

Mg. Edgar PEREZ JUZCAMAYTA

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el buen camino y poder elegir lo mejor para mi vida futura. A mi adorada madre Eglá Cuz de la Torre Q.E.P.D. por su apoyo incondicional que me dio en todo momento estando en vida. A mis hermanos quienes con sus palabras de aliento me motivaron a salir adelante. A mi esposo e hijo Uriel por ser ahora parte de mi vida y ser mi motivo de seguir saliendo adelante a pesar de cada adversidad que se nos presenta.

AGRADECIMIENTO

Al Gerente de Operaciones de la Unidad Huaron por permitirme realizar mi proyecto de investigación. Al Ing. Jimmy Antúnez Armijo Superintendente de Gestión Ambiental por apoyarme como asesor externo. A la mujer más importante de mi vida que es mi madre Q.E.P.D. y a mis hermanos que siempre confiaron en que lograría todo lo que me propongo. A Dios por toda la inteligencia que me dio, a mi esposo José e hijo Uriel quienes son los motivos por el cual sigo cumpliendo mis metas.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la reducción de manganeso presente en el agua de mina de la unidad minera Huaron, mediante la dosificación de lechada de cal en la Planta de Tratamiento de Aguas de mina – PTAM, para cumplimiento al Plan Integral para la Adecuación e Implementación a los Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas y a los Estándares de Calidad Ambiental, en cumplimiento de los dispositivos y normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas.

En tal sentido se evaluaron los siguientes objetivos “evaluar qué la reducción de manganeso se logre mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019”, “determinar el pH apropiado para la reducción de manganeso en el agua de mina” y “determinar el impacto de la prueba sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José)”. **Métodos:** analítico - inductivo de **Tipo:** experimental cuantitativo y **Diseño:** experimental basado en el Plan de trabajo a nivel piloto que se elaboró en la unidad, el método aplicado de acuerdo al tratamiento del agua de mina fue la reducción de Mn mediante la alcalinización con lechada de cal. **Resultados:** nos demuestra que se logró la reducción de manganeso dando como resultado la concentración de manganeso promedio en el agua sin tratar de 46.07 ppm y en el agua tratada 0.098 ppm. **Conclusión:** la dosificación de lechada de cal tiene efectos positivos en la reducción de manganeso en el agua de mina de la unidad Huarón 2019; el cual fue de un 99.76% promedio, concentración de Mn = 0.098 ppm promedio, pH de 10.5 a más que es el óptimo y un caudal de dosificación de lechada de cal de 3.3 l/seg (que equivale a 165 g/seg de cal).

Palabra clave: Reducción de manganeso, lechada de cal, agua de mina y pH.

ABSTRACT

In the present research work, the reduction of manganese present in the mine water of the Huarón mining unit was evaluated, through the dosage of lime milk in the Mine Water Treatment Plant - PTAM, for compliance with the Comprehensive Plan for the Adaptation and Implementation of the Maximum Permissible Limits for the Discharge of Liquid Effluents from Mining-Metallurgical Activities and the Environmental Quality Standards, in compliance with the devices and regulations issued by the Ministry of Energy and Mines.

In this sense, the following objectives were evaluated "to evaluate that the reduction of manganese is achieved by dosing lime milk in the mine water of the Huarón Mining Unit - 2019", "to determine the appropriate pH for the reduction of manganese in the mine water" and "determine the impact of the test on the concentration of manganese in the receiving body (San José River)". **Methods:** analytical - inductive **Type:** experimental quantitative and **Design:** experimental based on the Work Plan at the pilot level that was developed in the unit, the method applied according to the treatment of mine water was the reduction of Mn through alkalization with whitewash. **Results:** it shows us that the manganese reduction was achieved, resulting in the average manganese concentration in the untreated water of 46.07 ppm and in the treated water 0.098 ppm. **Conclusion:** the dosage of milk of lime has positive effects on the reduction of manganese in the mine water of the Huarón 2019 unit; which was 99.76% average, Mn concentration = 0.098 ppm average, pH from 10.5 to more than is optimal and a lime milk dosage flow rate of 3.3 l/sec (equivalent to 165 g/sec of lime).

Key word: Manganese reduction, milk of lime, mine water and pH.

INTRODUCCIÓN

Perú país de antigua tradición minera con empresas líderes internacionales. La cordillera de los Andes es un enorme potencial geológico y principal fuente de recursos minerales. (MEM, s. f.)

Sin embargo, las industrias mineras generan impactos positivos y negativos, entre ellos está la alteración de componentes ambientales considerando como un principal problema la generación de aguas residuales industriales y también domésticas las cuales deben ser tratadas para ser descargadas al cuerpo receptor.

La Unidad Minera Huarón es una mina subterránea polimetálica de plata, zinc, cobre y plomo que viene operando desde hace más de 100 años en el Distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco, actualmente cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas de Mina el cual viene cumpliendo con los Límites máximos Permisibles – LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas D.S. N° 010-2010-MINAM, en cumplimiento a los dispositivos y normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas donde solicita elaborar el Plan Integral para la Adecuación e Implementación a los Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas y a los Estándares de Calidad Ambiental, se realizó el proyecto de investigación que contiene cuatro capítulos:

Capítulo I.- Problema de Investigación, identifica y determina el problema, delimita la investigación, formula el problema, objetivos y justifica la investigación.

Capítulo II.- Marco Teórico, describe los antecedentes de estudio, las bases teóricas – científicas, define los términos básicos, formula la hipótesis, identifica las variables y finalmente la definición operacional de variables e indicadores.

Capítulo III.- Metodología y Técnicas de Investigación, presenta el tipo, método y diseño de investigación, determina la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, de procesamiento de datos y de orientación ética.

Capítulo IV.- Resultados y Discusión, Se describe el trabajo de campo, el análisis e interpretación de resultados, se logra contrastar las hipótesis que se relacionan al trabajo de campo y la discusión de resultados.

Y, para terminar, se declaran las conclusiones y recomendaciones, asimismo, las referencias bibliográficas y anexos.

La Autora.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Identificación y determinación del problema	1
1.2 Delimitación de la investigación	9
1.3 Formulación del problema	10
1.3.1 Problema general	10
1.3.2 Problemas específicos	10
1.4 Formulación de objetivos	10
1.4.1 Objetivo general	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Justificación de la investigación	11
1.6 Limitaciones de la investigación	11
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes de estudio	12
2.2 Bases teóricas – científicas	19
2.3 Definición de términos básicos	25

2.4	Formulación de hipótesis	28
2.4.1	Hipótesis general	28
2.4.2	Hipótesis específica	28
2.5	Identificación de variables	29
2.5.1	Variable Independiente	29
2.5.2	Variable Dependiente	29
2.6	Definición operacional de variables e indicadores	29
CAPÍTULO III		30
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		30
3.1	Tipo de investigación	30
3.2	Métodos de investigación	30
3.3	Diseño de investigación	30
3.4	Población y muestra	36
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.6	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación 41	
3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.8	Tratamiento estadístico	41
3.9	Orientación ética filosófica y epistémica	42
CAPÍTULO IV		43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
4.1	Descripción de trabajo de campo	43

4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados	53
4.3	Prueba de hipótesis	62
4.4	Discusión de resultados	63

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	20
Tabla 2	24
Tabla 3	29
Tabla 4	37
Tabla 5	53
Tabla 6	54
Tabla 7	57
Tabla 8	60
Tabla 9	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	5
Figura 2	6
Figura 3	7
Figura 4	7
Figura 5	8
Figura 6	23

Figura 7	31
Figura 8	31
Figura 9	32
Figura 10	33
Figura 11	34
Figura 12	35
Figura 13	35
Figura 14	36
Figura 15	36
Figura 16	37
Figura 17	36
Figura 18	37
Figura 19	38
Figura 20	38
Figura 21	39
Figura 22	39
Figura 23	40
Figura 24	40
Figura 25	43
Figura 26	45
Figura 27	45
Figura 28	45
Figura 29	46
Figura 30	46
Figura 31	48
Figura 32	49

Figura 33	51
Figura 34	51
Figura 35	52
Figura 36	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	58
Gráfico 2	59
Gráfico 3	59
Gráfico 4	60
Gráfico 5	61
Gráfico 6	61

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

En el mundo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente nos dice que, en países que tienen rápido crecimiento industrial, como aquellas que inician en la minería, e incluso aquellos de fabricación o reciclaje de materiales, preocupan de forma alarmante a los ciudadanos a nivel mundial. El año 2009, generó una alarmante preocupación debido a la presencia de metales alrededor de instalaciones mineras e industriales. Este caso no es excepcional de países industrializados, pero sirven de guía como áreas contaminadas por estos metales. Día a día son demostrados que metales como el Pb, Zn, Cd, entre otros más tienden a amenazar a la salud humana, especialmente en áreas mineras. Por ejemplo, la mina estatal Dabaoshan, que inició operaciones en 1958, fue duramente criticada en 2009. Esta mina tiende a verter enormes cantidades de agua ácida que contienen metales tales como Cd, lo que ocasionó la decadencia de la vida acuática presente en el río Hengshihe. Además, fue reportada la presencia de As, y

Zn, y que sus pobladores beben y usan esta agua para regar sus cultivos de arroz.
(PNUMA, 2010)

Asimismo, otro aspecto que se toma en cuenta, es que los daños ambientales son más notorios en áreas donde existe actividad minera (por medio de la descarga o vertimiento industrial sobre cursos/cuerpos de agua). Asimismo, posiblemente se logre hacer daños ambientales imputables basada a sus actividades de beneficio localizadas en áreas lejanas de éstas, debido a que estas puedan ser originadas en áreas diferentes a los del beneficio, o también podría decirse porque los residuos muchas veces se trasladan a lugares alejados (podría ser a países vecinos) por efecto del viento o cauces naturales, o talvez porque estos podrías trasladarse a propósito. Se sabe que este inconveniente no fue analizado por la Historia Ambiental latinoamericana de forma sistemática, se sabe de numerosos casos que mostraron información sobre ello. Como evidenciado en regiones donde fueron empleados técnicas pirometalúrgicas para beneficiar por siglos las colonias, y que, durante el siglo XIX, fueron arrasados intensas áreas boscosas. (Folchi, 2005)

También, se presenta el escenario que vivieron las diversas mineras subterráneas chilenas, y de los problemas provocadas por medio de las aguas ácidas que contaminaron. Entre las áreas más degradadas por el drenaje ácido se encuentran los suelos, y aguas ambos subterráneas y superficiales. Asimismo, estos producen modificaciones en el potencial de hidrogeno (pH), su representación ácida de estas aguas hace que esta posea más alta capacidad para disolver metales como son: Fe, Mn, As, Cu, Zn, Ni, etc.). Como respuesta se podría obtener una degradación significativa del ecosistema o desde otra perspectiva imposibilitar usar el agua para

suministrarla para consumo, no solo industrial si no también urbano, como consecuencia de su característica corrosiva que actúa sobre los metales y hormigón. (Parada et al., 2018)

En el Perú, con frecuencia se encuentra que los efluentes tratados después de la operación minera no cumplan con los LMP aplicados a industrias mineras. Esto debido que para remover estos metales como el Mn necesitan ciertas condiciones. Para dar solución a este inconveniente, fueron llevadas a cabo pruebas de reevaluación del sistema que fue dada fundamentalmente en el proceso de neutralización. Todo ello, con el intuito de encontrar el proceso óptimo para tratar aguas ácidas buscando siempre que esta agua tratada contemple los LMP y ECA relacionada a aguas. El Mn es uno de los elementos que muestran mayor dificultad a ser removido dentro los drenajes de mina. (Loza & Aduvire, 2018)

La problemática de salud de Cerro de Pasco, previo al año 1996 no era totalmente entendida. Esto porque pobladores de diversos lugares como el centro poblado de Paragsha, Barrio Miraflores, y José Carlos Mariátegui presentaban diversos males, y cuando se intentó relacionar estos males a la minería, los representantes de la minera Centromin Perú, aducían que estos males eran falacias inventadas y que no existían pruebas científicas que demuestren dicha afectación, a pesar de que enormes cantidades de aguas acidas y de relaves mineros alcanzaban cuerpos de agua de los centros poblado. Además, que el área del ambiente urbano fue rodeada por toneladas de stock piles, los cuales afectaron el ambiente paisajístico y de la salud pública. Así, el Lic. Flavio Bianchini, quien llevo a cabo un estudio el 2009, de forma coordinada con el Centro Labor (previa autorización del MINSA). Tal

investigación demostró que de 41 muestras analizadas de sangre en pobladores del Centro Poblado de Paragsha, 8 de 9 metales evaluados estaban alojados dentro del organismo de los ciudadanos (Al, Se, Mn, As, Cr, y Ni) para ambos niños y adultos, cuyas concentraciones excedían basado a los límites establecidos por la OMS. Los resultados encontrados fueron mostrados en el libro “Evaluación de la calidad de los recursos hídricos de la provincia de Pasco y de la salud en el centro poblado de Paragsha” (Bianchini & Grassi, 2018)(Bianchini & Grassi, 2018)

En el Distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco se ubica la Unidad Huaron, siendo un yacimiento polimetálico de explotación subterránea. Actualmente este posee una planta de tratamiento de aguas de mina (PTAM) que se encuentra operando las 24 horas diarias y tiene los siguientes procesos:

Área de preparación y dosificación de lechada de cal más hipoclorito de calcio,
Cuenta con un tanque de preparación de 10 m³ donde se adiciona aproximadamente de 350 a 400 Kg de óxido de calcio (CaO) por cada preparada obteniendo una concentración de 3.5 a 4.0 %, el cual mantendrá al agua a tratar en un pH de 8.5 ± 0.2 , así lograr alcanzar que los metales presentes estén a niveles por debajo del LMP vigente. Asimismo, se cuenta con una caja de paso donde se adiciona hipoclorito de calcio 7.5 Kg cada seis hora, el mismo por donde se traslada la lechada de cal hacia el tanque de dosificación de 20m³ que es bombeado a 160 metros en interior mina del Túnel Paul Nevejeans, todo esto es para tratar un aproximado de 650 a 800 l/seg de agua, con una inyección de lechada de cal de 0.45 – 0.50 l/seg. El objetivo de adicionar la lechada de cal sobre el efluente, es

que el pH se incremente y de esta manera empiece a precipitarse los lodos de Fe (OH)₃ y también elementos como el Cu, Pb, y Zn.

Figura 1

Área de preparación de lechada de cal e hipoclorito de calcio



Fuente: Propia

Área de preparación y dosificación de floculante. Posee un tanque de preparación de 2.65 m³ donde se adiciona 5 kg de floculante granulado (MT – 6506) a una concentración del 0.22 % el cual es trasvasado por gravedad al tanque de maceración de 3.85 m³ y finalmente hacia el tanque de dosificación de 6 m³, desde ahí se dosifica un aproximado de 90 – 100 ml/s mediante bombas hacia el canal los cuales cuentan con cubos de concreto que se encuentran dispersados, de

tal forma que produzcan turbulencia cuando ingresen a las pozas de sedimentación, permitiendo así una mejor oxigenación y actividad del floculante presente en esta mezcla, ya que consigue agrupar los sólidos en suspensión para después ser sedimentados dentro las pozas de tratamiento.

Figura 2

Área de preparación de floculante



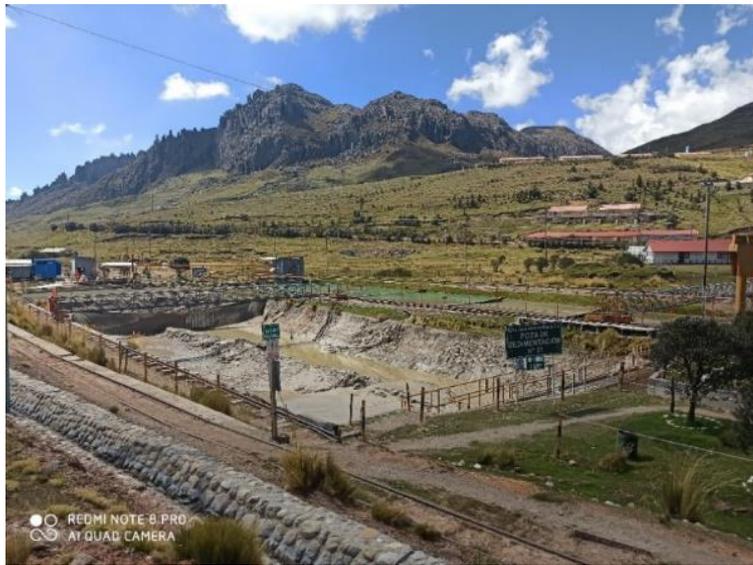
Fuente: Propia

Poza de sedimentación y clarificación. Este tiene 2 pozas, cuya función dentro del proceso es separar a los sólidos del agua, y que estos después sean sedimentados. Esto es consecuencia de mezclar la lechada de cal, el floculante y el hipoclorito de calcio con el agua de mina, consiguiendo aglomerar los sólidos suspendidos que después de un tiempo se sedimentan en la poza que está

funcionando. Dentro de estas pozas son colocadas geotextiles que evitan que los sólidos y flóculos finos sean arrastrados, de manera a que pueda continuar su proceso de tratamiento. También se reduce la velocidad de flujo de agua que logra ingresar en las pozas, las cuales muestran un tiempo de retención de 35 min, quienes trabajan alternadamente y se cambia cada 12 o 14 días aproximadamente.

Figura 3

Pozas de sedimentación y clarificación



Fuente: Propia

Limpieza de los lodos. Los lodos son extraídos mediante bombas verticales y sumergibles los cuales bombean hacia el camión cisterna y son trasladados hacia la relavera N° 5 un aproximado de 310 a 340 TMH/día y de esta manera queda nuevamente habilitados para seguir con el proceso de tratamiento.

Figura 4

Pozas de sedimentación y clarificación en limpieza

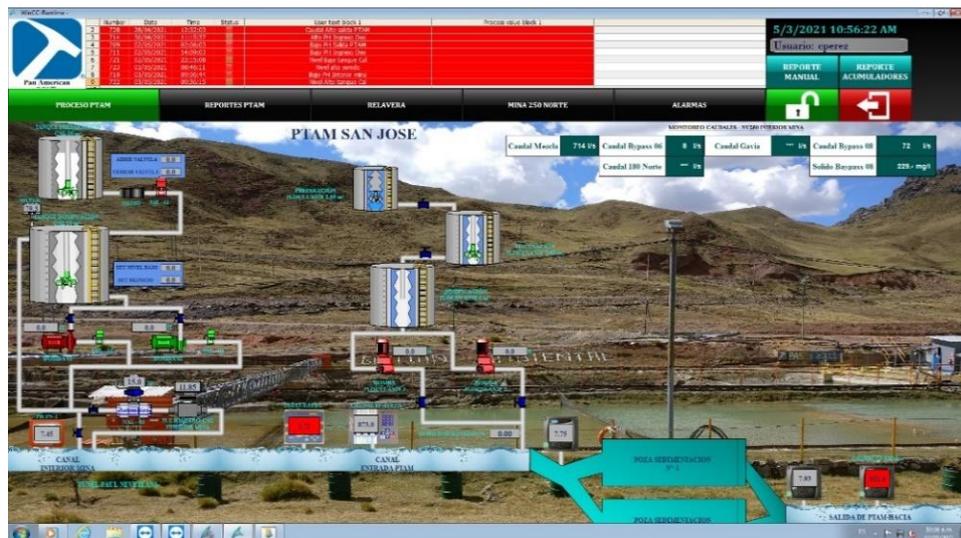


Fuente: Propia

El agua tratada se descarga al cuerpo receptor que es el río San José, que cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de actividad minero metalúrgicas D.S N° 010-2010-MINAM. Finalmente, todo el proceso está conectado en un sistema scada el cual permite realizar un control eficiente del tratamiento.

Figura 5

Pantalla del sistema SCADA



Fuente: Propia

En cumplimiento a los dispositivos y normas dadas por el Ministerio de Energía y Minas establece elaborar el Plan Integral que servirá para establecer los mecanismos que le permitan a la Unidad Minera Huaron, adecuar e implementar los LMP para la descarga de efluentes líquidos provenientes de actividades minero metalúrgicos D.S. N° 010-2010-MINAM y ECA para agua aprobado mediante D.S. N° 004-2017-MINAM. En este caso el parámetro de manganeso sobrepasa el ECA vigente sobre el cuerpo receptor – Río San José.

Los efectos del Mn sobre el medio ambiente (agente tóxico que daña organismos acuáticos, reduce los azúcares, proteínas y clorofila) y basada a la salud, este podría generar efectos neurológicos, defectos en los recién nacidos, irritación sobre la piel, impotencia, anemia, insomnio, dolor de cabeza, además podría generar el Parkinson, bronquitis y embolia sobre los pulmones (Bianchini & Grassi, 2018)

Por ello, la presente investigación pretende reducir el manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina, a través del incremento de pH y así lograr reducir el aporte de concentración de manganeso hacia el río San José.

1.2 Delimitación de la investigación

Delimitación del estudio.

Este trabajo fue realizado usando el agua de mina de la Unidad Minera Huaron, localizada en el distrito de Huayllay, Provincia/Departamento de Pasco”.

Delimitación del Tiempo:

“La citada investigación se llevó a efecto en el mes de diciembre de 2019”.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿En qué medida se reducirá el manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019?

1.3.2 Problemas específicos

¿Cuál será el pH apropiado para la reducción de manganeso en el agua de mina?

¿Cuál será el impacto de la prueba sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José)?

1.4 Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar qué la reducción de manganeso se logre mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar el pH apropiado para la reducción de manganeso en el agua de mina.

Determinar el impacto de la prueba sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José).

1.5 Justificación de la investigación

La presente investigación se desarrolla con el fin de mejorar el tratamiento del agua de mina, logrando que se siga cumpliendo LMP en función al D.S. N° 010-2010-MINAM y también se reducirá el aporte de la concentración de Mn hacia el río San José, el que ya se encuentra superando los ECA correspondientes. Dicho efluente será controlado mediante la estación de monitoreo EF-03. Todo esto enmarca al “Plan Integral para la Adecuación e Implementación a los Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas y a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua”, tomado como referencia los dispositivos legales vigentes.

El aporte principal será evidenciar que el incremento de pH con lechada de cal, reducirá el Mn que se encuentra en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron, determinando cual será el pH adecuado y el impacto que causará sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor.

Los beneficios que proporcionará esta investigación será el cumplimiento a los dispositivos y normas dadas por el Ministerio de Energía y Minas, que dictamina elaborar el Plan Integral para la adecuación e implementación de los LMP y ECA agua vigente.

1.6 Limitaciones de la investigación

El proyecto de investigación no posee suficiente sustento documental y teórico a nivel mundial y continental, por lo tanto, gran parte de la información habla de todos los metales pesados presentes en el agua (no especifica el parámetro manganeso).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Antecedentes Nacionales

En la tesis cuyo título es: “Efecto de la dosificación de lechada de cal en la remoción del manganeso del agua de mina de la UM Huaron 2018”, tuvieron como objetivo ver el efecto de la dosificación de la lechada de cal para remover el Mn. Establecer la concentración del Mn y pH antes y después de la dosificación de lechada de cal. Además, fue determinado la relación existente entre el nivel de acidez o pH con lo removido de Mn presente en el agua de mina. La metodología aplicada para remover el Mn fue a través de la precipitación química, para lo cual se empleó la lechada de cal. Previo a ello, el efluente minero fue caracterizado. Los experimentos se realizaron por medio de la prueba de jarras, cuyas muestras fueron analizadas en el laboratorio Bureau Veritas del Perú S.A. Los resultados mostraron remoción del Mn, el cual se redujo de 19.4748 mg/L (agua de mina sin tratar) a

0.0833 mg/L (efluente tratado). Así se concluyó que la dosificación de lechada de cal tuvo efectos positivos y logro remover Mn de agua de mina el 2018 de la UM Huarón. Esta remoción alcanzo los 99.57% de Mn, a un pH de 10.5 y 3.2 mL de dosis de lechada de cal (equivale a 107.84 mg/L de cal). Además, se pudo observar que el pH está directamente relacionado para eficientemente remover el Mn y/o otros metales pesados. (de la Cruz Lima, 2019).

En el trabajo de tesis con nombre: “Remoción del Manganeso con el Método de Reducción-Alcalinización en las aguas contaminadas por los procesos mineros en la Provincia de Huaral 2017”, se plantearon como objetivo remover el Mn contenido en agua de mina a través del método reducción- alcalinización. Aquí se buscó encontrar una cantidad correcta de los reactivos usados a través de la prueba de jarras. Previo a ello, las muestras del efluente sin tratamiento fueron caracterizadas. Se alcanzo una remoción optima de reducción comparando el efluente sin tratar quien reporto 3.063 mg/L de Mn y cuando fue tratado este presento un valor de 0.0159 mg/L Mn. Se encontró un valor de Ro positivo cuyo valor fue 0.894, se concluye con una reducción de Mn a través del método reducción-alcalinización de 99.47% cuyo valore reportado también estaba por debajo de los estándares normalizados para la calidad del agua de la provincia de Huaral 2017. Esta reducción fue encontrada trabajando a un pH=12, y aplicando una disolución de 6 mL de cal (Echegaray Contreras, 2018)

En el trabajo de tesis de título: “Remoción del manganeso del efluente minero metalúrgica utilizando en el proceso de oxidación con hipoclorito de calcio en una planta de tratamiento de agua ácidas-ubicada en la región Huancavelica”, se propuso remover el Mn contenido en los efluentes mineros, por medio de

hipoclorito de Ca. Para esto fue implementado una PTAA en la región de Huancavelica. Primero fue localizado un punto para tomar muestras provenientes del efluente antes de ser tratada, siendo determinada sus parámetros en función a la normativa ambiental. Después, las muestras fueron tratadas con diversas dosis de hipoclorito de Ca, buscando remover el Mn y otros metales contenidos usando la prueba jar-test, el cual fue aplicado después sobre la PTAA. Resultados encontrados previo al tratamiento del efluente reporto 129.1 mg/L (Mn), y después de su tratamiento fue de 0.015 mg/L, mostrando un 99.9% de remoción, y también haciendo que esta concentración de Mn estaban dentro de los LMP y categoría 3 de los ECA. Se concluye que se logró remover el Mn contenido en el efluente minero metalúrgico, por medio de la técnica oxidación con hipoclorito de Ca dentro de la PTAA implementada. Se recomienda para estudios similares, que para la remoción del manganeso (Mn) se requiere de un pH básico para generar su precipitación y posteriormente realizar la oxidación con hipoclorito de calcio, como se comprueba en la experiencia desarrollada y en los estudios similares revisados durante la investigación. (Ayzanoa Alca & Mendoza Tata, 2018)

En la investigación de título “Efecto de la dosificación de cal en la remoción de hierro y cobre del efluente de la empresa minera San Simón- La Libertad”, se propusieron como objetivo evaluar que efecto tenía la cal en la remoción del Fe y Cu del efluente minero de la empresa. El pH del efluente previo al tratamiento fue de 3.51, con concentraciones promedio de Fe y Cu de 61.935 y 19.415 ppm, respectivamente. En total fueron tomadas 3 muestras conteniendo 9 L cada una. Los experimentos fueron realizados en 3 tiempos diferentes (30, 60 y 90 minutos) y 3 concentraciones diferentes de CaO (40, 80, y 120 g/L). La espectrometría de

Absorción atómica fue usada para cuantificar las concentraciones de Fe y Cu. El pH fue medido a través de un pH-metro digital. Los parámetros óptimos revelaron una dosis optima de 80 g/L del efluente, tiempo de agitación de 90 min. Con estos datos las concentraciones reducidas lograron cumplir con la norma vigente actual basado al D.S. N° 010-2010-MINAM. Además, fue observado que el pH tuvo influencia sobre la remoción de estos metales, también fue notado que cuando se incrementa el pH y tiempo de agitación, la concentración de Fe y Cu disminuyeron (Barreto Baltazar, 2016)

En el trabajo de tesis titulado: “Tratamiento de aguas acidas de drenaje de mina con alto contenido de Al y Mn por tecnología de lodos de alta densidad (HDS)” tuvo como propósito determinar que tecnología es correcta para tratar aguas ácidas de drenaje que contengan metales, básicamente Al y Mn. Se busco que estos elementos cumplan con la norma actual ambiental peruana. Fue monitoreado la precipitación de Al basado al pH aplicando lechada de cal (10%), se encontró que a un pH de 6 a 9 el Al precipito, pero a pH mayores este tiende a re-disolverse debido a su comportamiento anfótero del Al. Se alcanzaron concentraciones de Al (0.05 ppm y 0.59 ppm) que están por debajo del LMP. Por otro lado, el Mn precipita basado al pH de 11, alcanzando un Mn disuelto de concentración 0.13 ppm, y que también estuvo por debajo del LMP (Acevedo Luyo, 2015)

Antecedentes Internacionales

En el trabajo de tesis titulado: “Estudio de la remoción de manganeso y hierro en el módulo II de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tixán”. Aquí se buscó encontrar una dosis eficiente de KMnO_4 que pueda aplicarse sobre el agua cruda

ingresante a la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tixán, visando remover el Fe y Mn, y otros metales que están contenidos en los depósitos de abastecimientos de agua. En total, 6 dosis de concentraciones de: 120, 240, 300, 400, 450 y 500 $\mu\text{g/l}$ KMnO_4 , fueron evaluadas. Resultados revelados indican que la dosis óptima para remover mayores cantidades de Mn y Fe fue el de 500 $\mu\text{g/l}$, logrando una remoción del 100%. Además, fue observado que la concentración encontrada de los metales no es afectada por el caudal del agua ingresante a la Planta. Así, se podría decir que una única dosis de KMnO_4 pueda actuar de manera independiente del caudal. Se logro así eliminar problemas ligados a la presencia del Fe y Mn en aguas de consumo humano (SÁNCHEZ MERCHÁN, 2020)

En el trabajo de tesis titulado: “Evaluación técnico-económica de la remoción de manganeso desde soluciones acuosas mediante el uso de procesos de adsorción”, tuvieron el objetivo de estudiar la factibilidad técnico-económica que encuentre la capacidad máxima para adsorber y a la vez ver su cinética de adsorción del Mn (II), disuelto en soluciones acuosas, en los cuales sean adheridos sustratos de bajo costo y que sean eficientes. Este trabajo reporto que la zeolita (0.247 mg/g) en conjunto con el fly ash (0.247 mg/g) y el hidróxido férrico (0.239 mg/g), lograron adsorber mayores concentraciones de Mn (II) (Matamoros Caruman, 2019)

En la revista internacional de contaminación ambiental titulado: “Remoción de hierro y manganeso de un efluente contaminado utilizando una resina quelante”, El objetivo de este estudio se centró en evaluar la capacidad de la resina quelante Dowex M- 4195, visando remover Fe y Mn, a partir de soluciones de dos fuentes: una proveniente de la infiltración de una presa de jales en desuso (J1) y agua

residual proveniente del proceso donde se recupera el Cu (M1). Se aplicó el modelo de Langmuir, el cual sirvió para determinar qué capacidad tiene la resina como adsorbente. El análisis de los resultados reveló capacidades de adsorción de 7.5 mg Fe/g y 4.0 mg Mn/g, aplicando esta resina quien alcanzo remociones de 70 y 25 %, respectivamente, cuando evaluado J1, aplicando 12 h como tiempo de contacto. Para la muestra M1 fue de 12.5 mg Fe/g y de 2.96 mg Mn/g, con remoción del 58 y 20% para cada metal, en un tiempo de contacto de 5 h. Los resultados a través de la espectroscopía de infrarrojo de transformada de Fourier (FTIR) muestran las modificaciones en los enlaces del grupo funcional de la resina debido a la adsorción de los metales. Estos resultados obtenidos sugieren que si se usa la resina quelante Dowex M-4195, este podría actuar como una alternativa confiable en relación a los tratamientos convencionales, que recuperen o remuevan metales presentes en soluciones acuosas (Martínez Meza et al., 2016)

Un artículo publicado en la revista CENIC de título: “Un estudio de la remoción de manganeso (II) a partir de sistemas acuosos usando cápsulas de moringa oleífera como bioadsorbente” se propuso llevar a cabo la caracterizar químicamente las vainas de Moringa oleífera (provenientes de Venezuela), y después de ello, aplicarlo como bioadsorbente para remover Mn (II) de soluciones acuosas. Estas vainas fueron secadas, pulverizadas, y caracterizadas por FTIR, microscopía electrónica de barrido (SEM), y por el punto de carga cero (pHPZC). El material fue previamente trabajado con agua destilada y 0.1 Mol/L NaOH. La caracterización revelo que este material contenía grupos funcionales y un perfil morfológico correcto para poder retener metales. Se analizo a un punto de carga 6, con un tiempo de 5 a 90 min para el contacto de eliminación del Mn (II). La dosis

aplicada de biomasa fue de 0.25 g, con pH igual a 7, volumen de 25 mL, y concentración de Mn (II) de 4.0 mg/L. El contenido del metal presente en agua residual fue cuantificado por medio de AAS. La optima remoción de Mn (II) entre 79 a 98% se logró observar en solo 5 min. Las modificaciones morfológicas notas por el SEM y FTIR muestran que ocurre la bioadsorption. Basado en los encuentros se puede deducir que la moringa tiene características potenciales de actuar como removedor del Mn (II), el cual es de bajo costo y amigable con el medio ambiente (Mirla Rodríguez, Saúl Flores, Maiella Rangel, Liz Cubillán*, 2015)

En la revista brasileña de ingeniería química titulada: “Adsorption of manganese from acid mine drainage effluents using bone char: Continuous fixed bed column and batch desorption studies”, - En el presente estudio, se llevaron a cabo continuos recorridos de columnas de lecho fijo en un intento de evaluar la viabilidad del uso de carbón óseo para la eliminación de manganeso del drenaje ácido de la mina (DMAE). También se realizaron pruebas con una solución de laboratorio de manganeso puro a niveles de concentración típicos con fines de comparación. Se evaluaron las siguientes variables de operación: altura de la columna, caudal y pH inicial. Se identificaron variaciones significativas en la resistencia a la transferencia de masa de manganeso en el carbón óseo utilizando el modelo de Thomas. Un efecto significativo de la altura de la cama solo se pudo observar en pruebas con la solución de laboratorio. No se pudo observar ningún cambio significativo en el volumen de avance con diferentes caudales. Al aumentar el pH inicial de 2.96 a 5.50, también se aumentó el volumen de avance. La capacidad máxima de carga de manganeso en las pruebas continuas con carbón óseo para los efluentes de DMAE fue de 6,03 mg g⁻¹, en comparación con 26,74 mg g⁻¹ cuando se utilizó la solución

de laboratorio. El presente estudio también realizó pruebas de desorción, utilizando soluciones de HCl, H₂SO₄ y agua, destinadas a la reutilización del adsorbente; sin embargo, no se obtuvieron resultados prometedores debido a los bajos niveles de desorción asociados con una pérdida de masa relativamente alta. A pesar de los resultados de la desorción, la eliminación del manganeso de los efluentes de DMAE utilizando carbón óseo como adsorbente es técnicamente factible y atiende a la legislación ambiental. Es interesante observar que el uso de carbón óseo para la eliminación de manganeso puede evitar la necesidad de correcciones de pH de los efluentes después del tratamiento. Además, el carbón óseo también puede servir para eliminar iones de flúor y otros metales, representando así un interesante material alternativo para el tratamiento de efluentes de DMAE (Sicupira et al., 2014)

2.2 Bases teóricas – científicas

2.2.1 Agua de mina

La "Guía Ambiental de Manejo de Aguas en Operaciones Minero-Metalúrgico", dada a conocer por la Dirección General de Asuntos Ambientales, presenta recomendaciones para que el usuario presente cuestiones relacionadas al proceso de agua de mina, resultante de la oxidación que sufren los minerales sulfurosos (pirita), presentes en rocas y que son expuestas al agua o aire. En lo general, el agua de mina tiende a ser acelerada debido a actividades biológicas, siendo el principal responsable el *Thiobacillus ferrooxidans*, que es desarrollado rápidamente en pH bajos.

Fuentes que generan las aguas de mina

Entre estas fuentes se encuentran los drenajes, de escorrentía, desmonte, las pilas, o canchas de relave.

Generación de las aguas de mina

Se refiere a la oxidación de la mayoría de sulfuros, en especial el sulfuro de Fe, los cuales son transformados en bases por medio de acciones aeróbicas, o reacciones químicas (Ministerio de Energía y Minas - Perú, 1999)

Entre las principales características de drenajes ácidos, se destacan el bajo pH, presencia de enormes cantidades de sólidos suspendidos, y alta cantidad de metales (Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, Ni) y sulfatos, en ordenes de cientos de mg/L. Estos elementos a elevados contenidos provocan daño sobre la actividad biológica, contaminando los diversos cuerpos de agua, e inclusive dañan estructuras hechas por el hombre. Basado al alto costo al cual es aplicado tratamientos convencionales, es vital encontrar otras alternativas económicas y sustentables a este problema. (Aduvire, 1991)

Tabla 1

Tipos de Drenajes de Mina (Skousen and Ziemkiewics, 1996)

Tipo	pH	Descripción
I	< 4,5	Muy ácido, alto contenido de oxígeno y alto contenido Al, Ni, Fe, Al, Mn, Pb, Zn, Cu, y otros metales.
II	< 6,0	A través de la oxidación, el pH del agua tiende a disminuir hasta convertirse en Tipo I, tiene sólidos disueltos en alta cantidad, alta concentración de ion ferroso (Fe ²⁺) y Mn. Bajo contenido de oxígeno.
III	> 6,0	La oxidación de metales produce la acidez generada, quien neutraliza la alcalinidad presente en el agua, los sólidos disueltos son de moderado a alta, bajo a moderado contenido de ion ferroso (Fe ²⁺) y Mn, bajo contenido de oxígeno.

IV	> 6,0	A mayor tiempo de residencia en las balsas mayor fijación de partículas y el agua puede llegar a ser similar al de Tipo V. Drenaje neutralizado, pero todavía no se han fijado los hidróxidos en el agua y los sólidos disueltos son de alta cantidad.
V	> 6,0	Oxi-aniones solubles como bicarbonato y sulfato quedan en la solución, agua del drenaje es neutralizado con alta cantidad de sólidos disueltos e hidróxidos precipitados y fijados en las balsas, cationes restantes son disueltos por Ca y Mn.

2.2.1.1 Tratamiento de aguas de mina

El tratamiento de las aguas de mina dependerá de la calidad del agua, como pueden ser los siguientes: la remoción de las partículas, la neutralización, la remoción de los sólidos disueltos y/o la remoción de constituyentes orgánicos.

Tratamiento Pasivo

Estos intentan tratar las aguas sin la intervención humana, puede incluir la descarga de las aguas de la mina a través de técnicas biológicas como son: musgo, tierras pantanosas y turba para el control de ácido y metales, la reducción de sólidos suspendidos, nutrientes y metales.

Tratamiento Activo

Son procesos que requerirían una operación continua por el hombre, tales como las plantas de tratamiento de aguas residuales que pueden ser:

- Neutralización y precipitación,
- Aireación,
- Intercambio iónico,

- Filtración y osmosis inversa,
- Ablandamiento químico. (Ministerio de Energia y Minas - Perú, 1999)

2.2.2 Metales pesados

Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres humanos, asimismo tienen la capacidad de provocar cambios evolutivos debido a sus efectos dañinos en plantas. Los metales pesados son el Cu, Pb, Zn, Hg, As, Mn, entre otros, que tiene como características; ser componente de la corteza terrestre, un grado pequeño se incorporan a nuestro cuerpo a través de los alimentos, agua, aire entre otros, también no puede ser degradado ni destruido y los mayores problemas son la bioacumulación y la biomagnificación. Todo ello afectando desde el menor hasta el mayor nivel de la cadena alimenticia. (Ministerio del ambiente, 2007)

2.2.3 Manganeso

Elemento químico metálico, de numero atómico 25, pesado y muy refractario, de brillo y color acerado, quebradizo, que se usa, aleado con el hierro, para la fabricación de acero. (Símbolo. Mn). (Española, s. f.)

Es un elemento relativamente abundante y constituye alrededor de 0,085% de la corteza terrestre. Entre los metales pesados solo el hierro es más abundante. A pesar de hallarse muy distribuido existe depósitos importantes de minerales muy buenos, el más importante de los cuales es la pirolusita,

MnO₂. El manganeso es bastante electropositivo y se disuelve fácilmente en ácidos diluidos. (Cotton, F., & Wilkinson, 1986)

2.2.1.1 Características del manganeso

Los estados más comunes de oxidación son 2+, 3+, 4+, 6+ y 7+, aunque se han encontrado compuestos con todos los números de oxidación desde 1+ a 7+; los compuestos en los que el manganeso presenta estado de oxidación 7+ son agentes oxidantes muy enérgicos. Dentro de los sistemas biológicos, el catión Mn²⁺ compite frecuentemente con el Mg²⁺. Se emplea sobre todo aleado con hierro en aceros y en otras aleaciones. (Wikipedia, s. f.-b)

2.2.1.2 Precipitación y/o remoción del manganeso

Una de las formas comprobadas que el Mn contenido en el H₂O logra precipitar en hidróxido a pH > 10, pero tiende a mantenerse cuando se tiene pH más elevados, según la reacción química:

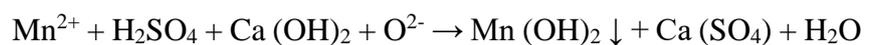
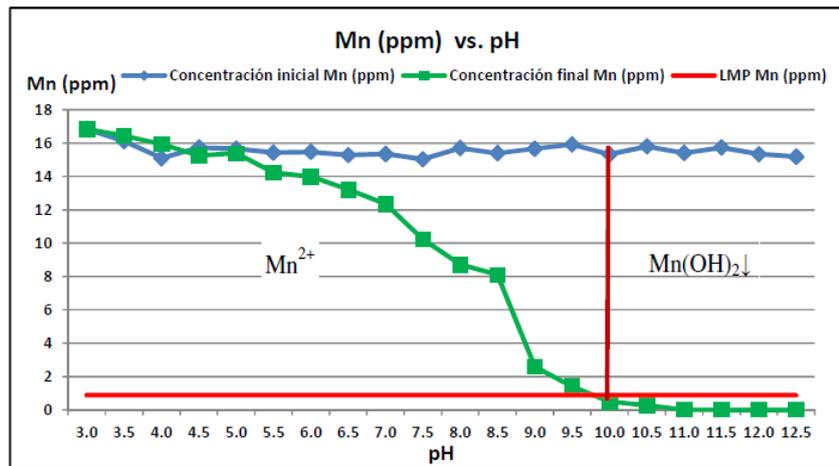


Figura 6

Precipitación de Mn a diferentes valores de pH.



Fuente. (Del Águila Guadalupe, 2015)

2.2.4 Lechada de cal

La cal es un insumo primordial en la minería, debido a que el uso no solo está asociado a los procesos de extractivos, sino también a la fundición de los metales y para los tratamientos de aguas residuales industriales.

El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) y/o lechada de cal está elaborado mediante la reacción de agua (H_2O) y la cal viva (CaO) en un proceso llamado apagado de cal, su principal consumo es en minería. (DYNAFLUX, s. f.)

2.2.5 Legislación aplicable

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias **DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.**

Tabla 2

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de
------------	------------------------	---------------

	Unidad	Agua para riego		animales
		de	Agua para riego	Bebida de
	medida	no restringido (c)	restringido	animales
Manganeso	mg/L	0,2		0,2

Fuente: (MINAM, 2017)

2.3 Definición de términos básicos

a. Aguas de mina

El agua de mina ocurre de manera normal, como consecuencia de que las rocas se exponen al medio sea agua, aire o ambas, pero que esta contenga enormes cantidades de minerales. Esto ocurre más en minas debido a que partes son excavadas y las rocas presentes entran en contacto con el medio sea aire o agua, produciéndose así agua de mina. Además, cuando se logra una acidez, puede aparecer una bacteria conocida como *Tiobacillus Ferrooxidante*, el cual logra acelerar procesos de acidificación, oxidación, lo que lixivia más los metales presentes en los residuos de rocas. Así, este ácido lixivia más rocas que se encuentran expuestas al medio ambiente' (Schoemaker, 2017)

b. Calidad de agua

Equilibrio adecuado que muestra el agua basada a diversos procesos biológicos, físicos, geoquímicos y las interacciones que suceden entre estas, y que influye el tiempo y lugar. No en tanto, esta calidad podría verse afectada por diversas actividades antrópicas de manera positiva o negativa (Ministerio del Ambiente, 2012)

c. Cuerpo Receptor

Se llama a quien recepciona el contaminante y puede ser un río, curso de agua, lago, arroyo, el mar, bahía, u otros, donde recepcionan los efluentes

provenientes de aguas servidas (doméstica, industrial o sistemas de riego).

(Wikipedia, s. f.-a)

d. Efluente

Es la descarga de manera directa de aguas residuales, que después alcanzan al ambiente, y cuyo contenido son medidos por intermedio de los límites Máximos Permisibles (LMP). (Ministerio del Ambiente, 2012)

e. Estación de monitoreo

Es el lugar donde están localizados o instalados equipos para hacer monitoreo. Estos se rigen en función a instrumentos de gestión ambiental, que fueron aprobados por la entidad Competente, e instada para medir la calidad del suelo, aire, agua, biológico e hidrobiológico, en función a los acuerdo y criterios normados en el Protocolo. (Ministerio del Ambiente, 2012)

f. Estándares de Calidad Ambiental

Es quien establece regular el grado o nivel de concentración de elementos, compuestos, sustancias o parámetros (físicos, químicos y biológicos) encontrados dentro del aire, agua o suelo, o dentro de un cuerpo receptor, pero que no signifique riesgo ni para el medio ambiente o salud de las personas (Ministerio del Ambiente, 2012)

g. Lechada de cal

Solución que está compuesto por óxido de cálcico más agua, puede producirse con diferentes porcentajes de sólidos y adaptarla a las necesidades de los procesos en los que participe. (INTICAL, s. f.)

h. Legislación Ambiental

Fue desarrollad buscando dar respuesta frente a la explotación de recursos naturales que se viene llevando a cabo, ajustándose al marco racional, aprovechar de manera sostenible estos, y proteger el medio ambiente. Su desarrollo fue muy rápido, y su incorporación fue recepcionada dentro de las ramas jurídicas y logro adquirir independencia propia basada a las normas ligadas con la mayoría de las ciencias (AEC, s. f.)

i. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Instrumento de gestión ambiental (IGA), cuyo objetivo regular el nivel o concentración de ciertos parámetros (físicos-químicos, biológicos), sustancias o elementos que representan a un efluente o emisión, que si se excede podría provocar daños al medio ambiente y la salud humana (Ministerio del Ambiente, 2012)

j. Manganeso

Es uno de los más abundantes elementos metálicos, pero solo hay una quincuagésima parte de la cantidad de manganeso en la corteza terrestre que de hierro. No es un componente esencial de ninguno de los minerales de roca de silicato más comunes, pero se puede sustituir para hierro, magnesio o calcio en estructuras de silicato. (Hem, 1976)

k. Monitoreo

Acción que busca obtener, recolectar, muestrear, analizar y evaluar de forma ordenada y sistémica datos en un determinado tiempo y espacio. Esta también es aplicada para determinar los efectos que pueda producir la presencia y contenido sobre el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2012)

l. pH

Cuantificación del número de iones de Hidrógeno en el agua, cuando estas se encuentran más allá del rango normal que es entre 6 – 9, estas tienen la capacidad de dañar la vida acuática, considerando que el $\text{pH} < 7$ son ácidas y > 7 son alcalinas. (Ambiental, 2008)

m. Reducción

Acción que busca minimizar o reducir algo que este afectando directa o indirectamente el medio ambiente, ecosistema, y seres que lo habitan. Esta terminología tiene diferentes conceptualizaciones, pero su fin final es reducir algunas sustancia, elemento, compuesto del medio ambiente (CONCEPTODEFINICIÓN, s. f.)

n. Vertimiento

Se refiere a cualquier descarga deliberada de aguas residuales y llega a un cuerpo natural de agua. De estas son excluidas las que proceden de artefactos navales, naves que son conducidos por el agua, y también aguas que son vertidos sobre las alcantarillas (Ministerio del Ambiente, 2012)

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Evaluando los resultados de la dosificación de lechada de cal se logrará reducir el manganeso en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019

2.4.2 Hipótesis específica

Si logramos determinar el pH apropiado podremos reducir el manganeso en el agua de mina.

Si determinamos el impacto de la prueba lograremos reducir la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José).

2.5 Identificación de variables

2.5.1 Variable Independiente

Lechada de cal.

2.5.2 Variable Dependiente

Reducción de manganeso.

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3

TÍTULO: REDUCCIÓN DE MANGANESO MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LECHADA DE CAL EN EL AGUA DE MINA DE LA UNIDAD MINERA HUARON – 2019

DEFINICIÓN DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>Variable Independientes</u>		
Lechada de cal:		pH 8.50
Solución que está compuesto por óxido de cálcico más agua que será igual a hidróxido de calcio, esto puede variar su porcentaje de concentración.	pH	pH 9.50 pH 10.50
<u>Variable Dependientes</u>		
Reducción de Manganeso:	Composición química	
Es la reducción del contenido de Mn que posee las aguas procedentes de la minería.	(antes, durante y después del tratamiento)	Manganeso (Mn)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación es centrada en ser de tipo experimental cuantitativo, ya que se manipulará la variable independiente y por ende se logrará modificar la variable dependiente teniendo como propósito evaluar y analizar los resultados obtenidos.

3.2 Métodos de investigación

Analítico - inductivo

Analítico porque los resultados revelados de todas las muestras recolectadas en los diferentes puntos de muestreo serán analizados, como son el pH y manganeso.

Inductivo porque a través de la observación, el análisis y la comprobación de la hipótesis podemos llegar a una conclusión.

3.3 Diseño de investigación

El actual trabajo de investigación opto por emplear el diseño basado en el plan de trabajo a nivel para reducir Mn contenido en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron, quien es detallado a continuación:

a. Planta de cal

Instalación y montaje:

Para instalar la prueba piloto, el área de planta concentradora dio facilidades para el uso de su planta de preparación la lechada de cal, acondicionándole a las necesidades de la prueba que fueron montaje de bomba de dosificación y tendido de tubería de 2” desde la planta de cal hasta la progresiva 4500 de túnel Paul Nevejeans Nv. 250.

Figura 7

Área de preparación de lechada de cal con bombas dosificadoras – Huaron



Fuente: Propia

Figura 8

Tubería de 2” instalada hasta la progresiva 4+500 donde se dosifico la lechad de cal.



Fuente: Propia

Actividad en planta de lechada de cal – François

Se realiza la preparación de lechada de cal al 5% de concentración.

b. Ejecución de la prueba y monitoreo

La prueba piloto se realizó en diciembre 2019 (3 días), incluyendo las siguientes actividades:

Actividades en interior mina – Progresiva 4+500 PN

Se realizó el monitoreo del efluente de mina (M-1) (agua cruda) antes de la dosificación de lechada de cal.

Figura 9

Medición de pH y toma de muestra en la estación M-1.



Fuente: Propia

Figura 10

Medición de pH y toma de muestra, 100 metros aguas debajo de la dosificación de lechada de cal



Fuente: Propia

Actividades en PTAM San José

Monitoreo del punto PN-1, EF-03, E-1 y E-4, preparación y dosificación de floculante.

Figura 11

Efluente tratado



Fuente: Propia

c. Análisis de la muestra

Sala de digestión química

En la mesa de trabajo se homogeniza y en un vaso precipitado se colecta una muestra de calidad de agua que sea representativa.

Figura 12

Mesa de preparación de muestras.



Fuente: Propia

Plancha de calentamiento para digestión de muestras, se adiciona ácido clorhídrico y nítrico para la disgregación de la muestra y para su próxima reducción de volumen de la muestra (se trabaja en fiolas volumétricas para próximo análisis).

Figura 13

Plancha de calentamiento de preparación de muestras.



Fuente: Propia

Sala de absorción atómica

Proceso de las lecturas de la concentración de las muestras, análisis cuantitativo de la muestra y del analito a interés (manganeso).

Figura 14

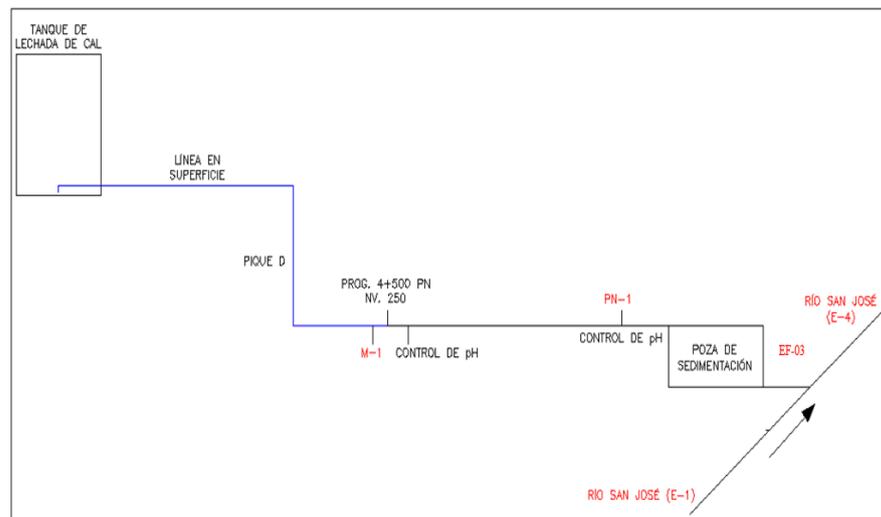
Sala de absorción atómica



Fuente: Propia

Figura 15

Diagrama del proceso



Fuente: Propia

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En esta investigación fue tomada como población las aguas de mina de la unidad minera Huaron, Distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de

Pasco, desde la progresiva 4+500 del Túnel Paul Nevejeans, hasta el cuerpo receptor río San José.

3.4.2 Muestra

La toma de muestra se realizará por tres días en 5 puntos de monitoreo los cuales son los siguientes:

Tabla 4

Estaciones de Monitoreo

Ítem	Código	Descripción	Coordenadas	
			UTM (WGS 84)	
			Norte	Este
1	M-1	Agua sin tratar Progresiva 4+490	Interior mina	
2	PN-1	Agua antes del ingreso a la poza de sedimentación	Interior mina	
3	EF-03	Efluente tratado	8784459	351587
4	E-1	Aguas arriba del vertimiento	8784391	351523
5	E-4	Aguas abajo del vertimiento	8784503	351585

Figura 16

Imagen satelital campamento San José



Fuente: Propia

Figura 17

Vista panorámica de los puntos de monitoreo



Fuente: Propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El actual proyecto a desarrollar contara con diversos instrumentos y técnicas que son descritos a seguir:

Técnicas de campo

Las muestras fueron tomadas siguiendo el “protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales” R.J. N°010-2016-ANA que luego serán enviados al laboratorio certificado para su respectivo ensayo y para la medición de pH se utilizará un equipo multiparámetro.

Instrumentos de recolección de datos

Equipos:

Figura 18

Multiparámetros, medidor de pH



Fuente: Propia

Figura 19

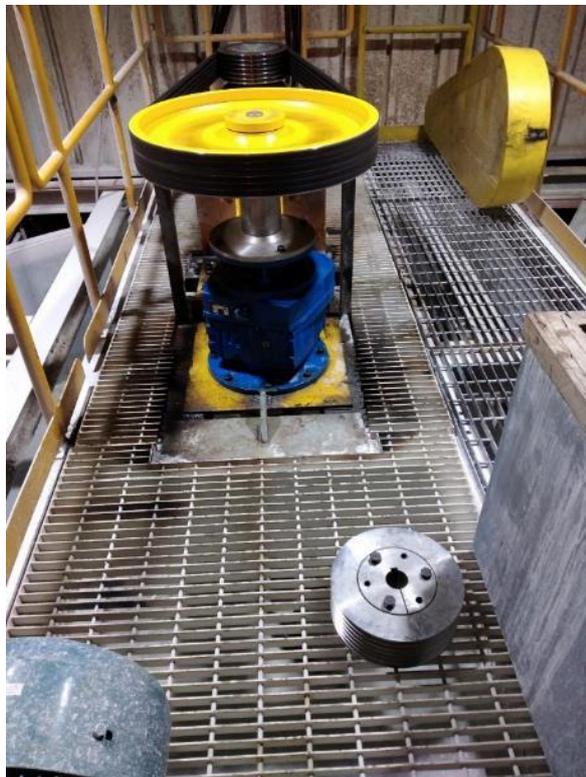
Bomba dosificadora de lechada de ca



Fuente: Propia

Figura 20

Agitador del tanque de dosificación de lechad de cal



Fuente: Propia

Figura 21

Absorción atómica



Fuente: Propia

Materiales: Lapicero, rotulo, preservante, cuaderno de campo

Figura 22

Tanque de dosificación de cal



Fuente: Propia

Figura 23

Frascos de toma de muestras



Fuente: Propia

Figura 24

Cooler para el guardado de muestras



Fuente: Propia

3.6 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Selección:

Se utilizan exclusivamente instrumentos para analizar agua:

- Multiparámetro (potenciómetro)
- Equipo de Absorción Atómica

Validación y confiabilidad de los instrumentos:

Los instrumentos empleados para realizar el estudio de investigación se encuentran validados y gozan de gran confiabilidad puesto que los análisis se hicieron en laboratorio SGS del Perú S.A.C.

3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos recolectados en campo y obtenido del informe de ensayo de laboratorio, se utilizarán tablas y gráficos con el programa Microsoft Excel.

3.8 Tratamiento estadístico

Este actual proyecto a trabajar, necesita de una serie de trabajos que se llevarán a cabo en campo, donde serán aplicados diversos instrumentos para recolectar datos (por ejemplo: para cuantificar el pH, analizar químicamente las muestras usando la espectroscopia de absorción atómica de llama para leer el contenido de Mn). Con la obtención de los datos, esto nos permitirá tratarlos y alcanzar una o varias conclusiones fundamentadas de forma científica. Los datos previamente serán ordenados, para ser analizados y presentados de manera a que facilite nuestra labor de investigación. Además, fue llevada a cabo de manera manual aplicándose

cálculos mentales, que permitieron registrar y procesar toda la información de forma sistémica y ordenada.

3.9 Orientación ética filosófica y epistémica

El proyecto de investigación está orientado a demostrar y cuidar los diferentes aspectos de la naturaleza, sobre todo el agua que es un elemento muy importante para todos los seres vivos.

La orientación ética en el presente proyecto de investigación involucra la aplicación de las éticas ambientales son referidas principalmente a una serie de temas que se centran en buscar y organizar información científica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de trabajo de campo

La planta de tratamiento de aguas de mina - PTAM de la unidad minera Huaron se ubica en el campamento San José del distrito de Huayllay, en la provincia y departamento de Cerro de Pasco, siendo un yacimiento polimetálico de explotación subterránea.

Altitudinalmente se ubica a 4250 msnm, su clima es de templado a frío y con una temperatura variable que va desde los 27°C a los -5°C.

Figura 25

Ubicación de la planta de tratamiento de aguas de mina.



Fuente: Propia

El acceso a la unidad minera Huaron es por vía terrestre.

Ruta 1: desde la ciudad de Lima por la carretera central hasta la ciudad de la Oroya - Junín, para luego tomar el desvío a Huayllay y continuar a las instalaciones del proyecto haciendo un total de 323 Km.

Ruta 2: desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Canta, luego hasta el distrito de Huayllay y continuar a las instalaciones del proyecto haciendo un total de 248 Km.

4.1.1 Criterios para ubicar los puntos de monitoreo

Para hacer un diagnóstico del tratamiento del agua de mina, es necesario ubicar los puntos de monitoreo de acuerdo al contexto, uno de los puntos tiene que ser en el agua cruda antes que ingrese a ser tratado, otro punto después del tratamiento y finalmente en el cuerpo receptor, todo ello nos permitirá realizar un análisis de la efectividad del tratamiento del agua y su impacto al cuerpo receptor en el parámetro de manganeso.

4.1.2 Punto de muestreo elegidos

La unidad minera Huaron cuenta con una planta de tratamiento de aguas de mina donde se ubicaron 5 puntos de monitoreo estratégicos tal como se detalla en la **Tabla 4**, así mismo en las **Figuras 16 y 17**.

Figura 26

Punto de monitoreo M-1 “Aguas sin tratar progresiva 4+490”



Fuente: Propia

Figura 27

Punto de monitoreo PN-1 “Agua antes del ingreso a la poza de tratamiento”



Fuente: Propia

Figura 28

Punto de monitoreo EF-03 “Efluente tratado”



Fuente: Propia

Figura 29

Punto de monitoreo E-1 “Aguas arriba del vertimiento”



Fuente: Propia

Figura 30

Punto de monitoreo E-4 “Aguas abajo del vertimiento”



Fuente: Propia

4.1.3 Toma de muestra de agua, preservación y etiquetado

El monitoreo de calidad de agua se realizó en los puntos establecidos en el proyecto de investigación, cumpliendo estrictamente el “protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales” R.J. N°010-2016-ANA, donde recomienda lo siguiente:

Medición de parámetros de campo:

- Se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Los parámetros de campo como son el pH, conductividad eléctrica y temperatura se deben realizar de forma inmediata luego de tomada la muestra.
- Si las medidas entre dos muestras varían significativamente procederá calibrar el equipo.
- Registrar las mediciones en una ficha de datos de campo.
- Limpiar los equipos después de ser usados y así evitar contaminar las muestras.

Toma de muestras:

- Uso de guantes descartables antes de iniciar con la toma de muestras.
- Sacar la tapa y contratapa del frasco a utilizar, sin tocar la superficie interna.
- Antes de recolectar la muestra el frasco se debe enjuagar mínimo dos veces a excepción para los parámetros microbiológicos y orgánicos.
- Sumergir la botella en dirección opuesta a la corriente de agua y sostenerla por debajo del cuello.

- Dejar un espacio de un aproximado del 1% para la preservación de la muestra.

Preservación, llenado de cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de la muestra:

- Después de tomada la muestra proceder a preservarlo de acuerdo lo requiera el parámetro, homogenizar y asegurar la tapa (Ácido Nítrico para metales totales).
- Se llenará la cadena de custodia con el nombre de la institución, persona quien toma la muestra, nombre del proyecto, código de la muestra, fecha y hora del muestreo, preservación de la muestra, lista de parámetros, firma de la persona responsable y observaciones de campo.

Ver ANEXO N° 2

- Los frascos se almacenan en coolers para su conservación ya que deben acondicionarse en sistemas de enfriamiento y refrigerante, siendo transportados de forma inmediata al laboratorio cumpliendo los tiempos de los parámetros. (ANA, 2016)

Figura 31

Preservando la muestra



Fuente: Propia

Figura 32

Muestras para envío a laboratorio



Fuente: Propia

4.1.4 Programa de pruebas

Las pruebas para la reducción de manganeso se realizaron los días 06, 07 y 08 de diciembre del 2019.

4.1.5 Hora de toma de muestra y análisis

Se realizará cada dos horas desde las 12:00 medio día del 06/12/2019 hasta las 18:00 horas del 08/12/2019.

4.1.6 Parámetros analizar

Parámetros físicos y químicos (pH y Manganeseo).

4.1.7 Prueba experimental a nivel campo utilizando lechada de cal

Para determinar el pH apropiado para la reducción de manganeso en el agua de mina de la unidad minera Huaron se dosifico lechada de cal.

Antes de las pruebas experimentales

Para tener información inicial de la calidad del agua, se realizó la medición del pH y la toma de muestra para análisis del parámetro de manganeso en la estación de monitoreo M-1. Asimismo, se obtiene el resultado de manganeso, ambos parámetros medidos en el agua cruda antes de la dosificación de la lechada de cal. **Ver figura 9.**

También en la planta de cal de Huaron se realizó la preparación de lechada de cal a una concentración del 5 %.

Durante la prueba experimental

Para iniciar nuestro proceso experimental se dosifico lechada de cal en la progresiva 4+500 del túnel Paul Nevejean Nv. 250. **Ver figura 8.**

100 metros aguas abajo de la dosificación se realizó la medición del parámetro de pH.

Figura 33

Medición del parámetro de pH



Fuente: Propia

Continuando se realizó la medición del pH y la toma de muestra para análisis del parámetro de manganeso en la estación de monitoreo PN-1 con los indicadores de pH 8.5, 9.5 y 10.5. Asimismo, se obtiene el resultado de ambos parámetros medidos en el agua ya mezclada con la lechada de cal ubicado en la progresiva 0+160.

Figura 34

Medición del parámetro de pH en la estación PN-1 (pH 8.5, 9.5 y 10.5)



Fuente: Propia

Posteriormente se realizó la toma de muestra para análisis del parámetro de manganeso en la estación de monitoreo EF-03 Asimismo se obtiene el resultado de manganeso en el agua ya tratada, que nos permitió evaluar la reducción del manganeso.

Figura 35

Toma de muestra de agua en la estación EF-03



Fuente: Propia

Finalmente se realizó la toma de muestra para análisis del parámetro de manganeso en las estaciones de monitoreo E-1 y E-4. Asimismo, se obtiene

el resultado de manganeso en el cuerpo receptor que nos permitió determinar el impacto del experimento.

Figura 36

Toma de muestra de agua en las estaciones E-1 y E-4



Fuente: Propia

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

Resultados de la prueba experimental:

Tabla 5

Resultados de parámetros de campo

FECHA	HORA	pH (100 m aguas debajo de la dosificación)	pH (PN-1)
6/12/2019	12:00	9.05	8.54
6/12/2019	14:00	11.03	10.53
6/12/2019	16:00	11.14	10.64
6/12/2019	18:00	10.99	10.39
6/12/2019	22:00	10.98	10.45
7/12/2019	2:00	10.85	10.31
7/12/2019	6:00	10.02	9.54
7/12/2019	10:00	8.73	8.21
7/12/2019	12:00	9.61	9.12
7/12/2019	14:00	9.73	9.23

7/12/2019	16:00	8.74	8.24
7/12/2019	18:00	8.75	8.23
7/12/2019	22:00	8.73	8.23
8/12/2019	2:00	9.08	8.58
8/12/2019	6:00	10.22	9.70
8/12/2019	10:00	10.07	9.57
8/12/2019	14:00	8.90	8.36
8/12/2019	16:00	8.84	8.34

Fuente: Propia

Tabla 6

Resultados de laboratorio

Reporte Ensayos de Medio Ambiente					
METALES TOTALES					
Elemento	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
06-M-1-12					59.850
06-PN-1-12					27.830
06-EF-03-12					2.941
06-E-1-12					2.856
06-E-4-12					2.367
06-M-1-14	2.297	2.741	17.090	70.130	43.790
06-PN-1-14	3.275	6.888	38.730	73.080	39.850
06-EF-03-14	0.230	0.134	0.287	0.750	0.147
06-E-1-14	0.165	0.431	2.352	22.690	2.884
06-E-4-14	0.150	0.229	1.030	9.275	0.771

06-M-1-16	1.893	3.313	15.790	67.380	35.100
06-PN-1-16	19.290	19.620	82.100	216.300	113.100
06-EF-03-16	0.218	0.109	0.560	1.257	0.049
06-E-1-16	0.169	0.450	1.883	17.280	1.596
06-E-4-16	0.148	0.265	0.676	4.408	0.347
06-M-1-18	2.507	3.802	17.050	71.150	34.370
06-PN-1-18	10.890	16.890	48.460	313.900	100.100
06-EF-03-18	0.076	0.174	0.254	0.828	0.170
06-M-1-22	2.423	6.280	29.690	50.350	41.560
06-PN-1-22	2.634	4.951	21.330	195.400	72.710
06-EF-03-22	0.031	0.114	0.145	0.366	0.478
<hr/>					
07-M-1-02	5.146	6.930	31.290	76.840	58.940
07-PN-1-02	1.015	2.081	13.120	42.660	22.750
07-EF-03-02	0.028	0.083	0.174	0.493	0.963
07-M-1-06	5.939	5.650	30.480	71.950	50.100
07-PN-1-06	2.427	6.736	27.970	63.960	38.390
07-EF-03-06	0.017	0.143	0.355	0.535	3.263
07-M-1-10					44.840
07-PN-1-10					58.190
07-EF-03-10					5.630
07-E-1-10					2.660
07-E-4-10					3.680
07-PN-1-12					32.340
07-EF-03-12					1.020

07-E-1-12					3.09
07-E-4-12					1.54
07-PN-1-14					44.840
07-EF-03-14					2.060
07-E-1-14					2.2
07-E-4-14					1.93
07-PN-1-16					31.820
07-EF-03-16					3.070
07-E-1-16					3.48
07-E-4-16					3.21
07-PN-1-18	2.414	4.956	20.86	87.19	44.82
07-EF-03-18	0.023	0.179	1.309	0.574	4.853
07-PN-1-22	2.979	3.591	18.84	64.87	42.64
07-EF-03-22	0.017	0.156	0.322	0.582	2.665
<hr/>					
08-PN-1-02	1.043	2.638	16.34	53.83	28.98
08-EF-03-02	0.113	0.14	0.307	0.449	2.223
08-PN-1-06	6.717	10.19	29.57	88.97	59.86
08-EF-03-06	0.113	0.172	0.2	0.457	0.638
08-PN-1-10	1.849	3.828	18.76	65.88	36.03
08-EF-03-10	0.164	0.098	0.308	0.273	1.618
08-E-1-10	0.104	0.553	0.415	3.426	0.828
08-E-4-10	0.201	0.421	0.37	1.485	1.111

08-PN-1-14	37.46
08-EF-03-14	2.075
08-E-1-14	1.051
08-E-4-14	2.338
08-PN-1-16	41.59
08-EF-03-16	2.775
08-E-1-16	1.425
08-E-4-16	2.316

Fuente: Propia

Resultados de la reducción de manganeso y determinación del pH apropiado

Para determinar la eficiencia de la reducción de manganeso se comparará los resultados con el Estándar de Calidad de Ambiental vigente y se calculará el % de reducción con la siguiente formula, también se determinará el pH apropiado para la reducción:

Af = Afluente

Ef = Efluente

$$\%Reducción = \frac{Concentración Af - Concentración Ef}{Concentración Af} * 100$$

Tabla 7

Resultados de la reducción de manganeso, determinación del pH apropiado y comparación de los ECA agua

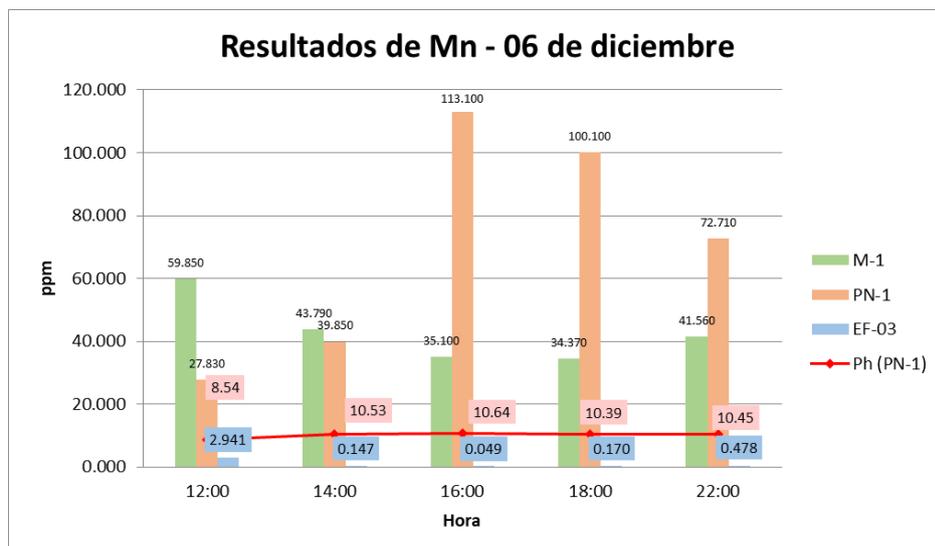
FECHA	HORA	pH (PN-1)	M-1	PN-1	EF-03	%	ECA
			Mn (ppm)	Mn (ppm)	Mn (ppm)		Agua
			REDUCCIÓN				
			Mn (ppm)	Mn (ppm)	Mn (ppm)		Mn (ppm)
6/12/2019	12:00	8.54	59.850	27.830	2.941	95.061	0.2
6/12/2019	14:00	10.53	43.790	39.850	0.147	99.664	0.2

6/12/2019	16:00	10.64	35.100	113.100	0.049	99.860	0.2
6/12/2019	18:00	10.39	34.370	100.100	0.170	99.505	0.2
6/12/2019	22:00	10.45	41.560	72.710	0.478	98.850	0.2
<hr/>							
7/12/2019	2:00	10.31	58.940	22.750	0.963	98.366	0.2
7/12/2019	6:00	9.54	50.100	38.390	3.263	93.487	0.2
7/12/2019	10:00	8.21	44.840	58.190	5.630	87.444	0.2
7/12/2019	12:00	9.12		32.340	1.020	96.846	0.2
7/12/2019	14:00	9.23		44.840	2.060	95.406	0.2
7/12/2019	16:00	8.24		31.820	3.070	90.352	0.2
7/12/2019	18:00	8.23		44.820	4.853	89.172	0.2
7/12/2019	22:00	8.23		42.640	2.665	93.750	0.2
<hr/>							
8/12/2019	2:00	8.58		28.980	2.223	92.329	0.2
8/12/2019	6:00	9.70		59.860	0.638	98.934	0.2
8/12/2019	10:00	9.57		36.030	1.618	95.509	0.2
8/12/2019	14:00	8.36		37.460	2.075	94.461	0.2
8/12/2019	16:00	8.34		41.590	2.775	93.328	0.2

Nota: Se observa que si hay reducción de manganeso en un % de reducción del 99.76% a más, con un pH apropiado de 10.5 a más cumpliendo el ECA agua vigente. **Fuente:** Propia

Gráfico 1

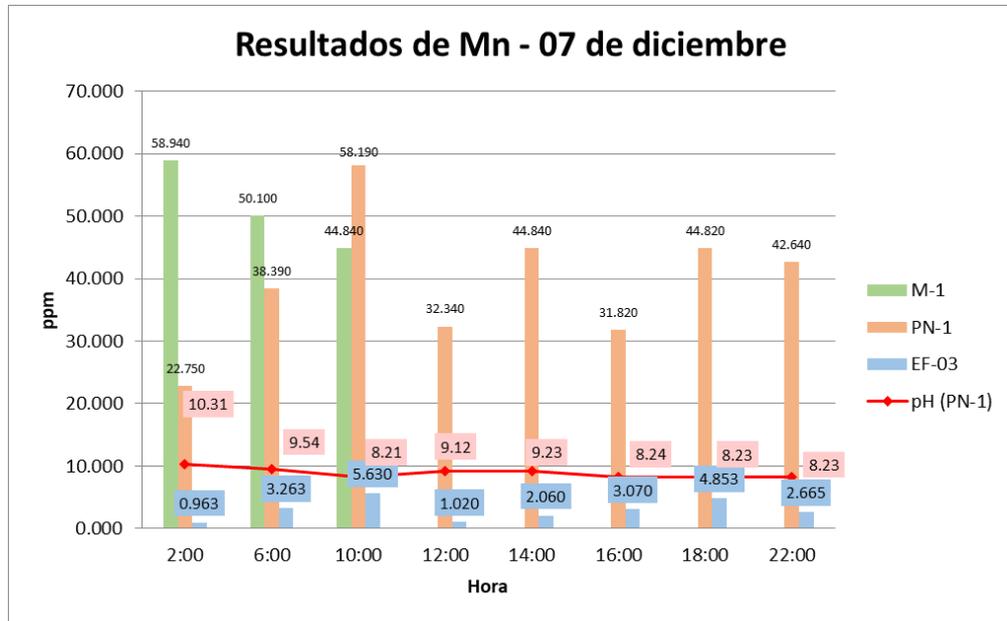
Relación pH más agua tratada 06.12.2019



Nota: Se observa que a pH 10.5 a más aproximadamente, la concentración de manganeso se reduce por debajo del ECA agua. **Rojo = pH** y **Celeste = Mn EF-03**. Fuente: Propia

Gráfico 2

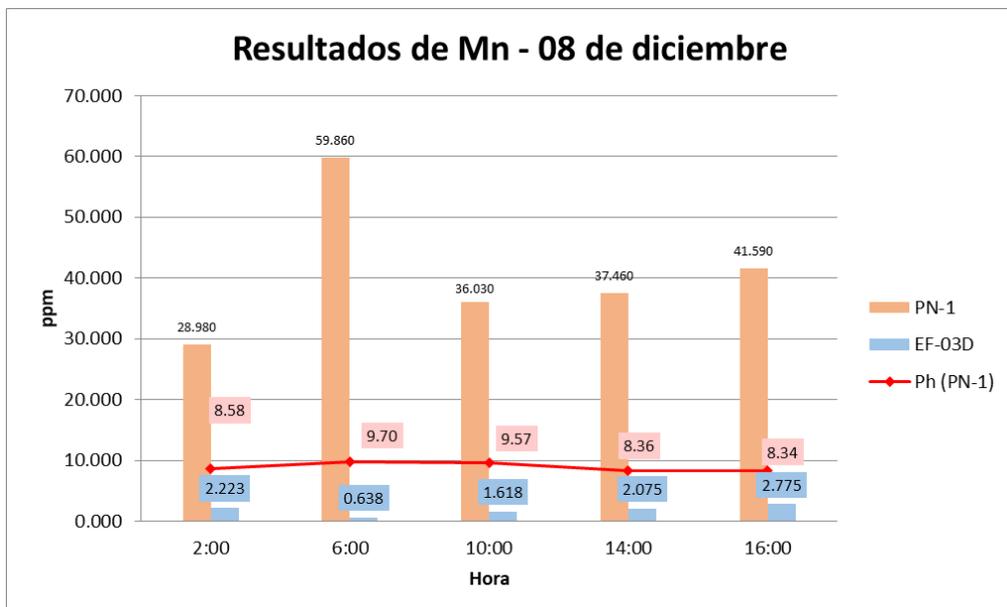
Relación pH más agua tratada 07.12.2019



Nota: Se observa que a pH 8.5 y 9.5 aproximadamente la concentración de manganeso supera el ECA agua. **Rojo = pH** y **Celeste = Mn EF-03**. Fuente: Propia

Gráfico 3

Relación pH más agua tratada 08.12.2019



Nota: Se observa que a pH 8.5 y 9.5 aproximadamente la concentración de manganeso supera el ECA agua. **Rojo = pH y Celeste = Mn EF-03.** Fuente: Propia

Resultados del impacto de la prueba en el cuerpo receptor (río San José)

Tabla 8

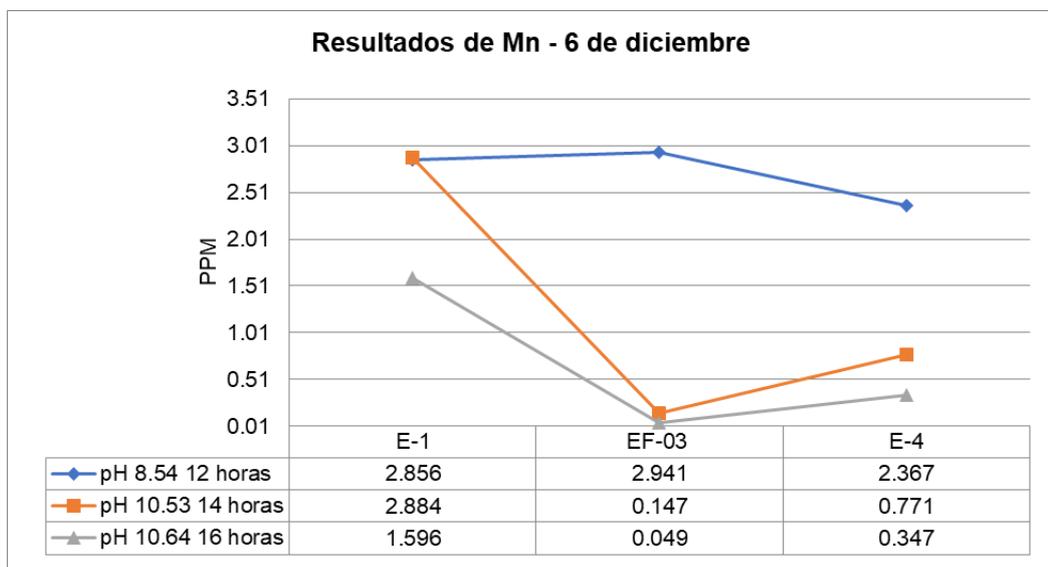
Resultados del impacto de la prueba en el cuerpo receptor río San José

FECHA	HORA	pH (PN-1)	E-1	EF-03	E-4	ECA Agua
			Mn (ppm)	Mn (ppm)	Mn (ppm)	Mn (ppm)
6/12/2019	12:00	8.54	2.856	2.941	2.367	0.2
6/12/2019	14:00	10.53	2.884	0.147	0.771	0.2
6/12/2019	16:00	10.64	1.596	0.049	0.347	0.2
7/12/2019	10:00	8.21	2.660	5.630	3.680	0.2
7/12/2019	12:00	9.12	3.090	1.020	1.540	0.2
7/12/2019	14:00	9.23	2.200	2.060	1.930	0.2
7/12/2019	16:00	8.24	3.480	3.070	3.210	0.2
8/12/2019	10:00	9.57	0.828	1.618	1.111	0.2
8/12/2019	14:00	8.36	1.051	2.075	2.338	0.2
8/12/2019	16:00	8.34	1.425	2.775	2.316	0.2

Fuente: Propia

Gráfico 4

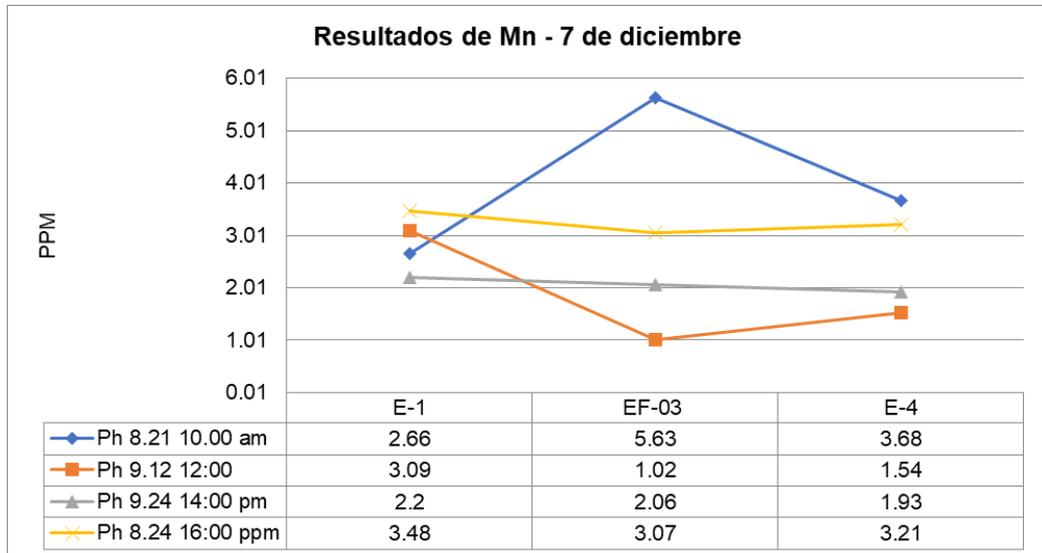
Relación agua tratada (EF-03) y río San José (E-1 y E-4) 06.12.2019



Nota: Se observa que a pH mayor a 10.5 la concentración de manganeso aguas abajo (E-4) del vertimiento, se ha reducido respecto al (E-1) aguas arriba. **Fuente:** Propia

Gráfico 5

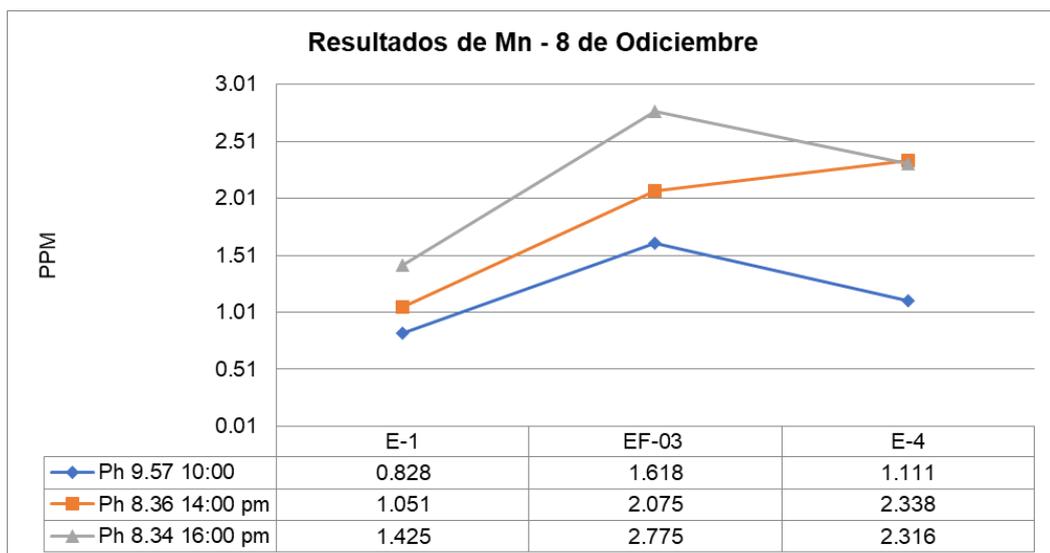
Relación agua tratada (EF-03) y río San José (E-1 y E-4) 07.12.2019



Nota: Se observa que entre pH 8 a 10 la concentración de manganeso del vertimiento, influye en la concentración de la estación E-4. **Fuente:** Propia

Gráfico 6

Relación agua tratada (EF-03) y río San José (E-1 y E-4) 08.12.2019



Nota: Se observa que entre pH 8 a 10 la concentración de manganeso del vertimiento, influye en la concentración de la estación E-4. **Fuente:** Propia

4.3 Prueba de hipótesis

La hipótesis general planteada en la presente investigación nos dice que **“Evaluando los resultados de la dosificación de lechada de cal se logrará reducir el manganeso en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019”**, finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es aceptable o válida, ya que se pudo determinar y demostrar en nuestra investigación, que con la dosificación de lechada de cal en el agua de mina alcanzando un pH igual o mayor de 10.5, se logra reducir la concentración de manganeso al 99.76% a más. Ver **Tabla 7**

Las hipótesis específicas planteadas en la presente investigación nos dice que **“Si logramos determinar el pH apropiado podremos reducir el manganeso en el agua de mina”**, finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida o se acepta, ya que se pudo determinar y demostrar en nuestra investigación que, el pH apropiado de acuerdo a los indicadores para reducir el manganeso es 10.5. Ver **Gráfico 1**. También nuestra siguiente hipótesis específica nos dice que **“Si determinamos el impacto de la prueba lograremos reducir la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José)”**, finalizada nuestra investigación podemos mencionar que la hipótesis es válida o se acepta, ya que se pudo determinar y demostrar en nuestra investigación que el impacto de la prueba con un pH de 10.5 a más reduce la concentración de manganeso en el cuerpo receptor aguas abajo (E-4). Ver **Gráfico 4**.

4.4 Discusión de resultados

Finalmente, la investigación denominada **“Reducción de manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la unidad minera Huaron – 2019”**, interpretamos mencionando lo siguiente:

- El agua de mina de la unidad minera Huaron cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas de Mina- - PTAM, el cual viene cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos provenientes de actividades minero metalúrgicos D.S. N° 010-2010-MINAM.
- La presencia de metales totales es tratada a un pH de 8.5 ± 0.2 , así logrando cumplir que los metales presentes estén a niveles por debajo del LMP vigente. Ante ello En cumplimiento a los dispositivos y normas dadas por el Ministerio de Energía y Minas establece elaborar el Plan Integral que servirá para establecer mecanismos para adecuar e implementar los LMP para la descarga de efluentes líquidos provenientes de actividades minero metalúrgicos D.S. N° 010-2010-MINAM y ECA para agua aprobado mediante D.S. N° 004-2017-MINAM. Producto a nuestra propuesta de dosificación de lecha de cal, damos una alternativa para reducir la concentración de manganeso que sobrepasa el ECA vigente sobre el cuerpo receptor – Río San José.
- La lechada de cal es un hidróxido de calcio y su fórmula química es $\text{Ca}(\text{OH})_2$. La lechada de cal tiene mayor capacidad de neutralización en minerales comunes como Pb, Cu, Zn, y Fe cuando el pH asciende, entre otros elementos como el Mn es más móvil a pH alcalino.

- Al dosificar lechada de cal de 3.3 l/seg a nuestro trabajo experimental con una concentración del 5 % para tratar entre 650 a 800 l/seg aproximadamente de agua de mina, se obtuvo buenos resultados. Donde el pH que estuvo en promedio de 7.85 se logró incrementar hasta pH 10.5, pH apropiado para la reducción de manganeso.
- Con respecto al manganeso se puede deducir que antes de la dosificación de lechada en promedio Mn = 46.07 ppm, con tratamiento normal en promedio Mn = 2.58 ppm y con incremento de pH a 10.5 en promedio Mn = 0.098 ppm. lo que finalmente permitirá la adecuación a los ECA y LMP del Plan Integral.

CONCLUSIONES

Se mencionan los siguientes:

- Se determinó que la dosificación de lechada de cal tiene efectos positivos en la reducción de manganeso en el agua de mina de la unidad Huarón 2019; el cual fue de un 99.76% promedio, concentración de Mn = 0.098 ppm promedio, pH de 10.5 a más y un caudal de dosificación de lechada de cal de 3.3 l/seg (que equivale a 165 g/seg de cal).
- Se determinó que desde 100 metros aguas debajo de la dosificación de lechada de cal en la progresiva 4+500 del túnel Paul Nevejeans hasta la estación PN-1 en la progresiva 0+160, se observa la disminución del pH en 0.5 en promedio. Es decir, si en la progresiva 4+500 se tiene un pH de 10, en la estación PN-1 llegará en 9.5 aproximadamente.
- También se determinó la reducción de manganeso en el agua de mina con diferentes pH (Ver **Tabla 7**). Concluyendo que el pH 10.5 a más es el óptimo para la reducción de Mn. Finalmente mostramos lo siguiente:

Tabla 9

% de reducción con rangos diferentes de pH (en negrita los indicadores).

Rango de pH en el PN-1	Promedio % de reducción	Promedio Mn (ppm) en el EF-03	Mínimo Mn (ppm) en el EF-03
10.50 – 10.64	99.762	0.098	0.049
10.30 – 10.45	98.907	0.537	0.170
9.50 – 9.70	95.977	1.840	0.638
9.10 – 9.23	96.126	1.540	1.020
8.50 – 8.58	93.708	2.582	2.223
8.20 – 9.34	91.418	3.681	2.075

Fuente: Propia

- Finalmente se determinó que la reducción de manganeso en el cuerpo receptor Río San José tiene efecto positivo, mostrando un valor promedio de Mn en la estación E-1 aguas arriba del vertimiento 2.240 ppm y un valor promedio de Mn en la estación E-4 aguas abajo del vertimiento 0.559 ppm (Ver **Tabla 8**).

RECOMENDACIONES

- Para estudios similares se recomienda realizar pruebas con pH mayor a 10.5 ya que para reducir al manganeso se requiere pH alcalino.
- Para futuras investigaciones se recomienda identificar opciones para disminuir el pH a rangos de 6 a 9 para cumplimiento legal vigente.
- Se recomienda mantener una dosificación constante de la lechada de cal para un tratamiento efectivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Luyo, K. A. (2015). Tratamiento de aguas ácidas de drenaje de mina con alto contenido de aluminio y manganeso por tecnología de lodos de alta densidad (HDS). *Universidad Nacional de Ingeniería*. <http://repositorio.uni.pe/handle/uni/4508>
- Aduvire, O. (1991). Drenaje Ácido de Mina. Generación y Tratamiento. *Instituto Geológico y Minero de España*, 51. http://info.igme.es/SidPDF/113000/258/113258_0000001.pdf
- AEC, Q. (s. f.). *Legislacion ambiental*. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/legislacion-ambiental>
- Ambiental, D. C. (2008). *Calidad de agua. II*. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS - hidrocarburos/EIA/EIA CEPSA LOTE 114/SubCap 1.7 Calidad de Agua.pdf>
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- Ayzanoa Alca, K. L., & Mendoza Tata, J. L. (2018). *Remoción del mananeso del efluente minero metalurgico utilizado en el proceso de oxidación con hipoclorito de calcio en una planta de tratamiento de aguas ácidas-ubicada en la región Huancavelica*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_3b02d4f0afb67b08a376fa0f77bdddcdc
- Barreto Baltazar, H. L. (2016). Efecto de la dosificación de cal en la remoción de hierro y cobre del efluente de la empresa minera San Simón- La Libertad. *Universidad César Vallejo*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_5f558c68d62aee75f5bf4696b

db97002

Bianchini, F., & Grassi, L. (2018). *Biomonitoreo de Metales en Niños y Niñas del Centro Poblado de Paragsha Cerro de Pasco - Perú*. 31.

<http://www.laborpascoperu.org.pe/images/adjuntos/Estudios Cerro de Pasco.pdf>

CONCEPTODEFINICIÓN. (s. f.). *Reducción*. <https://conceptodefinicion.de/reduccion/>

Cotton, F., & Wilkinson, G. (1986). *Química Inorganica Avanzada. Mexico* (E. L. S.A. (ed.)).

de la Cruz Lima, Y. (2019). *Efecto de la dosificación de lechada de cal en la remoción del manganeso del agua de mina de la UM Huaron 2018*.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_7347f329d1470c1bd1e28e4eeacc9b4b

Del Águila Guadalupe, N. (2015). *Gestión de efluentes, tratamiento de aguas ácidas y precipitación de aluminio y manganeso en la planta de tratamiento de la Empresa Minera de Yanacocha. Universidad Nacional de Ingeniería*.

<http://repositorio.uni.pe/handle/uni/2742>

DYNAFLUX. (s. f.). *APAGADO DE CAL Y DOSIFICACIÓN DE LECHADA*.

<https://www.dynaflux.com.pe/apagado-de-cal-y-dosificacion-de-lechada/>

Echegaray Contreras, R. K. (2018). *Remoción del Manganeso con el Método de Reducción-Alcalinización en las aguas contaminadas por los procesos mineros en*

la Provincia de Huaral 2017.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_344c6fc8e287817a8b18ca59e0ef78a7

Española, R. A. (s. f.). *Manganeso*. <https://dle.rae.es/manganeso>

Folchi, M. (2005). Los efectos ambientales del beneficio de minerales metálicos: un marco de análisis para la historia ambiental. *Varia Historia*, 21(33), 32–57.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752005000100003

Hem, J. D. (1976). Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. *Heart and Lung: Journal of Acute and Critical Care*, 5(1), 44–61.

INTICAL. (s. f.). *Planta móvil de lechada de cal*. <https://www.intical.com.pe/brochure-lechada-de-cal.pdf>

Loza, N., & Aduvire, O. (2018). *Optimización de un proceso de tratamiento de aguas ácidas de mina para reducir contenidos de manganeso mediante neutralización secuencial*. 1, 1–13.

https://www.academia.edu/42080155/Optimización_de_un_proceso_de_tratamiento_de_aguas_ácidas_de_mina_para_reducir_contenidos_de_manganeso_mediante_neutralización_secuencial

Martínez Meza, R. G., Certucha Barragán, M. T., Zavala Rivera, P., Gómez Álvarez, A., & Almazán Holguín, L. A. (2016). Remoción de hierro y manganeso de un efluente contaminado utilizando una resina quelante. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(Special Issue 1). <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp02.05>

Matamoros Caruman, F. N. (2019). *Evaluación técnico-económica de la remoción de manganeso desde soluciones acuosas mediante el uso de procesos de adsorción*. 75. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170590/Evaluación-técnica-económica-de-la-remoción-de-manganeso-desde-soluciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEM. (s. f.). *Perú: País Minero*. https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159

- MINAM. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas - Perú. (1999). Guía ambiental de manejo de agua en operaciones minero-metalúrgicas. *Ministerio de Energía y Minas - Perú*, 24. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/manejoagua.pdf>
- Ministerio del ambiente. (2007). *Sa. Normativa*, Normativa. <http://www.ambiente.gob.ec/el-ministerio/>
- Ministerio del Ambiente. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. *Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental*, 396.
- Mirala Rodríguez, Saúl Flores, Maiella Rangel, Liz Cubillán*, A. A. (2015). Un estudio de la remoción de manganeso (II) a partir de sistemas acuosos usando cápsulas de moringa oleífera como bioadsorbente. *Revista CENIC*, 46(Ii), 424–433. <https://revista.cnic.edu.cu/index.php/RevBiol/article/view/68/68>
- Parada, F., Vergara, F., & Sánchez, M. (2018). *ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA POLUCIÓN DE AGUAS ÁCIDAS SUBTERRÁNEAS EN LA MINERÍA DEL COBRE*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-53522018000200002
- PNUMA. (2010). *PNUMA ANUARIO AVANCES Y PROGRESOS CIENTÍFICOS EN NUESTRO CAMBIANTE MEDIO AMBIENTE 2010 Programa*. <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/pnuma-anuario-2010-avances-progresos-cientificos-nuestro-cambiante>
- SÁNCHEZ MERCHÁN, C. D. (2020). *Estudio de la remoción de manganeso y hierro en el módulo II de la planta de tratamiento de agua potable de Tixán*.

<http://201.159.222.99/handle/datos/10224?locale=es>

Schoemaker, A. (2017). *Glosario Ambiental: Conociendo los términos ambientales usados en zonas mineras*. 1–44. http://democraciaglobal.org/wp-content/uploads/tomo-1_optimize.pdf

Sicupira, D. C., Silva, T. T., Ladeira, A. C. Q., & Mansur, M. B. (2014). Adsorption of manganese from acid mine drainage effluents using bone char: Continuous fixed bed column and batch desorption studies. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 32(2), 577–584. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20150322s00002681>

Wikipedia. (s. f.-a). *Cuerpo receptor*. https://es.wikipedia.org/wiki/Cuerpo_receptor

Wikipedia. (s. f.-b). *Manganeso*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Manganeso>

ANEXOS

ANEXO N° 1

HOJA DE CAMPO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

HOJA DE CAMPO
REGISTRO DE PARAMETRO

Nombre de la estación: 100 metros aguas abajo de la dosificación de
lechada de cal.

N°	Fecha	Hora	pH
1	06-12-2019	12:00	9.05
2	06-12-2019	14:00	11.03
3	06-12-2019	16:00	11.14
4	06-12-2019	18:00	10.99
5	06-12-2019	22:00	10.98
6			
7	07-12-2019	02:00	10.85
8	07-12-2019	06:00	10.02
9	07-12-2019	10:00	8.73
10	07-12-2019	12:00	9.61
11	07-12-2019	14:00	9.73
12	07-12-2019	16:00	8.74
13	07-12-2019	18:00	8.75
14	07-12-2019	22:00	8.73
15			
16	08-12-2019	02:00	9.08
17	08-12-2019	06:00	10.22
18	08-12-2019	10:00	10.07
19	08-12-2019	14:00	8.90
20	08-12-2019	16:00	8.84
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

HOJA DE CAMPO
REGISTRO DE PARAMETRO

Nombre de la estación: PN-1

N°	Fecha	Hora	pH
1	06-12-2019	12:00	8.54
2	06-12-2019	14:00	10.53
3	06-12-2019	16:00	10.64
4	06-12-2019	18:00	10.39
5	06-12-2019	22:00	10.45
6	—	—	—
7	07-12-2019	02:00	10.31
8	07-12-2019	06:00	9.54
9	07-12-2019	10:00	8.21
10	07-12-2019	12:00	9.12
11	07-12-2019	14:00	9.23
12	07-12-2019	16:00	8.24
13	07-12-2019	18:00	8.23
14	07-12-2019	22:00	8.23
15	—	—	—
16	08-12-2019	02:00	8.58
17	08-12-2019	06:00	9.70
18	08-12-2019	10:00	9.57
19	08-12-2019	14:00	8.36
20	08-12-2019	16:00	8.34
21	—	—	—
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			

ANEXO N° 2

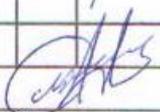
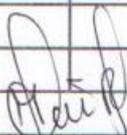
CADENAS DE CUSTODIA



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

FE-HU-MA-02
CADENA CUSTODIA PARA MUESTRA DE
AGUA A ANALIZAR EN LABORATORIO
QUIMICO HUARON

VERSION: V-01

				Resultado de Laboratorio					
N°	Fecha	Código		Analisis	Mn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	6/12/2019	06	M-1-12	MT	X				
2		06	PN-1-12	MT	X				
3		06	EF-03-12	MT	X				
4		06	E-1-12	MT	X				
5		06	E-4-12	MT	X				
6		06	M-1-14	MT	X	X	X	X	X
7		06	PN-1-14	MT	X	X	X	X	X
8		06	EF-03-14	MT	X	X	X	X	X
9		06	E-1-14	MT	X	X	X	X	X
10		06	E-4-14	MT	X	X	X	X	X
11		06	M-1-16	MT	X	X	X	X	X
12		06	PN-1-16	MT	X	X	X	X	X
13		06	EF-03-16	MT	X	X	X	X	X
14		06	E-1-16	MT	X	X	X	X	X
15		06	E-4-16	MT	X	X	X	X	X
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
Entregado por: 				Recibido por: 					
Nombre: Nataly A. Mateo Cruz				Nombre: SGS del Peru S.A.C Miguel Pablo Luis					
Fecha / Hora: 06-12-2019 / 18:00h				Fecha / Hora: Asistente de Laboratorio 06/12/19 18:00h					



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

FE-HU-MA-02
CADENA CUSTODIA PARA MUESTRA DE
AGUA A ANALIZAR EN LABORATORIO
QUIMICO HUARON

VERSION: V-01

				Resultado de Laboratorio					
N°	Fecha	Código		Analisis	Mn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	7/12/2019	06	M-1-18	MT	X	X	X	X	X
2		06	PN-1-18	MT	X	X	X	X	X
3		06	EF-03-18	MT	X	X	X	X	X
4		06	M-1-22	MT	X	X	X	X	X
5		06	PN-1-22	MT	X	X	X	X	X
6		06	EF-03-22	MT	X	X	X	X	X
7		07	M-1-02	MT	X	X	X	X	X
8		07	PN-1-02	MT	X	X	X	X	X
9		07	EF-03-02	MT	X	X	X	X	X
10		07	M-1-06	MT	X	X	X	X	X
11		07	PN-1-06	MT	X	X	X	X	X
12		07	EF-03-06	MT	X	X	X	X	X
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Entregado por:

Nombre: Nataly K. Staeo Cruz

Fecha / Hora: 07-12-2019 / 08:00 h.

Recibido por:

Nombre:

IGS del Perú S.A.C
Miguel Pablo Luis

Fecha / Hora: 07/12/19 Asistente de Laboratorio 8:10 h.
DAS HUARÓN



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

FE-HU-MA-02
CADENA CUSTODIA PARA MUESTRA DE
AGUA A ANALIZAR EN LABORATORIO
QUIMICO HUARON

VERSION: V-01

				Resultado de Laboratorio					
N°	Fecha	Código		Analisis	Mn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	7/12/2019	07	M-1-10	MT	X				
2		07	PN-1-10	MT	X				
3		07	EF-03-10	MT	X				
4		07	E-1-10	MT	X				
5		07	E-4-10	MT	X				
6		07	PN-1-12	MT	X				
7		07	EF-03-12	MT	X				
8		07	E-1-12	MT	X				
9		07	E-4-12	MT	X				
10		07	PN-1-14	MT	X				
11		07	EF-03-14	MT	X				
12		07	E-1-14	MT	X				
13		07	E-4-14	MT	X				
14		07	PN-1-16	MT	X				
15		07	EF-03-16	MT	X				
16		07	E-1-16	MT	X				
17		07	E-4-16	MT	X				
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Entregado por:

Nombre: Nataly K. Mateo Cruz

Fecha / Hora: 07-12-2019 / 18:00 h.

Recibido por:

SGS del Perú S.A.C

Miguel Pablo Luis

Asistente de Laboratorio

Fecha / Hora: 07-12-2019 HUARON 18:30h



PAN AMERICAN
SILVER S.A.

FE-HU-MA-02
CADENA CUSTODIA PARA MUESTRA DE
AGUA A ANALIZAR EN LABORATORIO
QUIMICO HUARON

VERSION: V-01

				Resultado de Laboratorio					
N°	Fecha	Código		Analisis	Mn	Cu	Fe	Pb	Zn
1	8/12/2019	07	PN-1-18	MT	X	X	X	X	X
2		07	EF-03-18	MT	X	X	X	X	X
3		07	PN-1-22	MT	X	X	X	X	X
4		07	EF-03-22	MT	X	X	X	X	X
5		08	PN-1-02	MT	X	X	X	X	X
6		08	EF-03-02	MT	X	X	X	X	X
7		08	PN-1-06	MT	X	X	X	X	X
8		08	EF-03-06	MT	X	X	X	X	X
9		08	PN-1-10	MT	X	X	X	X	X
10		08	EF-03-10	MT	X	X	X	X	X
11		08	E-1-10	MT	X	X	X	X	X
12		08	E-4-10	MT	X	X	X	X	X
13		08	PN-1-14	MT	X				
14		08	EF-03-14	MT	X				
15		08	E-1-14	MT	X				
16		08	E-4-14	MT	X				
17		08	PN-1-16	MT	X				
18		08	EF-03-16	MT	X				
19		08	E-1-16	MT	X				
20		08	E-4-16	MT	X				
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Entregado por: 
 Nombre: *Nohely A. Mateo Cruz*
 Fecha / Hora: *08-12-2019 / 18:00 h*

Recibido por: 
 Nombre: **SGS del Perú S.A.C**
 Miguel Pablo Luis
 Asistente de Laboratorio
 Fecha / Hora: *08/12/19 18:20 pm*

ANEXO N° 3

RESULTADOS DE LABORATORIO

Reporte Ensayes de Medio Ambiente
LH1608534
METALES TOTALES

Fecha Recepción: 6/12/2019

Elemento	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
Esquema	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
06-M-1-12					59.850
06-PN-1-12					27.830
06-EF-03-12					2.941
06-E-1-12					2.856
06-E-4-12					2.367
06-M-1-14	2.297	2.741	17.090	70.130	43.790
06-PN-1-14	3.275	6.888	38.730	73.080	39.850
06-EF-03-14	0.230	0.134	0.287	0.750	0.147
06-E-1-14	0.165	0.431	2.352	22.690	2.884
06-E-4-14	0.150	0.229	1.030	9.275	0.771
06-M-1-16	1.893	3.313	15.790	67.380	35.100
06-PN-1-16	19.290	19.620	82.100	216.300	113.100
06-EF-03-16	0.218	0.109	0.560	1.257	0.049
06-E-1-16	0.169	0.450	1.883	17.280	1.596
06-E-4-16	0.148	0.265	0.676	4.408	0.347



SGS del Perú S.A.C
Miguel Pablo Luis
Asistente de Laboratorio
PAS - HUARÓN

Reporte Ensayes de Medio Ambiente
LH1608550
METALES TOTALES

Fecha Recepción: 7/12/2019

Elemento	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
Esquema	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
06-M-1-18	2.507	3.802	17.050	71.150	34.370
06-PN-1-18	10.890	16.890	48.460	313.900	100.100
06-EF-03-18	0.076	0.174	0.254	0.828	0.170
06-M-1-22	2.423	6.280	29.690	50.350	41.560
06-PN-1-22	2.634	4.951	21.330	195.400	72.710
06-EF-03-22	0.031	0.114	0.145	0.366	0.478
07-M-1-02	5.146	6.930	31.290	76.840	58.940
07-PN-1-02	1.015	2.081	13.120	42.660	22.750
07-EF-03-02	0.028	0.083	0.174	0.493	0.963
07-M-1-06	5.939	5.650	30.480	71.950	50.100
07-PN-1-06	2.427	6.736	27.970	63.960	38.390
07-EF-03-06	0.017	0.143	0.355	0.535	3.263



SGS del Perú S.A.C
Miguel Pablo Luis
Asistente de Laboratorio
PAS - HUARÓN

**Reporte Ensayes de Medio Ambiente
LH1608567
METALES TOTALES**

Fecha Recepción: 7/12/2019

Elemento	Mn
Esquema	CAA13F_LH_TOT
Unidad	PPM
07-M-1-10	44.840
07-PN-1-10	58.190
07-EF-03-10	5.63
07-E-1-10	2.66
07-E-4-10	3.68
07-PN-1-12	32.340
07-EF-03-12	1.020
07-E-1-12	3.09
07-E-4-12	1.54
07-PN-1-14	44.840
07-EF-03-14	2.060
07-E-1-14	2.2
07-E-4-14	1.93
07-PN-1-16	31.820
07-EF-03-16	3.070
07-E-1-16	3.48
07-E-4-16	3.21

SGS del Perú S.A.C
Miguel Pablo Luis
Asistente de Laboratorio
PAS - HUARÓN

Reporte Ensayes de Medio Ambiente

METALES TOTALES LH1608642

Fecha Recepción: 8/12/2019

Elemento	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
Esquema	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT	CAA13F_LH_TOT
Unidad	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
07-PN-1-18	2.414	4.956	20.86	87.19	44.82
07-EF-03-18	0.023	0.179	1.309	0.574	4.853
07-PN-1-22	2.979	3.591	18.84	64.87	42.64
07-EF-03-22	0.017	0.156	0.322	0.582	2.665
08-PN-1-02	1.043	2.638	16.34	53.83	28.98
08-EF-03-02	0.113	0.14	0.307	0.449	2.223
08-PN-1-06	6.717	10.19	29.57	88.97	59.86
08-EF-03-06	0.113	0.172	0.2	0.457	0.638
08-PN-1-10	1.849	3.828	18.76	65.88	36.03
08-EF-03-10	0.164	0.098	0.308	0.273	1.618
08-E-1-10	0.104	0.553	0.415	3.426	0.828
08-E-4-10	0.201	0.421	0.37	1.485	1.111
08-PN-1-14					37.46
08-EF-03-14					2.075
08-E-1-14					1.051
08-E-4-14					2.338
08-PN-1-16					41.59
08-EF-03-16					2.775
08-E-1-16					1.425
08-E-4-16					2.316



SGS del Perú S.A.C
Miguel Pablo Luis
Asistente de Laboratorio
PAS - HUARÓN

ANEXO N° 4

HOJA TÉCNICA DE LA CARACTERIZACIÓN DE CAL

		GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES		Fecha: 30-01-2018
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 1 de 8	

1.- INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR Y PRODUCTO QUÍMICO

CALERA REBECA SRL Planta Industrial: Huarapampa S/N Quiulacocha- Simón Bolívar Cerro de Pasco - Pasco Perú.		Información: +51 993044553 Fecha de Revisión: Junio 2019
Proveedor autorizado por Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados- SUNAT para producción, uso venta y transporte de Oxido de Calcio.		resolución de Intendencia SUNAT: N° 3111190003312
Nombre químico: Oxido de Calcio		Nombre Comercial o Sinónimos: Cal, cal viva.
Formula Química: CaO	Peso Molecular: 56.06 g/mol	Familia Química: Oxido de tierras alcalinas

2. COMPOSICIÓN Y LIMITES DE EXPOSICIÓN

Componentes Peligrosos	Concentración Aproximada (% en peso)	N° CAS	Limites de Exposición (mg/m ³)			
			OSHA PEL (TWA 8/40h)	ACGIH TLV (TWA 8/40h)	MSHA PEL (TWA 8/40h)	Carcinógeno Status
Oxido de Calcio	> 80 %	1305-78-8	5 (R) 10 (T)	2	5 (R) 10 (T)	NA
Oxido de Magnesio	< 4%	1309-48-4	10	10	10	NA
Carbonato de Calcio	< 3%	1317-65-3	5 (R) 15 (T)	10	5 (R) 15 (T)	NA
Dióxido de Silice (1)	< 1%	14808-60-7	10/(%SiO ₂)+2(R) 30/(%SiO ₂)+2(T)	0.025 (R)	10/(%SiO ₂)+2(R) 30/(%SiO ₂)+2(T)	NTP/IARC: SI OSHA: NO

(1): La concentración de Cristales de Silice en diferentes productos de cal varía de acuerdo a su origen, pudiendo ser < 0.1% en algunos productos.
 (T): Polvos Totales; (R): Polvos respirables.

	GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES		Fecha: 30-01-2018
	Hoja de Seguridad de Óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3
		Página: 2 de 8	

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado Físico: Sólido	Olor: Ligero a Tierra	Apariencia: Polvo, trozos, blancos o levemente amarillento.	Gravedad específica: 3.2 -3-5
Umbral de Olor (ppm): NA	pH Sol. Saturada: 12.4 a 25°C	Solubilidad en agua (20 °C): 0.125/100g Sol. Saturada	Densidad: 7.20-1130 Kg/m ³
Presión de Vapor (mm): NA	Punto de ebullición (°C): 2850	Punto de fusión (°C): 2580	Grado de evaporación: NA

4. RIESGO DE EXPLOSIÓN Y FUEGO

Inflamabilidad: NO	Medio Exterior: El óxido de Calcio no se enciende, utilice material extintor apropiado para fuego circundante.		
<p>Procedimientos especiales contra incendios: Evite usar agua, si es necesario para apagar otros materiales, ahogue el material para absorber el calor generado. (El contacto del óxido de calcio generara calor que podría incendiar materiales en contacto o cercanos como papel, cartón, etc.) Utilice protección respiratoria apropiada.</p>			
Pto. de inflamación: NA (°C)	Temp. autoignición: NA (°C)	Productos peligrosos de la Combustión: Ninguno	Limites de inflamabilidad: NA (% vol)

RIESGO DE EXPLOSIÓN

Impacto Químico: NA	Índice de Calcinación: NA	Poder Explosivo: NA	Sensibilidad a descarga estática: NA
------------------------	------------------------------	------------------------	---

5. REACTIVIDAD

Estabilidad Química: NO	Absorbe humedad del ambiente y CO ₂ (Dióxido de Carbono) del aire para formar Hidróxido de Calcio y Carbonato de Calcio.
Incompatibilidad con otras	Trifloruro de Boro, Trifloruro de Cloro, etanol, flúor, ácido fluorhídrico,

	GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES	Fecha: 30-01-2018	
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 3 de 8

sustancias: SI	pentóxido de fósforo, ácidos y agua. Reacción violenta con generación de calor y posibilidad de explosión en áreas confinadas.
Reactividad: SI	Reacciona violentamente con ácidos fuertes generando calor y compuestos inflamables. Reacciona violentamente con agua sin generar compuestos peligrosos, sin embargo, el calor generado puede encender materiales en contacto o cercanos como papel, tela, cartón.
Productos Peligrosos por Descomposición: NO	Ninguno.
Productos Peligrosos por Polimerización: NO	No ocurrirá polimerización bajo ninguna condición.
6. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS	
Vías de absorción: Por contacto con la piel, ojos, mucosas en general, por ingestión o inhalación.	
EFFECTOS POR EXPOSICIÓN PROLONGADA	
Piel:	Irritación severa o quemaduras de la piel y mucosas, deshidrata la piel.
Ojos:	Quemaduras o irritación severa del ojo, lagrimeo intenso, posibles lesiones y ceguera cuando la exposición es por tiempos prolongados.

7. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS (continuación)	
EFFECTOS POR EXPOSICIÓN PROLONGADA	
Inhalación:	Si es inhalado en forma de polvo genera irritación en las vías respiratorias, tos y estornudos; inflamación de la vía respiratoria, ulceración y perforación del tabique nasal, bronquitis, posible neumonía.
Ingestión:	Si se ingiere, genera edema y perforación del tracto digestivo, salivación abundante, dificultad al tragar y respirar, dolor, vomito con sangrado, diarrea, colapso, disminución en la presión sanguínea (lo cual indica perforación del esófago o estómago).

		GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES		Fecha: 30-01-2018
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 4 de 8	

EFFECTOS POR EXPOSICIÓN CRÓNICA

Dermatitis. Contacto prolongado continuo causa enrojecimiento, descamación y grietas en la piel. Si el producto contiene trazas de cristales de Silice; una excesiva inhalación de polvo con estos cristales puede resultar en enfermedades respiratorias como silicosis, neumoconiosis y fibrosis pulmonar.

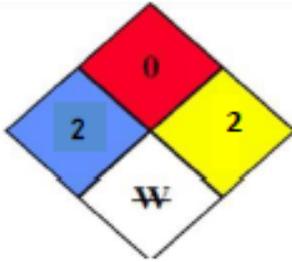
DL50 del producto (especie y vía):

Ca(OH)₂ grado alimenticio: 7340 mg/Kg (ratas, ingestión)

Irritación del producto:

Severo en mucosas

8. PRECAUCIONES PARA MANEJO Y USO SEGURO

Equipo de Protección Personal (EPP):	Usar ropa limpia, guantes, pantalones largos sobre zapato o botas de seguridad, camisa de manga larga abotonada hasta el cuello, mameluco, mascarilla cara completa o media cara, protección auditiva y lentes adecuados a las condiciones de trabajo.	
Otros:	Después de manejar el producto, los empleados deben lavarse. Si la exposición es diaria utilizar aceites naturales, vaselina, crema, etc. para proteger la piel expuesta, particularmente, cuello, cara y muñecas. No usar lentes de contacto cuando se está en contacto con el material.	
Controles de ingeniería:	En áreas confinadas, utilizar ventilación completa (colectores de polvo) en puntos de manejo; mantener los niveles de polvo por debajo de los máximos permitidos.	
Valoración NFPA	Grado de Salud: 2 (Medio) Grado de Inflamabilidad: 0 (Mínimo) Grado de Reactividad: 2 (Medio) Específico: No use Agua	

	GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES	Fecha: 30-01-2018	
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 5 de 8

9. PRECAUCIONES PARA MANEJO Y USO SEGURO (Continuación)

Valoración WHMIS	D2A& D2B materiales que causan otros efectos tóxicos)	E (material corrosivo)  
------------------	---	--

10. MEDIDAS DE CONTROL

Derrames:	Limitar el acceso a personal entrenado. Utilizar aspiradoras industriales para derrames grandes, ventile el área.
Disposición Final:	Transportar al área de desecho o confinamiento. Revisar las disposiciones locales.
Equipo y procedimientos de manejo:	Evitar contacto con piel y ojos. Minimizar la generación de polvo. Utilizar mascarera antipolvo. Estaciones de regadera de seguridad y lavado de ojos deben estar disponibles en el área de manejo.
Almacenaje:	Mantener en recipientes Sellados en un lugar frío, seco y bien ventilado, alejado de ácidos. El óxido de calcio es fuertemente alcalino se hinchará y generará calor cuando este húmedo y su envase podía estallar, los envases de óxido de calcio pueden ser peligrosos cuando están vacíos. No almacenar ni transportar en recipientes de aluminio.

**11. PRIMEROS AUXILIOS**

Piel:	Cepillar cuidadosa y gentilmente la superficie del cuerpo para remover todos los restos de cal. Quitar la ropa contaminada. Rocíar el área contaminada con agua tibia por 15 o 20 minutos. Consultar a un médico si la irritación persiste.
Ojos:	Lavar inmediatamente con agua tibia abundante, el ojo(s) contaminado por 15 o 20 minutos (Usar solución salina de preferencia). En caso de partículas pegadas al ojo o quemaduras recurrir al personal entrenado para primeros auxilios. Consultar a un médico.
Inhalación:	Retirar la fuente de polvo o mover la víctima hacia un lugar ventilado. Buscar atención medica inmediatamente. Si la víctima no respira, dar respiración artificial.
Consejos Generales:	Consulte a un médico para todas las exposiciones a excepción de eventos de inhalación menor.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad para las plantas.	para plantas terrestres: 1080 mg/kg (Hidróxido de calcio).
Efectos generales.	Efecto de pH agudo. Aunque este producto es útil para corregir la acidez del agua, un exceso de más de 1 g/l podría ser nocivo para la vida acuática. El valor de pH > 12 decrecerá rápidamente como resultado de la dilución y carbonatación.
Movilidad en el suelo.	El óxido de calcio reacciona con el agua y/o dióxido de carbono para formar, respectivamente, Hidróxido de calcio y/o carbonato de calcio, que son ligeramente solubles, y presentan una baja movilidad en la mayoría de los suelos.

	GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES	Fecha: 30-01-2018	
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 7 de 8

Efectos generales.	Efecto de pH agudo. Aunque este producto es útil para corregir la acidez del agua, un exceso de más de 1 g/l podría ser nocivo para la vida acuática. El valor de pH > 12 decrecerá rápidamente como resultado de la dilución y carbonatación.
Otros efectos adversos.	No se identifican otros efectos adversos.
13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA EIMININACIÓN	
Métodos para el tratamiento de residuos	La eliminación del óxido de calcio debe ser conforme con la legislación local y nacional. La elaboración, uso o contaminación de este producto podría cambiar las opciones de gestión del residuo. Eliminar el envase y los contenidos no utilizados conforme con los requisitos aplicables en el estado miembro y locales. El embalaje utilizado se refiere sólo al embalaje del producto; no debería reutilizarse para otros propósitos. Después de la utilización, vacíe totalmente el embalaje.
Efectos generales.	Efecto de pH agudo. Aunque este producto es útil para corregir la acidez del agua, un exceso de más de 1 g/l podría ser nocivo para la vida acuática. El valor de pH > 12 decrecerá rápidamente como resultado de la dilución y carbonatación.
Movilidad en el suelo.	El óxido de calcio reacciona con el agua y/o dióxido de carbono para formar, respectivamente, Hidróxido de calcio y/o carbonato de calcio, que son ligeramente solubles, y presentan una baja movilidad en la mayoría de los suelos.
14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE	
El óxido de calcio no se clasifica como peligroso para el transporte Carretera) Durante la transportación no debe entrar en contacto con agua nunca.	
Número ONU.	UN 1910.
Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	Óxido de calcio.
Clase(s) de peligro para el transporte.	Clase 8. El óxido de calcio aparece en la lista de IMDG
Peligros para el medioambiente	Ninguno.

	GERENCIA DE GESTIÓN DE OPERACIONES	Fecha: 30-01-2018	
Hoja de Seguridad de óxido de calcio	Código: SSOMA-OTR-001	Revisión: 3	Página: 8 de 8

Precauciones particulares para los usuarios.	Evite cualquier emisión de polvo durante el transporte, usando cisternas herméticas para polvo y los camiones cubiertos para terrones.
15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA	
Autorizaciones	Proveedor autorizado por Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados- SUNAT para producción, uso venta y transporte de Oxido de Calcio.
Restricciones de uso:	Insumo químico fiscalizado de uso con previa autorización de SUNAT
Evaluación de la seguridad química	Se ha realizado una evaluación de la seguridad química para esta sustancia.
16. OTRA INFORMACIÓN	
Materiales incompatibles	<p>El Óxido de Calcio reacciona exotérmicamente con el agua para dar Hidróxido de Calcio: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 1155 \text{ kJ/kg CaO}$</p> <p>El óxido de calcio reacciona exotérmicamente con ácidos para formar sales cálcicas y con aluminio y bronce en presencia de humedad desprendiendo hidrógeno: $\text{CaO} + 2 \text{ Al} + 7 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}[\text{Al}(\text{OH})_4]_2 + 3 \text{ H}_2$</p>
Productos de descomposición peligrosos.	Ninguno. Información adicional: el óxido de calcio absorbe la humedad y el dióxido de carbono del aire para formar carbonato de calcio, que es un material común en la naturaleza

ANEXO N° 5

CERTIFICADOS DE MANTENIMIENTO Y/O CALIBRACIÓN DE LOS

EQUIPOS



REPORTE DE SERVICIO No. MS002192019 FECHA: 04/12/2019

DATOS DEL CLIENTE

RAZON SOCIAL: PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.
 DIRECCION: AV. SEPARADORA INDUSTRIAL MZ 22 L6 - ATE
 LOCALIZACION: LABORATORIO QUIMICO
 INSTRUMENTO:

LINEA		MODELO	MARCA		
ABSORCION ATOMICA		PINAACLE 900P	PERKIN ELMER		
No De Serie	COD. EQUIPO EN CLIENTE	TIPO DE SERVICIO			
PFBS18122301	LH-185-T	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
No VISITA	PROX. MANTENIM.	TERMINADO	TIPO	SUB TIPO	
1		SI	COBRABLE	SEGUN OTC	
RAZON DEL SERVICIO					
AREA DE FALTA	CAUSA	RAZON INCOMPLETO	USO INHIBIDO		
NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	LABORATORIO		
HORAS DE TRABAJO		HORAS DE VIAJE	NOMBRE DEL RESPONSABLE		TELEFONO
Inicio: 08:00 Termina: 20:00		10:00	ANGEL ROMERO DE LA ROSA		018189700

DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO

SERVICIO SOLICITADO POR EL CLIENTE:

Cliente solicita mantenimiento preventivo y verificación operacional del equipo.

TRABAJOS REALIZADOS:

- Se procede a medir las tensiones de red del suministro eléctrico al equipo dando, L-N=221 VAC, L-T=220 VAC, N-T= 0.1 VAC.
- Se procede con los trabajos de mantenimiento preventivo según los formatos de MP adjuntos.
- Se procede a verificar el funcionamiento del equipo en modo de servicio pasando todos los test correctamente.
- Se procede a verificar pico de longitud de onda del cobre dando 324.70 nm siendo un valor correcto.
- Se procede a verificar energía del cobre dando 84 cuentas de energía después del mantenimiento preventivo.
- Se procede a realizar calibración de longitud de onda con lámparas de As, Cu, Ba y K.
- Se procede a realizar verificación de absorbancia con 5 ppm con nebulizador de alta sensibilidad con separador y flow spoiler dando 0.390 siendo un valor correcto.
- Se procede a realizar las pruebas e verificación operacional IPV pasando las pruebas, se adjunta documento.

CONCLUSIONES:

- Después de los trabajos realizados el equipo se encuentra operativo.
- Equipo pasa las pruebas de verificación operacional IPV.
- Se debe adquirir los repuestos y consumibles para el próximo mantenimiento.

No. DE PARTE	REPUESTOS	CANT.	ORIGEN	S	NECESIDAD	R	U	P
N9301710	ARI FILTER CARTRIDGE 1ST STAGE	1.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		
N9301711	FILTER CARTRIDGE 2ND STAGE (1)	1.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		
N9301714	C2H2 FILTER CARTRIDGE BALSTON	1.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		
09902015	O-RING 0.364 ID 0.070 WD	2.00			CAMBIO INMEDIATO	X		
09926126	ORING-METRIC STD 1.2WD	1.00			CAMBIO INMEDIATO	X		
B3190458	NEBULIZER TUBING ASSEMBLY AANA	2.00			CAMBIO INMEDIATO	X		



REPORTE DE SERVICIO No. MS00219/2019 FECHA: 04/12/2019

DAIOS DEL CLIENTE

RAZON SOCIAL : PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.
 DIRECCION : AV. SEPARADORA INDUSTRIAL M2 22 L6 - AFE

LOCALIZACION INSTRUMENTO: LABORATORIO QUIMICO

No. DE PARTE	REQUISITOS	CANT.	ORIGEN	S	NECESIDAD	R	U	P
03190525	SLIDE ASSY-NEEDLE	1.00			CAMBIO INMEDIATO		X	
09200253	O-RING 0.312 ID 0.070 WD	4.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		
09902147	O-RING	1.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		
09902219	VITON O-RING BURNER HEAD	1.00			PROX. MANTENIMIENTO	X		

R: Recomendado, U: Utilizado, P: Prestado, S: Stock

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

1 El servicio se realizó en la fecha programada	NO	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>								
2 El servicio se realizó en la hora pactada	NO	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>								
3 Entrega de documentos al finalizar el servicio (Reporte, Certificado, Información, Certificado de Verificación, etc.)	NO	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>								
4 El tiempo que tomó en resolver el problema fue	N/A	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>
5 El estado en que se encuentra el equipo después del servicio es	<input type="checkbox"/>											
6 Capacidad para absolver consultas técnicas	<input type="checkbox"/>											

(1=deficiente, 2=mal, 3=regular, 4=bueno, 5=excelente)

SUGERENCIAS:

COMENTARIOS DE LA FACTURA

Científica Andina S.A.C.

Departamento de Servicio Técnico

CIENTIFICA ANDINA S.A.C.
 AREA DE POST VENTA
 Ing. Marco Soto

MARCO SOTO

PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.

FIRMA Y SELLO DEL CLIENTE

Certificado N° : MT-PIDT-1909-59

DETALLE DEL SOLICITANTE :
Cliente : PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.
Dirección : AV. LA FLORESTA NRO. 497 INT. 301 LIMA - LIMA - SAN BORJA
Referencia : O/S N° 02032019000256

DETALLES DEL INSTRUMENTO :
Tipo de Instrumento : Sensor de pH
Marca / Fabricante : OAKTON
Modelo / N° Parte : WD-35805-05
Número de Serie : 378182 (***)
Procedencia : USA

INFORME DE CALIBRACIÓN
ESPECIFICACIONES DEL INSTRUMENTO (*):
Alcance/Rango : -2 - 16 Unid pH
Resolución : 0.01
Controlador : 300 SERIES (S/N: 378182)
Identificación Interna : PORTÁTIL OAKTON 1

MÉTODO DE CALIBRACIÓN :

Procedimiento para la Calibración de medidores de pH PC-020 segunda edición junio 2017 INACAL-SNM

FECHA DE CALIBRACIÓN :

7/09/2019

LUGAR DE CALIBRACIÓN :

IN SITU - LABORATORIO PTAM - SAN JOSE

CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura	20.1 °C
Humedad relativa	31.5%

TRAZABILIDAD DE REFERENCIA:

TRAZABILIDAD N.I.S.T.	N° DE LOTE	F. VENCIMIENTO
Solución de referencia certificada 4.00 pH	8GC347	Mar-20
Solución de referencia certificada 7.00 pH	8GC887	Mar-20
Solución de referencia certificada 10.01 pH	A9190A	Jul-20

RESULTADOS:

Indicación promedio (pH)	valor de referencia (pH)	Error (pH)	incertidumbre (pH)
3.99	4.00	-0.01	0.02
7.05	7.00	0.05	0.03
10.06	10.01	0.05	0.03

Nota: Los resultados de calibración del medidor de pH están dados a temperatura de referencia 20.1 °C (ATC**).

INCERTIDUMBRE:

 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

OBSERVACIONES

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Serie de sensor de pH calibrado 378182 (***)

(**) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

(***) Compensación automática por el controlador para el cálculo de medición.

(****) Se considera serie del controlador, sensor no cuenta con serie.

Fecha de Emisión
 16/09/2019

Responsable de Medición

PIDTECNOLOGIA SAC
 Proyectos Integrales y Desarrollo en Ingeniería
 DIVISIÓN METROLOGÍA

ANEXO N° 6
MARCO LEGAL

FE DE ERRATAS**DECRETO SUPREMO
N° 010-2011-MINAM**

Mediante Oficio N° 429-2011-SCM-PR, la Secretaría del Consejo de Ministros solicita se publique Fe de Erratas del Decreto Supremo N° 010-2011-MINAM, publicado en nuestra edición del día 15 de junio de 2011.

En el Artículo 4°.- De los Plazos de adecuación para las actividades minero metalúrgicas;

DICE:

"(...) en los supuestos establecidos en el artículo primero del presente Decreto Supremo vence el 30 de setiembre del 2015."

DEBE DECIR:

"(...) en los supuestos establecidos en el artículo primero del presente Decreto Supremo vence el 15 de octubre del 2014."

657009-1

CONSIDERANDO:

Que, mediante el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica del citado Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP);

Que, por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente;

Que, el numeral 8.4 del artículo 8° del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM que aprueba las Disposiciones para la Implementación de los ECA para Agua y que fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el 19 de diciembre de 2009, establece que los titulares de las actividades que cuenten con instrumentos de gestión ambiental aprobados por la autoridad competente, los cuales hayan tomado como referencia los valores límite establecidos en el Reglamento de la Ley N° 17752, Ley General de Aguas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-83-SA, deberán actualizar sus Planes de Manejo Ambiental, en concordancia con el ECA para Agua, en un plazo no mayor de un (01) año, contado a partir de su publicación. Dichos Planes deberán ser aprobados por la autoridad competente y el plazo para la implementación de las medidas contenidas en el citado Plan no deberá ser mayor a cinco (05) años a partir de su aprobación;

Que, asimismo, a través del Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, publicado en el Diario Oficial El Peruano el 21 de agosto de 2010, se aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para las descargas de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas; norma que en el numeral 4.3 del artículo 4°, dispone que sólo en los casos que requieran el diseño y puesta en operación de nueva infraestructura de tratamiento para el cumplimiento de los LMP, la Autoridad Competente podrá otorgar un plazo máximo de treinta y seis (36) meses contados a partir de su vigencia, para lo cual el Titular Minero deberá presentar un Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, que describa las acciones e inversiones que se ejecutará para garantizar el cumplimiento de los LMP y justifique técnicamente la necesidad del mayor plazo. El Plan en mención deberá ser presentado dentro de los seis (06) meses contados a partir de la entrada en vigencia del citado Decreto Supremo;

Que, conforme se advierte de las normas mencionadas, los titulares mineros tienen hasta el 19 de diciembre de 2010, para actualizar los Planes de Manejo Ambiental de sus instrumentos de gestión ambiental con el fin de implementar los ECA para Agua. En tanto, podrán presentar hasta el 22 de febrero de 2011 el Plan de Implementación para el Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP);

Que, mediante Oficios N° 1760-2010-MEM-AAM, N° 1965-2010-MEM-AAM, N° 302-2011-MEM-AAM y N° 432-2011-MEM-AAM, el Ministerio de Energía y Minas propone la integración de los plazos para la presentación de los instrumentos de gestión ambiental de las actividades mineras para la implementación de los ECA para Agua y nuevos LMP, argumentando que se han establecido para los titulares mineros, diversas obligaciones de adecuación referidos al cumplimiento de ECA y LMP que implica la actualización y aprobación de sus instrumentos de gestión ambiental, todos ellos vinculados a la calidad del agua;

Que, teniendo en consideración lo sustentado por el Ministerio de Energía y Minas y lo dispuesto en el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley General del Ambiente Ley N° 28611, que establece que en el proceso de revisión

AMBIENTE

Decreto Supremo que integra los plazos para la presentación de los instrumentos de gestión ambiental de las actividades minero - metalúrgicas al ECA para agua y LMP para las descargas de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas

**DECRETO SUPREMO
N° 010-2011-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso; resulta factible unificar los plazos de los dispositivos citados en los párrafos anteriores;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3) del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Ámbito de aplicación

El presente Decreto Supremo se aplica a aquellos titulares de las actividades minero – metalúrgicas que se encuentren en los supuestos regulados en el numeral 8.4 del artículo 8° del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y en el numeral 4.3 del artículo 4° del Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM y que se encuentren en los siguientes supuestos:

1.1. Que a la vigencia de la presente norma, no hayan presentado los Planes de Implementación para el Cumplimiento de los LMP y Plan de Actualización para el cumplimiento de los ECA para Agua.

1.2. Que habiendo cumplido con la presentación de uno de los Planes mencionados en el numeral anterior conforme lo determine el Ministerio de Energía y Minas, requieran acogerse en lo que corresponda al Plan no presentado.

1.3. Que habiendo cumplido con presentar ambos Planes opten por acogerse a los plazos previstos en el presente Dispositivo, previa solicitud de adecuación al Plan Integral y conformidad del Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 2°.- Del Plan Integral

Los titulares de las actividades minero-metalúrgicas que se encuentren en los supuestos establecidos en el artículo primero del presente Decreto Supremo, deberán presentar el correspondiente Plan Integral para la Adecuación e Implementación de sus actividades a los Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas aprobados por Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM y a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, al que en adelante se lo denominará Plan Integral.

Artículo 3°.- De la presentación del Plan Integral

El plazo máximo para la presentación del Plan Integral, vence el 31 de agosto del 2012.

Corresponde al Ministerio de Energía y Minas aprobar y publicar los Términos de Referencia correspondientes, dentro del plazo antes señalado. Así como, revisar, evaluar y aprobar, de ser el caso, el Plan Integral, en un plazo de tres (03) meses contados a partir de su presentación.

Artículo 4°.- De los plazos de adecuación para las actividades minero metalúrgicas

El plazo máximo para la adecuación a los nuevos LMP de las actividades de los titulares que se encuentran en los supuestos establecidos en el artículo primero del presente Decreto Supremo vence el 30 de setiembre del 2015.

En tanto, el plazo máximo previsto en el numeral 8.4 del artículo 8° del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM para la implementación del ECA para Agua se mantiene, debiendo cumplirse hasta el 19 de diciembre de 2015.

Artículo 5°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y Ministro de Energía y Minas.

Disposiciones Complementarias

Primera .- El Ministerio de Energía y Minas, en el ámbito de sus competencias, podrá establecer

disposiciones complementarias para la implementación del Plan Integral; sin perjuicio, de lo dispuesto en el literal j) del artículo 4° de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – Ley 28245 y el literal e) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013.

Segunda.- Aquellos titulares mineros-metalúrgicos que acojan a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo no les será aplicable el plazo dispuesto en el segundo párrafo del Numeral 4.3 del artículo 4° del Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM.

Tercera.- El incumplimiento de los plazos dispuestos por el presente Decreto Supremo será materia de sanción administrativa.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los catorce días del mes de junio del año dos mil once.

ALAN GARCÍA PÉREZ

Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG

Ministro del Ambiente

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA

Ministro de Energía y Minas

653355-3

la Ministra de Economía y Finanzas y por el Ministro de Transportes y Comunicaciones.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

MERCEDES ARÁOZ FERNÁNDEZ
Ministra de Economía y Finanzas

ENRIQUE CORNEJO RAMÍREZ
Ministro de Transportes y Comunicaciones

533964-6

Autorizan viaje de funcionario de OSIPTEL a Colombia para participar en eventos organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

RESOLUCIÓN SUPREMA
N° 194-2010-PCM

Lima, 20 de agosto de 2010

Vista, la Carta N° 816-GG.RI/2010 del Gerente General del Consejo Directivo del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL; y,

CONSIDERANDO:

Que, por comunicación de fecha 27 de julio de 2010 la Asesora en Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos del Centro de Excelencia para la Región Américas de la Oficina Regional de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT para las Américas ha invitado al Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL a participar en la "I Reunión del Comité Estratégico y de Calidad del Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT", así como en el "IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información en Telecomunicación - TIC en la Región Américas", a llevarse a cabo en la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 30 de agosto al 3 de setiembre de 2010;

Que, los mencionados eventos son organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y cuentan con la colaboración de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia;

Que, las citadas reuniones congregarán a los expertos de la región de los organismos reguladores de telecomunicaciones y de las instituciones que forman parte de la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas de la UIT;

Que, en atención al prestigio internacional del OSIPTEL, este organismo ha sido reconocido e incorporado a la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas, habiéndose firmado para ello, el 3 de octubre de 2008, el Acuerdo de Participación de dicha Red de Nodos entre el OSIPTEL y la UIT;

Que, en el marco de este Acuerdo, el OSIPTEL y la UIT realizan actividades conjuntas con la finalidad de fortalecer las capacidades de los funcionarios del OSIPTEL, siendo la línea de contar con un mecanismo regional que fortalezca la capacidad de generar conocimiento y experiencia para el talento humano de más alto nivel de la Región Américas y contribuir a su capacitación y desarrollo;

Que, en el IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Región Américas se tratarán importantes temas del sector, tales como la participación empresarial necesaria para el aporte de las TIC al desarrollo social, las redes de bajo costo en la inclusión digital, las aplicaciones TIC en las Américas, la regulación de aplicaciones, contenidos y televisión digital;

Que, en este sentido, la participación en estos eventos permitirá obtener recursos y generar la posibilidad de capacitación a los funcionarios del OSIPTEL en políticas de telecomunicaciones, gestión o gerencia de telecomunicaciones, nuevas tecnologías, servicios de telecomunicaciones y regulación de las telecomunicaciones;

Que, el señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales además de ser el Gerente General del OSIPTEL es responsable de las coordinaciones con el Centro de Excelencia de las Américas de la UIT, por lo cual su participación permitirá un adecuado intercambio de experiencias e información sobre temas muy importantes para la regulación de los servicios públicos de telecomunicaciones y las políticas de capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los recursos humanos del sector;

Que, la UIT asumirá los costos del pasaje aéreo del citado funcionario, correspondiendo asumir al OSIPTEL, con cargo a su presupuesto, los gastos por concepto de viáticos y tarifa única por uso de aeropuerto;

De conformidad con lo establecido por la Ley N° 27619, Ley que regula la autorización de viajes al exterior de funcionarios y servidores públicos del Poder Ejecutivo; su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 047-2002-PCM; la Ley N° 29289, la Ley N° 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010; y el Reglamento de Organización y Funciones de la Presidencia del Consejo de Ministros, aprobado por el Decreto Supremo N° 063-2007-PCM; y,

Estando a lo acordado;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el viaje del señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales, Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL, a la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 29 de agosto al 4 de setiembre de 2010, para los fines expuestos en la parte considerativa de la presente resolución.

Artículo 2°.- Los gastos que irrogue el cumplimiento de la presente resolución se efectuarán con cargo al presupuesto del OSIPTEL, de acuerdo al siguiente detalle:

Tarifa Única por Uso de Aeropuerto	US\$ 31,00
Viáticos	US\$ 1 200,00

Artículo 3°.- Dentro de los quince (15) días calendario siguientes de efectuado el viaje, el referido funcionario deberá presentar a su institución un informe detallado describiendo las acciones realizadas, los resultados obtenidos y la rendición de cuentas por los viáticos entregados.

Artículo 4°.- La presente Resolución no otorga derecho a exoneración o liberación de impuestos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

533964-7

AMBIENTE

Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas

DECRETO SUPREMO
N° 010-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA:

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el artículo 32° de la Ley N° 28611 modificado por el Decreto Legislativo N° 1055, establece que la determinación del Límite Máximo Permisible - LMP, corresponde al Ministerio del Ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por éste y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, modificado por el Decreto Legislativo N° 1039, establece como función específica de dicho Ministerio elaborar los ECA y LMP, de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 011-96-EM-VMM, se aprobaron los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos;

Que, el conocimiento actual de las condiciones de biodisponibilidad y biotoxicidad de los elementos que contiene los efluentes líquidos descargados al ambiente por acción antrópica y la forma en la que éstos pueden afectar los ecosistemas y la salud humana, concluyen que es necesario que los LMP se actualicen para las Actividades Minero-Metalúrgicas, a efecto que cumplan con los objetivos de protección ambiental;

Que, el Ministerio de Energía y Minas ha remitido una propuesta de actualización de LMP para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas, la misma que fue publicada para consulta y discusión pública en el Diario Oficial El Peruano habiéndose recibido comentarios y observaciones que han sido debidamente meritados;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Objeto

Aprobar los Límites Máximos Permisibles - LMP, para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas de acuerdo a los valores que se indica en el Anexo 01 que forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- Ámbito de Aplicación

El presente Decreto Supremo es aplicable a todas las actividades minero-metalúrgicas que se desarrollen dentro del territorio nacional.

Artículo 3°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos y definiciones:

3.1 **Autoridad Competente.**- Autoridad que ejerce las funciones de evaluación y aprobación de los instrumentos de gestión ambiental de la actividad minero-metalúrgica. En el caso de la gran y mediana minería dicha Autoridad Competente es el Ministerio de Energía y Minas, mientras que para la pequeña minería y minería artesanal son los Gobiernos Regionales.

3.2 **Efluente Líquido de Actividades Minero - Metalúrgicas.**- Es cualquier flujo regular o estacional de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores, que proviene de:

a) Cualquier labor, excavación o movimiento de tierras efectuado en el terreno cuyo propósito es el

desarrollo de actividades mineras o actividades conexas, incluyendo exploración, explotación, beneficio, transporte y cierre de minas, así como campamentos, sistemas de abastecimiento de agua o energía, talleres, almacenes, vías de acceso de uso industrial (excepto de uso público), y otros;

b) Cualquier planta de procesamiento de minerales, incluyendo procesos de trituración, molienda, flotación, separación gravimétrica, separación magnética, amalgamación, reducción, tostación, sinterización, fundición, refinación, lixiviación, extracción por solventes, electrodeposición y otros;

c) Cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales asociado con actividades mineras o conexas, incluyendo plantas de tratamiento de efluentes mineros, efluentes industriales y efluentes domésticos;

d) Cualquier depósito de residuos mineros, incluyendo depósitos de relaves, desmontes, escorias y otros;

e) Cualquier infraestructura auxiliar relacionada con el desarrollo de actividades mineras; y,

f) Cualquier combinación de los antes mencionados.

3.3 **Ente Fiscalizador.**- Autoridad que ejerce las funciones de fiscalización y sanción de la actividad minera-metalúrgica; para la gran y mediana minería será el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, hasta que el Organismo de Evaluación y Fiscalización del Ambiente - OEFA asuma dichas funciones, y para la pequeña minería y minería artesanal de los Gobiernos Regionales.

3.4 **Límite Máximo Permisible (LMP).**- Medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente líquido de actividades minero-metalúrgicas, y que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental.

3.5 **Límite en cualquier momento.**- Valor del parámetro que no debe ser excedido en ningún momento. Para la aplicación de sanciones por incumplimiento del límite en cualquier momento, éste deberá ser verificado por el fiscalizador o la Autoridad Competente mediante un monitoreo realizado de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes.

3.6 **Límite promedio anual.**- Valor del parámetro que no debe ser excedido por el promedio aritmético de todos los resultados de los monitoreos realizados durante los últimos doce meses previos a la fecha de referencia, de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes y el Programa de Monitoreo.

3.7 **Monitoreo de Efluentes Líquidos.**- Evaluación sistemática y periódica de la calidad de un efluente en un Punto de Control determinado, mediante la medición de parámetros de campo, toma de muestras y análisis de las propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas de las mismas, de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes.

3.8 **Parámetro.**- Cualquier elemento, sustancia o propiedad física, química o biológica del efluente líquido de actividades minero-metalúrgicas que define su calidad y que se encuentra regulado por el presente Decreto Supremo.

3.9 **Punto de Control de Efluentes Líquidos.**- Ubicación aprobada por la Autoridad Competente en la cual es obligatorio el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles.

3.10 **Programa de Monitoreo.**- Documento de cumplimiento obligatorio por el titular minero, contiene la ubicación de los puntos de control de efluentes y cuerpo receptor, los parámetros y frecuencias de monitoreo de cada punto para un determinado centro de actividades minero - metalúrgicas.

Es aprobado por la Autoridad Competente como parte de la Certificación Ambiental y puede ser modificado por ésta de oficio o a pedido de parte, a efectos de eliminar, agregar o modificar puntos de control del efluente y cuerpo

receptor, parámetros o frecuencias, siempre que exista el sustento técnico apropiado. El Ente Fiscalizador podrá recomendar las modificaciones que considere apropiadas a consecuencia de las acciones de fiscalización.

El Programa de Monitoreo considerará, además de los parámetros indicados en el presente anexo, los parámetros siguientes:

- a) Caudal
- b) Conductividad eléctrica
- c) Temperatura del efluente
- d) Turbiedad

La autoridad Competente podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

3.11 Protocolo de Monitoreo.- Norma aprobada por el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con el Ministerio del Ambiente, en la que se indican los procedimientos que se deben seguir para el monitoreo del cuerpo receptor y de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas. Sólo será considerado válido el monitoreo realizado de conformidad con este Protocolo, su cumplimiento es materia de fiscalización.

3.12 Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP.- Documento mediante el cual el Titular Minero justifica técnicamente la necesidad de un plazo de adecuación mayor al indicado, de acuerdo al artículo 4° numeral 4.2. del presente Decreto Supremo, el cual describe las acciones e inversiones que ejecutará para garantizar el cumplimiento de los LMP. Este Plan se incorporará al correspondiente estudio ambiental y de ser el caso será parte de la actualización del plan de manejo ambiental señalada en el artículo 30° del Reglamento de la Ley N° 27446, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.

3.13 Titular Minero.- Es la persona natural o jurídica que ejerce la actividad minera.

Artículo 4°.- Cumplimiento de los LMP y plazo de adecuación

4.1 El cumplimiento de los LMP que se aprueban por el presente dispositivo es de exigencia inmediata para las actividades minero - metalúrgicas en el territorio nacional cuyos estudios ambientales sean presentados con posterioridad a la fecha de la vigencia del presente Decreto Supremo.

4.2 Los titulares mineros que a la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo cuenten con estudios ambientales aprobados, o se encuentren desarrollando actividades minero - metalúrgicas, deberán adecuar sus procesos, en el plazo máximo de veinte (20) meses contados a partir de la entrada en vigencia de este dispositivo, a efectos de cumplir con los LMP que se establecen.

Los titulares mineros que hayan presentado sus estudios ambientales con anterioridad a la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo y son aprobados con posterioridad a éste, computarán el plazo de adecuación a partir de la fecha de expedición de la Resolución que apruebe el Estudio Ambiental.

4.3 Sólo en los casos que requieran el diseño y puesta en operación de nueva infraestructura de tratamiento para el cumplimiento de los LMP, la Autoridad Competente podrá otorgar un plazo máximo de treinta y seis (36) meses contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo, para lo cual el Titular Minero deberá presentar un Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, que describa las acciones e inversiones que se ejecutará para garantizar el cumplimiento de los LMP y justifique técnicamente la necesidad del mayor plazo.

El Plan en mención deberá ser presentado dentro de los seis (06) meses contados a partir de la entrada en vigencia del presente dispositivo.

Mediante Resolución Ministerial, el Ministerio de Energía y Minas aprobará los criterios y procedimientos para la evaluación de los Planes de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, así como los Términos de Referencia que determinen su contenido mínimo.

Artículo 5°.- Prohibición de dilución o mezcla de Efluentes

De acuerdo con lo previsto en el artículo 113° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, todo Titular Minero tiene el deber de minimizar sus impactos sobre las aguas naturales, para lo cual debe limitar su consumo de agua fresca a lo mínimo necesario.

No está permitido diluir el efluente líquido con agua fresca antes de su descarga a los cuerpos receptores con la finalidad de cumplir con los LMP establecidos en el artículo 1° del presente Decreto Supremo.

Asimismo, no está permitida la mezcla de efluentes líquidos domésticos e industriales, a menos que la ingeniería propuesta para el tratamiento o manejo de aguas, así lo exija, lo cual deberá ser justificado técnicamente por el Titular Minero y aprobado por la autoridad Competente.

Artículo 6°.- Resultados del monitoreo

La Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas, es responsable de la administración de la base de datos de monitoreo de efluentes líquidos y calidad de agua de todas las actividades minero - metalúrgicas; los titulares mineros están obligados a reportar a dicha Dirección General los resultados del monitoreo realizado. Asimismo, el Ente Fiscalizador deberá remitir a la citada Dirección General los resultados del monitoreo realizado como parte de sus actividades de fiscalización.

La Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros garantizará el acceso oportuno y eficiente a la base de datos al Ente Fiscalizador. Asimismo, deberá elaborar dentro de los primeros sesenta (60) días calendario de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo reportados por los titulares mineros durante el año anterior, el cual será remitido al Ministerio del Ambiente.

Artículo 7°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización y sanción por el incumplimiento de los LMP aprobados en el presente Decreto Supremo, así como de la ejecución del Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP está a cargo del Ente Fiscalizador; quien en el desarrollo de sus funciones, recurrirá, entre otros, a la base de datos de monitoreo ambiental administrada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 8°.- Coordinación interinstitucional

Si en el ejercicio de su función de fiscalización, supervisión y/o vigilancia, alguna autoridad toma conocimiento de la ocurrencia de alguna infracción ambiental relacionada al incumplimiento de los LMP aprobados por el presente dispositivo, y cuya sanción no es de su competencia, deberá informar al Ente Fiscalizador correspondiente o a la autoridad competente, adjuntando la documentación correspondiente.

Artículo 9°.- Regímenes de Excepción

De manera excepcional, la Autoridad Competente podrá exigir el cumplimiento de límites de descarga más rigurosos a los aprobados por el presente Decreto Supremo, cuando de la evaluación del correspondiente instrumento de gestión ambiental se concluya que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento del respectivo Estándar de Calidad Ambiental - ECA.

Artículo 10°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Energía y Minas.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- El Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con el Ministerio del Ambiente aprobará el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos en un plazo no mayor de doscientos cincuenta (250) días calendario contados a partir de su entrada en vigencia del presente Decreto Supremo.

Segunda.- En el plazo máximo de sesenta (60) días calendario contados a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, el Ministerio de Energía y

Minas aprobará los Términos de Referencia conforme a los cuales deba elaborarse el Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, así como el procedimiento de evaluación de dichos planes.

Tercera.- En el plazo de dos (02) años contados a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, el Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas evaluará la necesidad de establecer nuevos LMP para los siguientes parámetros:

- Nitrógeno amoniacal
- Nitrógeno como nitratos
- Demanda Química de Oxígeno
- Aluminio
- Antimonio
- Manganeso
- Molibdeno
- Níquel
- Fenol
- Radio 226
- Selenio
- Sulfatos

Para tal efecto, el Ministerio de Energía y Minas dispondrá la modificación de los Programas de Monitoreo de las actividades mineras en curso de modo que se incluyan los parámetros aquí mencionados.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- Hasta la aprobación del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos se aplicará supletoriamente, el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua, aprobado por Resolución Directoral N° 004-94-EM/DGAA.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Deróguese la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, salvo los artículos 7°, 9°, 10°, 11° y 12°, así como los Anexos 03, 04, 05 y 06, los cuales mantienen su vigencia hasta la aprobación y entrada en vigencia del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de agosto del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA
Ministro de Energía y Minas

ANEXO 01

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO - METALÚRGICAS

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

(*) En muestra no filtrada

- Los valores indicados en la columna "Límite en cualquier momento" son aplicables a cualquier muestra colectada por el Titular Minero, el Ente Fiscalizador o la Autoridad Competente, siempre que el muestreo y análisis hayan sido realizados de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes del Ministerio de Energía y Minas; en este Protocolo se establecerán entre otros aspectos, los niveles de precisión, exactitud y límites de detección del método utilizado.

- Los valores indicados en la columna "Promedio anual" se aplican al promedio aritmético de todas las muestras colectadas durante el último año calendario previo a la fecha de referencia, incluyendo las muestras recolectadas por el Titular Minero y por el Ente Fiscalizador siempre que éstas hayan sido recolectadas y analizadas de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes del Ministerio de Energía y Minas

533964-1

COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO

Autorizan viaje de representante de PROMPERÚ a la República Popular China para participar en la Feria "Asia Fruit Logística 2010"

RESOLUCIÓN SUPREMA N° 103-2010-MINCETUR

Lima, 20 de agosto de 2010

Visto el Oficio N° 301-2010-PROMPERU/SG, de la Secretaría General de la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ.

CONSIDERANDO:

Que, la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ, es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, competente para proponer y ejecutar los planes y estrategias de promoción de bienes y servicios exportables, así como de turismo interno y receptivo, promoviendo y difundiendo la imagen del Perú en materia turística y de exportaciones;

Que, PROMPERÚ, conjuntamente con cuatro empresas agroexportadoras y cinco gremios exportadores nacionales, han programado su participación en la Feria "ASIA FRUIT LOGÍSTICA 2010", organizado por la empresa Messe Berlin GmbH, a realizarse en la ciudad de Hong Kong, República Popular China, del 8 al 10 de setiembre del 2010, con el objetivo de promover las exportaciones de frutas y hortalizas frescas en el mercado asiático, a fin de consolidar nuestra presencia como país abastecedor de frutas y hortalizas de calidad;

Que, la participación de PROMPERÚ en este evento permitirá evaluar la participación de las empresas peruanas exportadoras en dicho mercado, así como conocer los aspectos de la cadena de comercialización y distribución de frutas y hortalizas entre las ciudades chinas de Hong Kong y Guangzhou;

Que, la Secretaría General de PROMPERÚ ha solicitado que se autorice el viaje del señor Víctor Germán Sarabia Molina, quien presta servicios en dicha entidad, para que en representación de PROMPERÚ, participe en la referida feria, realizando acciones de promoción de las exportaciones de importancia para el país y coordinando cuanto se refiere a la instalación del stand peruano;

Que, la Ley N° 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010, prohíbe los viajes al exterior con cargo a recursos públicos, salvo los casos excepcionales que la misma Ley señala, entre ellos, los viajes que se efectúen en el marco de las acciones de promoción de importancia para el Perú, los que deben realizarse en categoría económica y ser autorizados por Resolución Suprema;

De conformidad con el Decreto de Urgencia N° 001-2010, la Ley N° 27790, de Organización y Funciones del

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón); y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Títicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₇ - C ₁₂)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organoclorados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeni Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos N (NO₃⁻ N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ($\text{NO}_2\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO_2).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CA Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CA Bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FISICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$)	mg/L	10	**
Nitritos ($\text{NO}_2\text{-N}$)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Niquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella spp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FISICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Didoro Difetil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Piomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexadecano	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3).

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
 - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

(2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	2,50	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.

- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2

ANEXO N° 7

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: REDUCCIÓN DE MANGANESO MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LECHADA DE CAL EN EL AGUA DE MINA DE LA UNIDAD MINERA HUARON – 2019

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL: ¿En qué medida se reducirá el manganeso mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019?</p> <p>ESPECÍFICOS: - ¿Cuál será el pH apropiado para la</p>	<p>GENERAL: Evaluar qué la reducción de manganeso se logre mediante la dosificación de lechada de cal en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019</p> <p>ESPECÍFICOS: - Determinar el pH apropiado para la</p>	<p>GENERAL: Evaluando los resultados de la dosificación de lechada de cal se logrará reducir el manganeso en el agua de mina de la Unidad Minera Huaron – 2019</p> <p>ESPECÍFICOS: - Si logramos determinar el pH</p>	<p>INDEPENDIENTE: Lechada de cal.</p> <p>DEPENDIENTE: Reducción de manganeso.</p>	<p>pH</p> <p>Composición química (antes, durante y después del tratamiento)</p>	<p>pH 8.50 pH 9.50 pH 10.50</p> <p>Manganeso (Mn) pH</p>	<p>TIPO: Aplicada</p> <p>NIVEL: Experimental</p>

<p>reducción de manganeso en el agua de mina? - ¿Cuál será el impacto de la prueba sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José)?</p>	<p>reducción de manganeso en el agua de mina. - Determinar el impacto de la prueba sobre la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José).</p>	<p>apropiado podremos reducir el manganeso en el agua de mina. - Si determinamos el impacto de la prueba lograremos reducir la concentración de manganeso en el cuerpo receptor (río San José).</p>				
--	--	---	--	--	--	--

ANEXO N° 8

FOTOGRAFÍA COMPELNTARIA DE LA INVESTIGACIÓN

Fotografía 1. Canal de ingreso de agua de mina hacia la Planta de Tratamiento



Fotografía 2. Ingreso de agua a la poza de tratamiento



Fotografía 3. Segunda tela ya no se presencia solidos



Fotografía 4. Tercera tela los sólidos ya han precipitado



Fotografía 5. Agua tratada

