

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Cumplimiento de los límites máximos permisibles de los efluentes  
mineros metalúrgicos en la Unidad Minera Corihuarmi**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Julinho Saturnino INZA CARHUACHIN**

**Asesor:**

**Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Cumplimiento de los límites máximos permisibles de los efluentes  
mineros metalúrgicos en la Unidad Minera Corihuarmi**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Edwin Elias SÁNCHEZ ESPINOZA  
**PRESIDENTE**

---

Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI  
**MIEMBRO**

---

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión  
Facultad de Ingeniería de Minas  
Unidad de Investigación

## INFORME DE ORIGINALIDAD N°131-JUIFIM-2023

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bachiller: INZA CARHUACHIN Julinho Saturnino**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

**CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LOS  
EFLUENTES MINERO METALURGICOS EN LA UNIDAD MINERA  
CORIHUARMI**

Asesor:

ING. Toribio García Contreras

Índice de Similitud: 07%

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 15 de setiembre del 2023

  
.....  
**Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO**  
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA DE MINAS

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es especialmente dedicado a mi padre Saturnino y a mi madre Dora, por haberme dado la vida y apoyarme, tanto en mi formación personal, como académica que me ha permitido llegar hasta estas instancias de mi formación, por el cariño infinito que me brindan a diario y por la confianza que tienen en mi persona, también a mis hermanos quienes quiero y respeto mucho, por compartir gratos momentos a su lado y estar siempre dispuestos a ayudarme ante cualquier adversidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Dar las gracias a Dios por darme sabiduría y fortaleza para afrontar los problemas que se presenta a diario, tanto personal, como laboral.

También agradecer de manera grata al Ing. Edwin Sánchez Espinoza, Gerente General de la Empresa Minera CORIHUARMI , por permitir realizar mi proyecto de investigación "tesis" en dicha empresa.

## RESUMEN

La presente tesis que lleva por título: “CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES MINEROS METALURGICOS EN LA UNIDAD MINERA CORIHUARMI”, plantea como objetivo general el de Verificar el grado de cumplimiento de los límites máximos permisibles para efluentes minero metalúrgicos de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA. La hipótesis principal fue: El grado de cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos se encuentran debajo de los límites máximos permisibles establecidos para las actividades mineras por la normativa ambiental en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA. Respecto a la metodología, la investigación es de tipo aplicativo, con un nivel descriptivo, y el diseño es no experimental y la técnica utilizada fue la observación, documental, trabajo de campo.

Como conclusiones se llegó a lo siguiente:

- Toma de muestras de los efluentes: 4 estaciones de monitoreo muestran el PH niveles inferiores al LMP.
- Calidad de aguas superficiales: en 4 puntos de monitoreo se detectaron que sus valores no se encuentran dentro de lo exigido y en 5 puntos de monitoreo el valor del Fe. Se encuentran por encima de lo normal.
- Calidad de aguas subterráneas: en los puntos 09, 15 no cumplen con los LMP y en 5 puntos no cumplen con el LMP para el FE.
- Monitoreo del aire: el valor del PM-10 no supera el valor del ECA.

**Palabras claves:** LMP. Efluentes, Monitoreo, calidad de agua, calidad del aire.

## ABSTRACT

This thesis, which is titled: "COMPLIANCE WITH THE MAXIMUM PERMISSIBLE LIMITS OF METALLURGICAL MINING EFFLUENTS IN THE CORIHUARMI MINING UNIT", proposes as a general objective to Verify the degree of compliance with the maximum permissible limits for metallurgical mining effluents of the Unit. Minera Corihuarmi of the Minera IRL SA Company. The main hypothesis was: The degree of compliance of the metallurgical mining effluents is below the maximum permissible limits established for mining activities by environmental regulations in the Corihuarmi Mining Unit of the Mining Company IRL SA. Regarding the methodology, the research is of an application type, with a descriptive level, and the design is non-experimental and the technique used was observation, documentary, and field work.

The following conclusions were reached:

- Sampling of effluents: 4 monitoring stations show PH levels lower than the LMP.
- Quality of surface waters: at 4 monitoring points it was detected that their values are not within what is required and at 5 monitoring points the value of Fe is above normal.
- Groundwater quality: in points 09, 15 they do not comply with the LMP and in 5 points they do not comply with the LMP for the FE.
- Air monitoring: the PM-10 value does not exceed the ECA value.

**Keywords:** LMP. Effluents, Monitoring, water quality, air quality.

## INTRODUCCIÓN

Existen normativas que ayudan a preservar los estándares de calidad y controlar los efectos del impacto medio ambiental que se podrían generarse.

Al analizar todo el proceso productivo de la actividad minera vemos que hay una estrecha relación de la conservación del medio ambiente (agua, aire, suelo, flora, fauna) y las actividades mineras como los depósitos de desmonte, relaves, lixiviación, lixiviación, rellenos, procesos metalúrgicos.

El motivo de esta tesis es el de evitar o generar un impacto negativo al medio ambiente para lo cual se monitorea estas actividades y detectar las zonas de críticas y los elementos de riesgos.

Todo esto en la Empresa Corihuarmi nos lleva a evaluar mediante un monitoreo de los límites máximos permisibles de los efluentes minero metalúrgico y ver su grado de cumplimiento de acuerdo a las normas ambientales que establece el estado

En lo referido a la estructura del trabajo, se realizará por capítulos de la siguiente manera:

El capítulo I trata sobre el planteamiento del problema sobre calidad de aguas superficiales y subterráneas y del aire, abarcando el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de las variables. Delimitación de la investigación y limitaciones.

El Capítulo II, se ocupa del Marco Teórico donde analizamos los antecedentes de la investigación sobre calidad de aguas superficiales y subterráneas y del aire en las diferentes empresas mineras. Se analizará las diferentes bases teóricas propuestas por autores que mencionamos

Seguidamente, el Capítulo III, trata sobre la Metodología empleada, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV realizamos resultados de la evaluación de la calidad de aguas superficiales y subterráneas y del aire.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones

También se indica las referencias bibliográficas de todos los autores utilizados para esta investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la Investigación .....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. delimitación temporal.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problema Específicos.....	2
1.4. Formulación de Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas científicas.....	9
2.1.1 Aspectos legales .....	9
2.1.2 Contaminación del agua.....	14
2.1.3 La actividad minera y la contaminación del agua.....	21
2.1.4 Contaminación atmosférica. ....	27
2.3. Definición de términos básicos .....	34
2.4. Formulación de la hipótesis .....	37
2.4.1. Hipótesis general.....	37
2.4.2. Hipótesis específicas .....	38
2.5. Identificación de variables.....	38
2.5.1. Variables para la hipótesis general.....	38
2.5.2. Variables para la hipótesis específicas .....	38
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	39

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1 Tipo de investigación .....	40
3.2 Nivel de investigación .....	40
3.3 Métodos de investigación .....	41
3.4 Diseño de investigación .....	41
3.5 Población y muestra .....	41
3.5.1 Población .....	41

3.5.2	Muestra .....	41
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	41
3.6.1	Técnicas.....	42
3.6.2	Instrumentos.....	42
3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	42
3.8	Orientación ética filosófica y epistémica.....	42

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo .....	43
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	52
4.3	Prueba de hipótesis .....	74
4.4	Discusión de resultados.....	77

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Recursos hídricos, disponibilidad.....	16
Figura 2 Presión sobre el agua en el Perú .....	17
Figura 3 Causas no estructuradas .....	19
Figura 4 Causas estructuradas de la contaminación.....	20
Figura 5 Contaminación por vertimientos urbanos .....	20
Figura 6 Fuentes de contaminación a los recursos hídricos.....	21
Figura 7 Típica de una plataforma de perforación.....	22
Figura 8 Uso de agua en el campamento minero, etc .....	23
Figura 9 Balance global en una operación minera típica.....	23
Figura 10 Ejemplo típico para el cierre de una Galería Subterránea mediante el uso de tapones.....	24
Figura 11 Ejemplo típico del cierre de una relavera - se aprecia los canales de captación de esorrentías .....	25
Figura 12 Ejemplo típico del cierre de un Tajo Abierto – Laguna Artificial .....	25
Figura 13 Contaminación industrial.....	26
Figura 14 Ubicación de la Mina Corihuarmi.....	44
Figura 15 Vista de las instalaciones y tajos de la mina Corihuarmi .....	47
Figura 16 Ubicación de los puntos de monitoreo de los efluentes.....	52
Figura 17 Comportamiento del PH.....	55
Figura 18 Comportamiento de TSS (mg/l).....	55
Figura 19 Comportamiento plomo Pb (mg/l).....	56
Figura 20 Comportamiento Cobre Cu (mg/l) .....	56

Figura 21 Comportamiento Zinc Zn (mg/l).....	57
Figura 22 Comportamiento Hierro Fe (mg/l).....	58
Figura 23 Comportamiento Arsénico -As (mg/l) .....	58
Figura 24 Comportamiento Cianuro total -CN total (mg/l).....	59
Figura 25 Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales .....	60
Figura 26 Comportamiento PH.....	63
Figura 27 Comportamiento Solidos Totales Suspendidos .....	63
Figura 28 Comportamiento plomo - Pb (mg/l) .....	64
Figura 29 Comportamiento Cobre -Cu (mg/l) .....	65
Figura 30 Comportamiento Zinc -Zn (mg/l).....	65
Figura 31 Comportamiento Hierro -Fe (mg/l).....	66
Figura 32 Comportamiento Arsénico -As (mg/l) .....	67
Figura 33 Comportamiento Cianuro WAD (mg/l) .....	67
Figura 34 Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas subterráneas .....	68
Figura 35 Comportamiento PH.....	71
Figura 36 Comportamiento Solidos disueltos totales -SDT (mg/l) .....	71
Figura 37 Comportamiento plomo Pb (mg/l).....	72
Figura 38 Comportamiento Cobre -Cu (mg/l) .....	73
Figura 39 Comportamiento Zinc -Zn (mg/l).....	73
Figura 40 Comportamiento Hierro -Fe (mg/l).....	74
Figura 41 Comportamiento Arsénico -As (mg/l) .....	75
Figura 42 Ubicación de los puntos de monitoreo del aire .....	76
Figura 43 Resultados del material particulado PM-10 .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas.....	11
Tabla 2 Operacionalización de variables e indicadores.....	39
Tabla 3 Accesibilidad a la mina Corihuarmi.....	45
Tabla 4 Puntos de monitoreo .....	52
Tabla 5 Muestreo de efluentes.....	53
Tabla 6 Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales.....	60
Tabla 7 Muestreo en agua superficial Unidad Corihuarmi .....	61
Tabla 8 Ubicación de los puntos de monitoreo.....	68
Tabla 9 Muestreo en agua subterránea Unidad Corihuarmi .....	69
Punto de monitoreo de aire .....	75
Tabla 10 Ubicación de punto de monitoreo.....	75
Tabla 11 Resultados de PM-10.....	76

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En el contexto económico peruano la actividad minera se encuentra entre las reconocidas e importantes que se desarrollan en nuestro país.

Vemos que ocupa uno de los primeros lugares en producción de metales como plata, cobre, oro, zinc, plomo, molibdeno a nivel de América Latina como a nivel mundial. Por otra parte, el sector minero representa un aporte sustancial al desempeño económico nacional en impuestos, canon; pero a la vez sus actividades en muchas empresas mineras afectan al medio ambiente, afectando al agua, aire, suelo, flora, fauna.

No obstante, existen normativas que ayudan a preservar los estándares de calidad y controlarlos efectos del impacto medio ambiental que se podrían generarse.

Al analizar todo el proceso productivo de la actividad minera vemos que hay una estrecha relación de la conservación del medio ambiente (agua, aire, suelo, flora, fauna) y las actividades mineras como los depósitos de desmonte, relaves, lixiviación, lixiviación, rellenos, procesos metalúrgicos.

El motivo de esta tesis es el de evitar o generar un impacto negativo al medio ambiente para lo cual se monitorea estas actividades y detectar las zonas de críticas y los elementos de riesgos.

Todo esto en la Empresa Corihuarmi nos lleva a evaluar mediante un monitoreo de los límites máximos permisibles de los efluentes minero metalúrgico y ver su grado de cumplimiento de acuerdo a las normas ambientales que establece el estado.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Nuestra tesis se llevará a cabo en el lugar de operaciones de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA., ubicada en la región central del Perú entre las localidades de Lima y la provincia de Huancayo específicamente en la localidad de Yauyos, en la jurisdicción distrital de Huantan y Chongos Alto

### **1.2.2. delimitación temporal**

El tiempo estimado para la realización de la tesis en el año 2022 se entenderá entre julio y diciembre.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?

### **1.3.2. Problema Específicos**

#### **Problema específico a.**

¿Cuál es la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?

### **Problema específico b.**

¿Cuál es la calidad del aire en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Verificar el grado de cumplimiento de los límites máximos permisibles para efluentes minero metalúrgicos de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

#### **Objetivo específico a**

Determinar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

#### **Objetivo específico b**

Determinar la calidad del aire en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

## **1.5. Justificación de la investigación**

La investigación que realizamos justifica su ejecución porque nos permitirá conocer los resultados del monitoreo que realizamos tanto para el agua superficial, subterráneo y el aire y poder determinar si se están cumpliendo con los límites máximos permisibles para las actividades minero metalúrgicos y si no es así tomar las medidas correctivas,

Para el caso del agua superficial y subterráneo se tendrá en cuenta: el Ph, porcentaje de Fe, Pb, Cu, As, Zn, CN (cianuro total), SST (solidos totales suspendidos), calidad de agua.

Para el caso del aire se tendrá en cuenta el PM-10 y la calidad de aire.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Durante la elaboración de este trabajo no se presentó contratiempo alguno tanto en el aspecto económico, técnico, se tuvo el apoyo de la Empresa Minera IRL S.A. UNIDAD MINERA CORYHUARMI.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Para elaborar este trabajo se debió revisar y analizar exhaustivamente los siguientes antecedentes y elaboraciones previas referentes al tema que desarrolla esta tesis.

##### **Primer antecedente**

En la tesis “CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL POR EL SECTOR MINERO METALÚRGICO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RÍO MANTARO – REGIÓN JUNÍN” presentado por (CAYETANO, 2013) se expone como objetivo dos aspectos uno la fiscalización de las normas ambientales y el segundo reducir los impactos ambientales del río Mantaro.

Como conclusión presenta lo siguiente:

Referente al río Mantaro diremos que sus parámetros están dentro de los límites máximos permisibles aguas de categoría III salvo en cuanto a la cantidad de fierro y sólidos totales en suspensión.

Referente al río Yauli vemos que presenta una presencia de Fe, además de componentes sólidos totales en suspensión (SST) que llegan a exceder los límites permitidos esto debido a la presencia de las unidades mineras.

Referente al río Huari sus aguas cumplen con los parámetros que indican el límite máximo permitido, y se señala que los efluentes que se descargan de la minera Andaychagua están dentro de lo permitido por la normatividad.

### **Segundo antecedente**

La tesis “CALIDAD Y RIESGOS DE LOS EFLUENTES DE LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES “SANTA ROSA DE JANGAS” HUARAZ ENERO – DICIEMBRE 2009” de (MAGUIÑA, 2012) su objetivo planteado fue el de determinar el grado de contaminación de los “efluentes de la planta concentradora Santa Rosa de Jancas” y como conclusiones arribó a lo siguiente:

Referente al río Santa en los puntos de monitoreo Sp01, Sp02, y del río Llacash estaciones Sp03, Sp04; se observa que los valores de los metales exceden los límites máximos permisibles para el agua

Los metales cadmio, mercurio, níquel, plomo presentes en las aguas del río Santa y Llacash se observa que exceden los valores permisibles para aguas de categoría I, para las aguas de categoría III el cromo, cadmio, mercurio, plomo exceden los valores permisibles; para las aguas de categoría IV, el cadmio, cobre, mercurio, níquel, plomo, zinc y sulfuros exceden también los límites permisibles.

Respecto a los efluentes de la planta de beneficio de minerales estación 05 los niveles de cadmio, plomo y el Ph exceden los límites permisibles

### **Tercer antecedente**

En la tesis “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO, CADMIO, ARSÉNICO Y PLOMO EN EL RÍO SAUCICUCHO Y EFLUENTE MINERO. SAN MIGUEL DE ALGAMARCA. CAJABAMBA. FEBRERO Y JUNIO. 2018” preparado por (SEMPERTEGUI, AMBROCIO, RUDAS, 2019) el objetivo planteado fue conocer el nivel que presentan en río Saucicucho y su afluente San Miguel de Algamarca en concentraciones de componentes como plomo, arsénico, cadmio y mercurio, y los resultados arrojados fueron:

La primera evaluación de los ríos Saucicucho, Cañarís en las estaciones 01 y 02 vemos que las concentraciones de mercurio, cadmio, arsénico y plomo para las aguas de categoría III y sub categorías de aguas para regar de mataría vegetal, y para que beban los animales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

Para la segunda evaluación la concentración del cadmio, y arsénico superan los límites máximos permisibles para las categorías de aguas mencionadas anteriormente.

Referente al efluente minero en la primera evaluación la concentración del arsénico supera el valor máximo permisible.

Por otro lado, en la segunda evaluación los valores para cadmio, arsénico, el plomo supera los límites permitidos por la normatividad ambiental

#### **Cuarto antecedente**

La tesis “VERTIMIENTO DE EFLUENTES MINEROS DE MINA MARTA EN LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO TINYACCLLA” presentado por (GUILLEN, 2020) plantea como objetivo el de terminar el grado de contaminación del río Tinyacclla por los efluentes de la mina Marta.

Como conclusiones se tiene:

El autor manifiesta que:

Se implementó una planta para tratar mediante el método activo los desechos que presente el afluente de la mina. Para ello se utilizó Material reactivo como magnafloc-351 y soda caustica.

La conclusión de este análisis fue que el material vertido en el fluente de lámina Marta no presenta niveles de contaminación sobre la composición del agua del Río Tinyacclla. Debido a que el resultado que se obtuvo después de tratar el vertedero por proceso activo cumple la normativa referida a los niveles máximos permitidos por el Ministerio del Ambiente.

### **Quinto antecedente**

La tesis "EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL EFLUENTE DEL RIACHUELO PONGOS Y SU INFLUENCIA AL CUERPO RECEPTOR DEL RÍO LIRCAY" de (QUISPE, 2018) su objetivo fue, el de determinar el grado de concentración de los metales en el río Lircay, también su Ph del riachuelo Pongos y del río Lircay. Como conclusiones se tiene:

Los resultados de la evaluación del riachuelo Pongos y del río Lircay en cuanto a la concentración del cobre, arsénico, plomo, zinc están por debajo del límite máximo permisible, no genera contaminación al ambiente

### **Sexto antecedente**

La tesis "USO DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA PARA LA REDUCCIÓN DE ARSÉNICO Y CADMIO EN LOS EFLUENTES GENERADOS POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS DE LA QUEBRADA VISO - DISTRITO DE SAN MATEO" presentado por (VARGAS, GUADALUPE, 2019) el objetivo planteado es disminuir la cantidad de arsénico y cadmio producidos por los pasivos ambientales usando el agua residual doméstica.

Como conclusiones se tiene.

Al reducir las concentraciones de arsénico y cadmio del efluente minero en el distrito de San Mateo se obtuvo los siguientes resultados de 0.002mg/l para arsénico y de 0.02mg/l de cadmio.

Los valores de concentración de arsénico 18 mg/l de cadmio 4mg/l, cobre 19 mg/l, de fierro de 10 mg/l, de plomo 15 mg/l 0.5 mg/l, y 18 mg/l de zinc todos estos metales superan el límite máximo permisible

Se determino los parámetros del agua residual doméstica en cuanto a aceites y grasas 36.45 mg/l, coliformes 1450000 NMP/100ml, DBO5 194.15 mg/l, DQO 998 mg/l, Ph 8.47 y STS 242 ml/l.

La dosis optima de mezcla determinada fue 1 en volumen de agua residual domestica sobre 4 en volumen de efluente minero.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

### **2.1.1 Aspectos legales**

El aspecto normativo que regula la conservación del ambiente en el Perú, está establecido por un marco normativo ambiental, así tenemos los siguientes:

#### **Constitución Política del Perú**

Se trata del conjunto normativo básico que regula la totalidad del Estado peruano. La actual vigencia de la carta magna se aplica desde 1993 cuando su aprobación fue producto de un referéndum vía elecciones.

dentro de todo el conjunto de las leyes que contiene la Constitución el artículo 66 en su segundo capítulo está destinado para el medio ambiente y los recursos naturales.

En ese capítulo se indica que la totalidad de recursos naturales que se puedan renovar o no son de patrimonio nacional, es el estado el que tiene la potestad sobre ellos. La manera en que se otorgan, utiliza y usufructúan está establecido en la Ley Orgánica. En esa ley se establece qué quien tenga la concesión de un recurso natural tendrá la titularidad de dicho derecho real, que será regulado por la ley mencionada.

#### **Ley General del Ambiente – Ley Nº 28611**

En los incisos uno y dos del artículo 120, que desarrolla lo relativo a la protección de la calidad del agua. Específicamente, señala que el responsable de proteger la totalidad del recurso acuífero del Perú es el estado, que debe disponer de los entes necesarios para tal fin.

Además, el siguiente inciso señala que también será responsabilidad del Estado peruano promover la reutilización del agua disponiendo el tratamiento adecuado que garantice su calidad de manera que no afecte la integridad de las personas y del ambiente o de las actividades en que se utilizarán.

#### **Decreto Supremo 013-2009-MINAM que Aprueba la Política Nacional del Ambiente**

Este decreto desarrolla la Política Nacional del Ambiente, en este punto se presenta la política ambiental del estado peruano y su aplicabilidad en todos los organismos públicos y privados que están implicados.

### **Ley de Recursos Hídricos – Ley Nº 29338**

En el artículo 82 de esta ley, que fue publicada en 2009, se desarrolla el detalle del agua residual y específicamente el procedimiento legal para su reutilización.

De esa manera establece qué entidad es la autoridad en esta materia, la que viene a ser el Consejo Nacional de Cuecas. Este organismo podrá dar autorización para la reutilización de agua residual que haya recibido un tratamiento adecuado de acuerdo a ley. Para tal fin se deberá coordinar con los organismos competentes de los sectores implicados.

### **Decreto Supremo 010-2010-MINAM que Aprueban la Límites Máximos Permisibles para los efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas**

Este decreto del 2010 desarrolla los detalles técnicos referidos al valor máximo de la cantidad que la minería y metalurgia pueden producir como efluentes.

En el siguiente cuadro se muestra el detalle de los valores permitidos por ley.

**Tabla 1**

*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	mg/L	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

*Fuente: D.S. 010-2010-MINAM que Aprueban la Límites Máximos Permisibles para los efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas*

### **Actividad minera y política ambiental**

El sentido que rige y orienta la política ambiental del estado peruano sobre medio ambiente y que se encuentra regulado en el marco legal de la Ley General del Ambiente es buscar salvaguardar el medio ambiente en general y todos los elementos que lo componen. Para tal fin se supone las medidas de protección, fomento y prevención ante posibles riesgos de degradación del ambiente que pudiera ocasionar la contaminación.

Para ello resulta determinante identificar a los posibles entes que emiten o producen elementos contaminantes.

Ahora bien, en el contexto de las actividades mineras las entidades encargadas de regular los niveles de contaminación por actividades productivas como la OEFA que deben imponer sanciones si estas actividades pongan en riesgo la integridad de la salud pública o ambiental.

Efectivamente, en distintos Añños llevados a cabo a raíz de procesos contenciosos entre titulares de actividades mineras y la OEFA el poder judicial a través de juzgados especializados en el periodo 2018-2019 reconoce que las medidas tomadas por el ente regulador sobre la actividad minera responden a su rol de salvaguarda de medio ambiente peruano. E idéntica una afectación al ambiente por parte de las empresas, produciéndose un daño efectivo en este aspecto.

Además, dicha jurisprudencia reconoce que la fijación de límites responde a una constancia del desequilibrio entre los recursos naturales escasos y la actividad extractiva, situación que puede provocar una seria afectación al medio ambiente.

En ese sentido, la participación de la OEFA demuestra claramente el rol de protección que cumple el estado frente al medio ambiente, además de las instancias legales correspondientes. De tal manera que así se puede lograr una dinámica entre las empresas que llevan adelante las actividades económicas extractivas y el estado por medio de sus entes reguladores en favor del bienestar general del conjunto de la sociedad.

### **Regulación del vertimiento de efluentes mineros y su vinculación con el ambiente**

Del marco legal regulatorio vigente podemos organizar las responsabilidades y obligaciones de la siguiente manera:

De la Ley General del Ambiente N° 28611; la Ley de Recursos Hídricos N° 29338; el Decreto Supremo N° 040-2014-EM; el

Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, que aprueba en su anexo 1 los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas; y el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los estándares de calidad, observamos lo siguiente:

- Que es deber del Estado proteger, supervisar y fiscalizar el agua en sus fuentes naturales, así como proteger su calidad
- El Estado promueve el tratamiento de aguas residuales con fines de su reutilización.
- La autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas la otorga la Autoridad Nacional del Agua, tomando en cuenta los estudios de calidad ambiental (ECA).
- Está prohibido verter en el agua y en los bienes asociados a esta, sustancias contaminantes y residuos que representen riesgos significativos.
- Las empresas o entidades tienen la obligación y responsabilidad de dar tratamiento de las aguas residuales o servidas que generan, a fin de reducir sus niveles de contaminación.
- Todo titular de actividad minera está obligado, entre otros, a cumplir con la legislación ambiental y la derivada de los estudios ambientales y autorizaciones emitidas, adoptar medidas orientadas a la protección de los recursos de agua.
- No está permitida la disposición acuática ni subacuática de desmontes, relaves y otros residuos sólidos de la actividad minera.
- El titular minero está obligado a cumplir con los límites máximos permisibles de los efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas.
- El titular minero está obligado a contar con una infraestructura de tratamiento de efluentes.
- El titular minero está obligado a efectuar el monitoreo y control permanente de sus operaciones.

- El titular minero está obligado a reportar los resultados del monitoreo de efluentes líquidos y calidad de agua.
- El titular minero está obligado a implementar registros sobre sus actividades, conforme a lo establecido en sus estudios ambientales y la normativa vigente, entre otros.
- Son instrumentos de gestión el estudio de impacto ambiental (EIA) que elabora el titular de la actividad, y los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).
- Los instrumentos de gestión están obligados a tomar como referente el estándar de calidad ambiental (ECA).
- Los estándares de calidad ambiental para agua constituyen referente obligatorio en el diseño y la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental.
- Los proyectos mineros deben contar con el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (por impacto negativo moderado categoría II) o el Estudio de Impacto Ambiental Detallado (por impacto negativo significativo-categoría III).
- En el Informe Técnico Final que emite la autoridad minera y sustenta la aprobación del EIA, se debe desarrollar la descripción de las actividades que comprende el proyecto, con una clara determinación del área del proyecto, el ciclo de vida y etapas (construcción, operación y cierre), capacidad de tratamiento de planta, instalaciones de manejo de residuos, efluentes y emisiones, otras instalaciones, insumos y reactivos, balance de aguas y de masas, etc.

### **2.1.2 Contaminación del agua**

#### **El agua**

Por su naturaleza el agua viene a ser de entre los recursos naturales el más importante para el mantenimiento de la vida. Debido a que es limitado, su disposición es estratégica y esencial, y su carencia es un factor vulnerable para

las sociedades. Su relevancia en el desarrollo económico de la sociedad es fundamental. El equilibrio ambiental depende enteramente de este factor.

### **Cantidad de recurso hídrico en el Perú**

El Perú cuenta con tres vertientes de agua: la del Pacífico, Atlántico y del Titicaca, cada uno con las siguientes características.

#### **Vertiente del Pacífico**

Posee 53 cuencas hidrográficas, con una superficie de 279,700 km<sup>2</sup>, donde habitan 18,430,000 habitantes representando un 70 % de la población nacional, cuenta con 37,363,000 de metros cúbicos que equivale a 1.8 % del total del agua que hay en el país.

#### **Vertiente del Atlántico**

Posee 44 cuencas hidrográficas, con una superficie de 958,500 km<sup>2</sup>, donde habitan 6,852,000 habitantes representando un 26 % de la población nacional, cuenta con 1,998,752,000 de metros cúbicos que equivale a 97.7 % del total del agua que hay en el país.

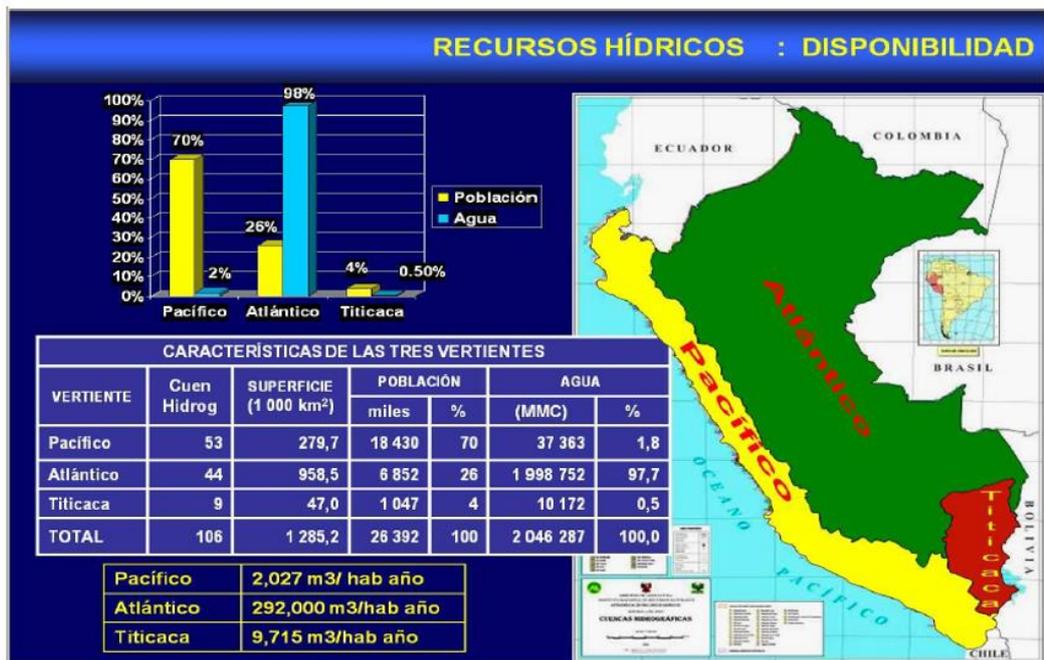
#### **Vertiente del Titicaca**

Posee 9 cuencas hidrográficas, con una superficie de 47,000 km<sup>2</sup>, donde habitan 1,047,000 habitantes representando un 4 % de la población nacional, cuenta con 10,172,000 de metros cúbicos que equivale a 0.5 % del total del agua que hay en el país.

En resumen, podemos decir que el país cuenta 106 cuencas hidrográficas, con una superficie de 1,285,200 km<sup>2</sup>, donde habitan 30,930,000 habitantes representando un 100 % de la población nacional, cuenta con 2,046,287 de metros cúbicos que equivale a 100.0 % del total del agua que hay en el país.

**Figura 1**

*Recursos hídricos, disponibilidad*



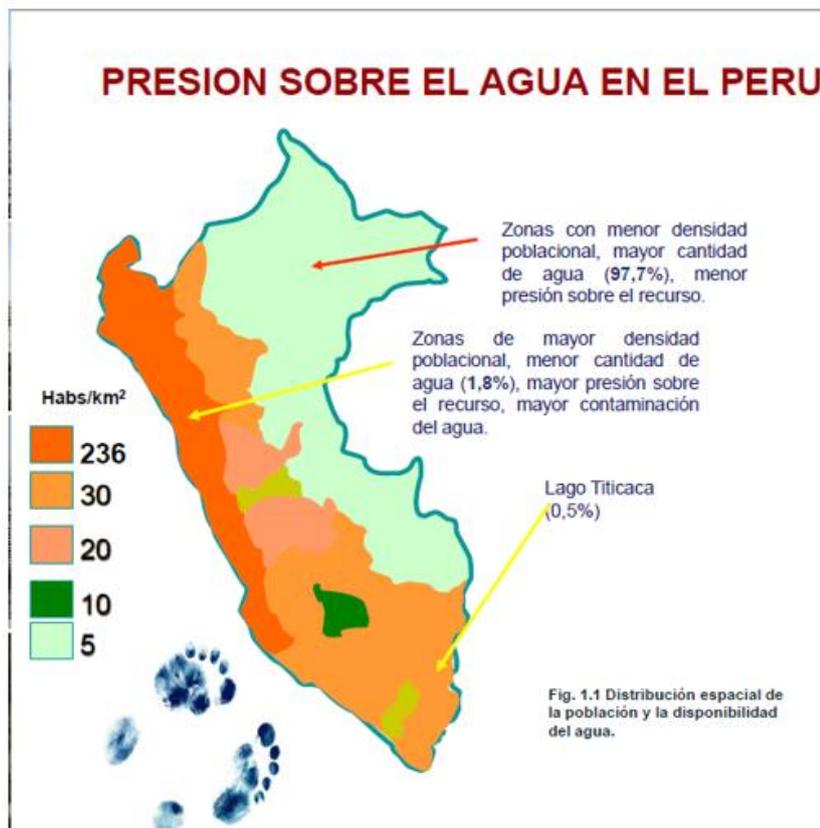
### Presión sobre el agua en el Perú

“La zona de la costa es la zona de mayor presión por su nivel de densidad más alto en cuanto a población y presenta un nivel menor en cuanto al agua y su a calidad (1.8%), Por estas razones existe una demanda más alta por el agua y también es consecuencia de niveles más altos de contaminación.

La zona de la selva es la zona de menor densidad poblacional y mayor cantidad de agua (97.7 %) por la que hay menor presión sobre el recurso” (OCOLA, 2012)

**Figura 2**

*Presión sobre el agua en el Perú*



### **Enfoque general de la problemática del recurso hídrico**

Dentro de la problemática del agua se tiene varios aspectos que se tiene que enfrentar y dar soluciones. El aprovechamiento y la gestión del agua se inspira en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles: nacionales, regionales y locales. Involucra los aspectos sociales, económicos y ambientales. así tenemos:

- Mayor presión sobre la cantidad y la calidad del agua
- Contaminación del agua
- Conflictos sociales por el agua
- Escasa cultura del agua.
- Incumplimiento de la Ley

## **Contaminación del agua**

El fenómeno de la contaminación puede ser definido en términos generales como el proceso por el cual se acumulan distintos elementos, materias orgánicas e inorgánicas o cargas energéticas dentro de una organización mayor y que desestabilizan el equilibrio de esta y ponen en riesgo su subsistencia.

Para el caso de contaminación del agua se trata del desequilibrio de un conjunto de sistemas hidrológicos específicos. La fuente de esta acumulación son los vertimientos de líquidos de residuos sin tratamiento o con un muy bajo nivel de intervención. El cuerpo de agua cuenta con un grado hasta el que puede asimilar la presencia de elemento extraños sin comprometer la salubridad de sus componentes a partir del cual se hace imposible su proceso en que autodepura debido a que la contracción de materia contaminante supera el nivel de control.

por este motivo es que desde los organismos estatales de control del medio ambiente se regula el nivel de seguridad de los cuerpos hidrológicos frente a la contaminación.

## **Causas de la contaminación del agua**

### **Causas no estructurales:**

Abordar estos aspectos contaminantes resulta determinante porque se trata de los que presentan mayor dificultad para su gestión efectiva.

#### 1. El sistema de educación y paradigmas pensamiento:

Por medio de estos sistemas de formación esquemas de pensamiento se construye y determina la manera en que una organización social piensa y realiza su relación con distintos aspectos que la rodean, en este caso específico se trata de su relacionamiento con el entorno natural. Es común encontrar que estos patrones de comportamiento rigen en gran parte de una sociedad específica.

#### 2. Falta de ejecución y acatamiento del marco legal vigente relacionado con el medio ambiente.

Aunque exista una estructura legal específica y desarrollada sobre la protección del medio ambiente si su cumplimiento no es efectivo no tiene ninguna repercusión sobre el fin que busca conseguir.

En palabras simples la producción de leyes no se traduce automáticamente en protección efectiva del entorno natural.

### **Figura 3**

*Causas no estructuradas*



### **Las causas estructurales de la contaminación del agua**

Se trata de la parte técnica del problema de contaminación de los recursos hidrológicos, debido a que su diagnóstico implica la evaluación de elementos contaminantes, valores de contaminación y métodos de intervención.

Su abordaje resulta aplicable en cuanto se tenga un diagnóstico certero de la situación de contaminación y un plan de intervención.

A Continuación, se muestra una relación de las principales causas estructurales:

1. Contaminación por vertimientos urbanos
2. Contaminación por vertimientos industriales
3. Contaminación por vertimientos mineros
4. Contaminación por vertimientos agrícolas

## Figura 4

### *Causas estructuradas de la contaminación*



### **La contaminación por vertimientos de origen urbano**

Se trata de la causa con mayor incidencia en general, además es la que presenta mayores niveles de contaminación e índices de destrucción del ambiente más altos en todo el Perú.

1. 39% del Perú carece de alcantarillado
2. El volumen de los vertimientos de origen urbano alcanza los 30 metros cúbicos por segundo o 960,5 MMC/año
3. Apenas un quinto de los vertimientos de origen urbano reciben un proceso de tratamiento adecuado.

## Figura 5

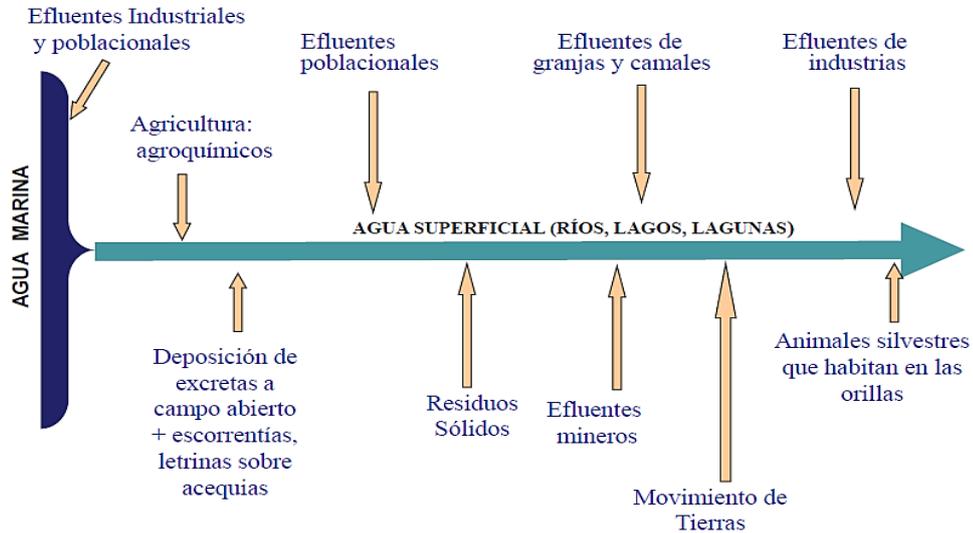
### *Contaminación por vertimientos urbanos*



## Fuentes de contaminación a los recursos hídricos

Figura 6

*Fuentes de contaminación a los recursos hídricos*



### 2.1.3 La actividad minera y la contaminación del agua

En el Perú se desarrollan actividades mineras en 20 de 25 regiones políticas. Es de esperarse que el recurso hidrológico, en sus distintas formas se encuentre en contacto permanente con actividades relacionadas a la minería como lo pueden ser las siguientes:

- Exploraciones Mineras.
- Etapa inicial a las operaciones;
- Durante el desarrollo de las operaciones;
- Durante el Cierre de las actividades; y
- Presencia de pasivos ambientales mineros

#### **Etapa de Exploraciones Mineras**

En esta etapa se dispone del agua para exploración o perforación, además de labores domésticas relacionadas con el consumo diario del personal, actividades domésticas e higiénicas del campamento. A Continuación, se muestran algunos aspectos específicos relacionados al uso y disposición del agua en este tipo de actividades.

- Uso de aguas para el riego de accesos.
- Las aguas residuales son tratadas a través de pozos sépticos-percolación).
- Las aguas residuales industriales tratadas a través de pozas de sedimentación.
- El titular minero antes de usar las aguas para la exploración deberá contar con la autorización de parte de la autoridad competente.

### **Figura 7**

*Típica de una plataforma de perforación*



### **Durante la fase de operación**

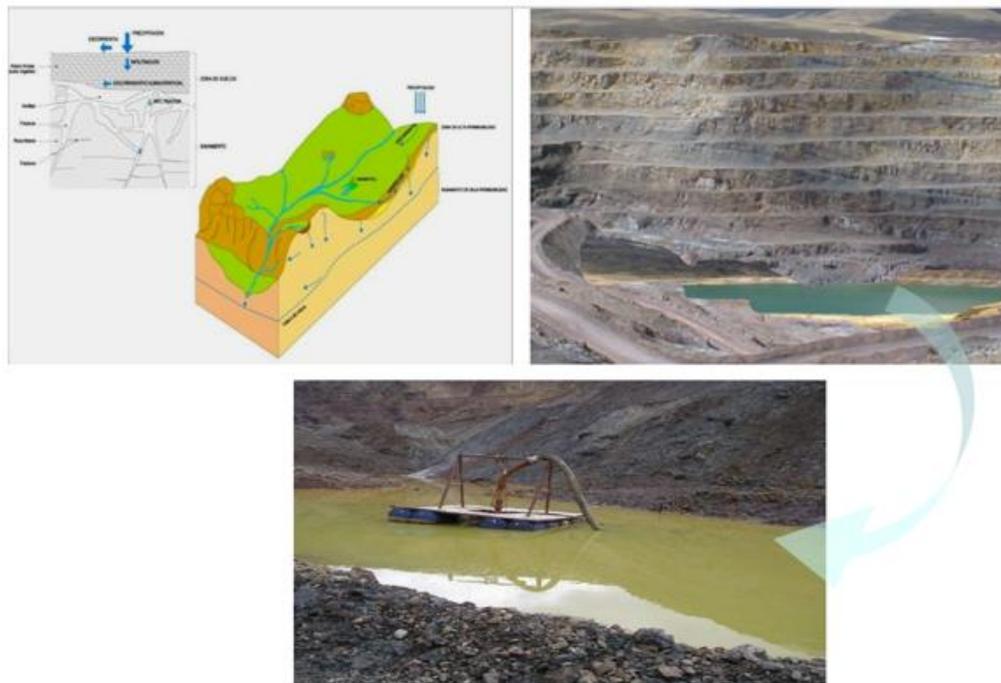
En esta etapa se redirigen los canales de agua que se ubican en un nivel subterráneo debido al impacto que tendrá las labores de tajeos sobre el sitio de operaciones.

En esta etapa se debe habilitar el sistema de drenaje para material ácido que se genera en los trabajos a nivel subterráneo, los depósitos de desmonte y las canchas de relave.

Además, se dispone de agua para los diferentes procesos que se realizarán en la planta de tratamiento de concentrado o en patio de lixiviación, entre otros.

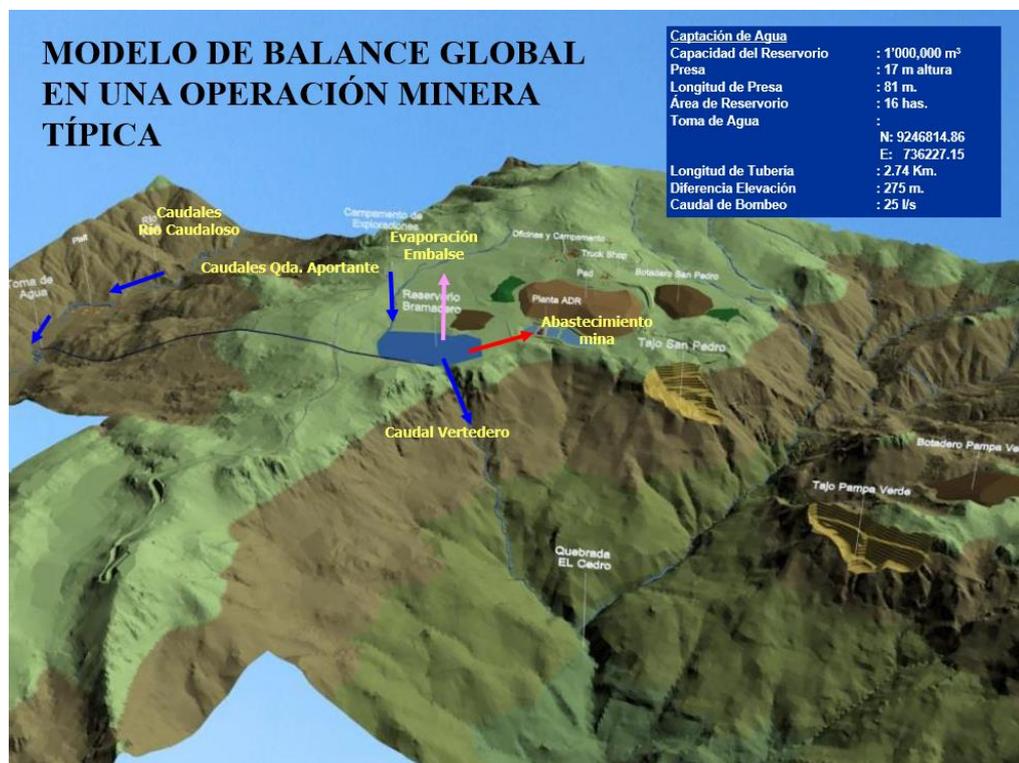
**Figura 8**

*Uso de agua en el campamento minero, etc*



**Figura 9**

*Balance global en una operación minera típica*



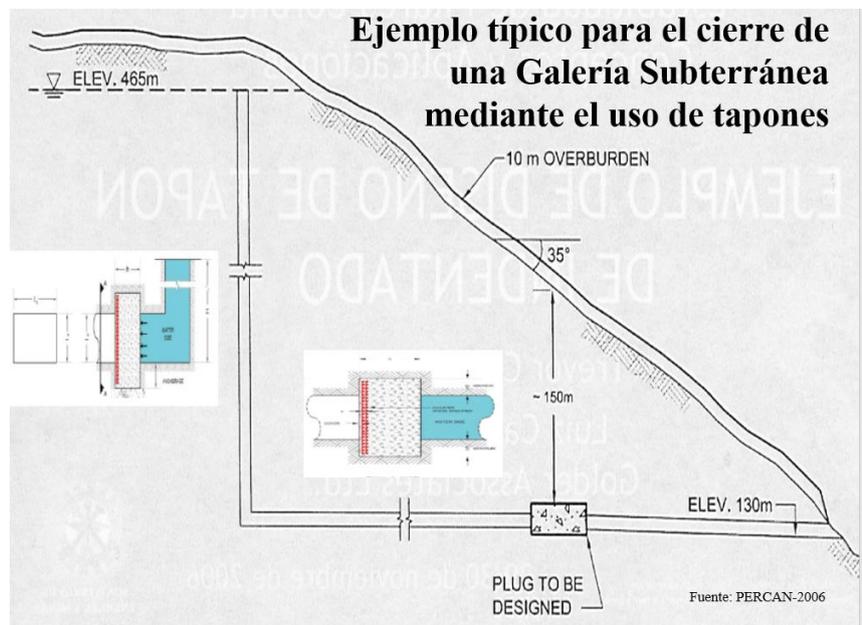
**En el Cierre de las operaciones mineras**

En esta etapa se dispone la gestión del agua en las siguientes actividades:

- Cierre de galerías subterráneas
- Cierre de tajos
- Cierre de pozas de lixiviación
- Cierre de depósitos de relaves
- Cierre de Plantas de beneficio
- Cierre de campamentos

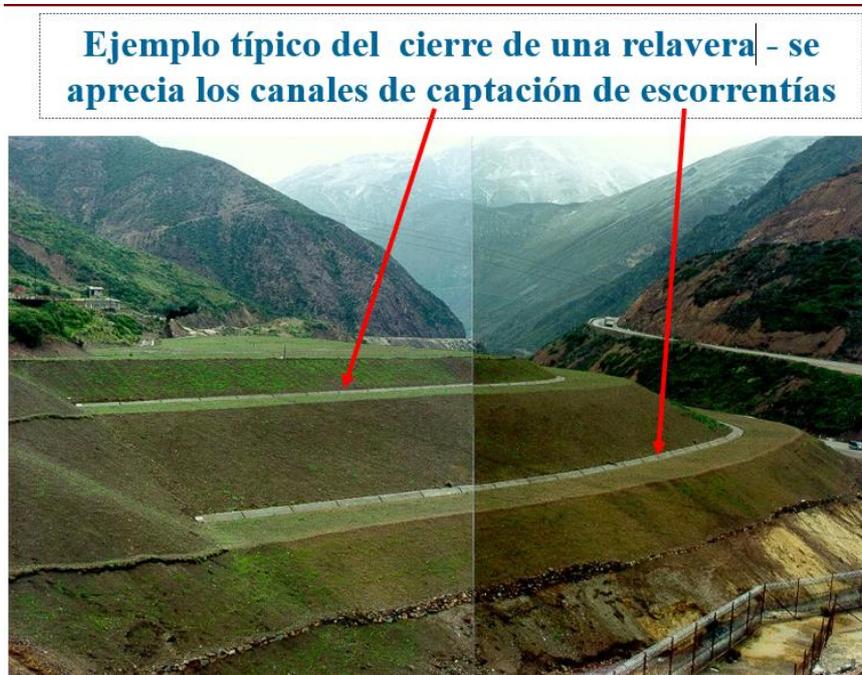
### Figura 10

*Ejemplo típico para el cierre de una Galería Subterránea mediante el uso de tapones*



**Figura 11**

*Ejemplo típico del cierre de una relavera - se aprecia los canales de captación de escorrentías de escorrentías*



**Figura 12**

*Ejemplo típico del cierre de un Tajo Abierto – Laguna Artificial*

**Ejemplo típico del cierre de un Tajo Abierto –  
Laguna Artificial**



**Contaminación por vertimientos agrícolas**

Se trata de un efecto contaminante que se origina por las actividades relacionadas a la industria agrícola. Aunque este fenómeno no ha recibido el estudio necesario por sus características se lo puede considerar entre los principales factores de contaminación de los recursos hidrológicos, debido a que las actividades propias de agro están en permanente disposición del agua por su constante contacto cuerpo hídricos como zonas marinas de la costa, lagos, ríos y canales.

### Los principales factores de contaminación por vertidos agrícolas

1. Uso indiscriminado de abonos sintéticos (661 152 TM/año.
2. Uso de plaguicidas (no cuantificado)

ESCURRIMIENTO O DRENAJE,  
SUPERFICIAL O SUBTERRÁNEO

CONTAMINACION DE LAS AGUAS  
SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

### Contaminación industrial

A Continuación, se muestran principales actividades industriales que representan fuentes de contaminación de agua:

1. Camales, mataderos, centros de beneficios de carnes
2. Industria de la leche y alimentos en general
3. Industria del papel
4. Industria pesquera

### Figura 13

*Contaminación industrial*



#### **2.1.4 Contaminación atmosférica.**

##### **Concepto**

Se trata de la alteración de los componentes presentes en el aire por medio de interacción con elementos extraños o con cargas eléctricas que modifiquen la calidad del aire. Esta alteración puede implicar riesgos y daños en diferentes niveles a la salud e integridad de las, Así como del entorno natural.

Este tipo de fenómeno de contaminación puede ser localizado si se manifiesta de manera focal y el desequilibrio se produce en un sitio específico y delimitado. Por otro lado, su alcance puede inclusive llegar a ser a nivel de toda la atmósfera terrestre es decir con consecuencias para todo el planeta sin alteración del equilibrio del componente afecta características determinantes la composición qué hacen parte de un sistema de mayor alcance y de procesos meteorológicos mayores que no se restringe determinadas regiones, sino que tienen consecuencias en distintos puntos del planeta.

##### **Clasificación de los contaminantes**

Factores de contaminación a nivel primario:

Se trata de elementos de emisiones que que si alcanzan a estar presentes en la composición atmosférica pueden resultar ser altamente dañinos para distintos tipos de vida en la superficie de la tierra como humana o vegetal. En especial elementos contaminantes como el dióxido de azufre  $SO_2$ ,

Factores de contaminación a nivel secundario:

Se trata de la formación de procesos químicos que tiene lugar en la atmósfera. Su repercusión se puede presentar tanto en elementos de contaminación a nivel primario como en elementos que no contaminan la atmósfera. En este caso nos encontramos con los siguientes elementos contaminantes: el ácido sulfúrico,  $\text{SO}_4\text{H}_2$ , que se forma por la oxidación del  $\text{SO}_2$ , el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$ , que se forma al oxidarse el contaminante primario  $\text{NO}$  y el ozono,  $\text{O}_3$ , que se forma a partir del oxígeno  $\text{O}_2$  (UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, 2014)

### **Fuentes de contaminación**

#### **Fuentes Naturales:**

Entre las principales podemos encontrar las que tienen un origen en la naturaleza, específicamente en las que se producen por acción de las corrientes de aire como son las polvaredas, erupción de volcanes, los incendios forestales y la erosión del suelo.

La formación de distintos gases como:

- Metano ( $\text{CH}_4$ ), por descomposición de anaerobia de la materia orgánica.
- Etileno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), cuyo origen es la vegetación.
- Organohalogenados (cloruro, fluoruro, yoduro de metilo), provienen de algunas algas.

#### **Fuentes Artificiales:**

Se trata de fuentes que tienen su origen en la acción humana y se distinguen en dos categorías: Fuentes fijas y Fuentes móviles

#### **Fuentes fijas o estacionarias**

Se trata básicamente de establecimientos que se encuentran en un lugar fijo en el que se llevan a cabo procedimientos industriales, de Comercio y de servicio. En general este tipo de fuentes agrupa a las actividades que se dan en un lugar fijo y que generan emisiones que contaminan la capa atmosférica. Entre los sectores industriales que son parte de estas fuentes tenemos los siguientes: sector

químico, petrolero, pinturas y tintas, automóviles, papel, acero, vidrio, generación de electricidad, del cemento, etc.

### **Fuentes móviles**

Se trata básicamente de todos los tipos de maquinaria que pueda movilizarse por medio del funcionamiento de un motor este conjunto comprende a los siguientes elementos: automóviles, camiones, autobuses, motocicletas

### **Principales contaminantes del aire**

- **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):**

Éste compuesto es el resultado de la combustión fósil del carbono. Se trata de un elemento en estado gaseoso que resulta altamente nocivo incoloro y con efectos corrosivos e irritantes. En contacto con el sistema pulmonar respiratorio resulta una sustancia altamente peligrosa. Además, es una de las sustancias presentes en menos denominado lluvia ácida.

- **Material particulado:**

Se trata de los elementos en forma de partículas de consistencia sólido líquido o granulado que se encuentran permanente suspensión en el aire sus dimensiones alcanzan máximo las 100 micras.

Son producto de la combustión de materiales vegetales como la madera o minerales como el carbón. Además, comúnmente son el resultado de un incendio de bosques, actividades industriales y de construcción, inclusive pueden ser el resultado de procesos de polinización.

El criterio para clasificar estos tipos de materiales son sus dimensiones y su factor de peligro asociado.

### **Monóxido de carbono (CO):**

Se trata de un compuesto gaseoso y no presenta color ni olor. Viene hacer el resultado de la combustión parcial de motores de desempeño vehicular o industrial.

En el caso de tener un origen natural son el producto del proceso por el cual se descompone el material orgánico.

En contacto o interacción con el organismo puede producir afecciones en el aparato respiratorio que se manifiestan como dolores en la parte superior del pecho, cansancio, menor visión, reducción del riesgo sanguíneo y cefalea. Si su concentración es alta puede ocasionar la muerte a una persona que está en contacto prolongado con este gas.

- **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):**

Se trata de un compuesto gaseoso con una característica pigmentación entre amarilla y marrón. Viene hacer el resultado de la combustión fósil típicamente de automóviles. Además, también se encuentra en procesos de descomposición de bacterias producidas en nitrato orgánico, además de incineración de material orgánico. También se encuentra presente en los subproductos de la actividad de los volcanes. Participan en la formación del fenómeno denominado lluvia ácida.

En contacto o interacción directa con el sistema de respiración humano puede afectar de manera irreversible los órganos más profundos de los pulmones.

- **Dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>):**

Se trata de un compuesto gaseoso que no presenta características a nivel de color olor. Este gas resulta no ser tóxico para el organismo que entre en contacto. Sin embargo, en acumulaciones altas a nivel atmosférico puede ocasionar Desequilibrios en el clima.

- **Ozono (O<sub>3</sub>) – Peróxido de Oxígeno:**

Se trata de un compuesto gaseoso de nivel secundario, aunque su efecto de contaminación puede resultar de carácter crítico.

Se produce como resultado de las reacciones químicas entre NO<sub>2</sub> y COVs. Específicamente cuando se exponen al contacto de luz solar elementos como el tiner y la bencina.

- **Plomo (Pb):**

Se trata de un compuesto metálico con características tóxicas para los organismos vivos. Tiene una presencia abundante en la naturaleza y es usado en la fabricación de distintos elementos desde utensilios para alimentación, tuberías, gasolina o pinturas.

Por su alta presencia en distintos elementos se trata de una de las fuentes primarias de contaminación atmosférica.

En contacto con el organismo este elemento se adhiere de tal manera que no es fácil su remoción además de que presenta una alta acumulación en distintos órganos cuerpo y puede llegar a representar daños para el sistema nervioso humano.

- **Sulfuro de hidrógeno (Ácido Sulhídrico) H<sub>2</sub>S:**

Se trata de un compuesto gaseoso característico olor fétido. En contacto con el organismo es común que produzca alteraciones en el sistema respiratorio, cefalea o reacciones alérgicas a nivel térmico.

Si el organismo se expone indirectamente y por un periodo prolongado puede ocasionar la muerte.

- **Compuestos orgánicos volátiles (COV):**

Se trata de distintos elementos que comparten las siguientes características como: CH<sub>4</sub>, Otros hidrocarburos (benceno), CFC.

- Emisiones del transporte urbano (CO<sub>2</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>n</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, Pb).
- Emisiones Industriales Gaseosas (CO, CO<sub>2</sub>, NO, Sox).
- Emisiones Industriales en Polvo (cemento, yeso, etc).
- Basurales (metano, malos olores).
- Quema de basura (CO<sub>2</sub> y gases tóxicos).
- Incendios forestales (CO<sub>2</sub>).
- Fumigaciones aéreas (líquidos tóxicos en suspensión).
- Derrames de petróleo (hidrocarburos gaseosos).

- Corrientes de aire y relación presión/temperatura.
- **Efectos**
- **Smog industrial:**

Se trata de un compuesto que presenta una pigmentación grisácea. Es el producto de la combinación entre la Niebla urbana y el humo de combustión. Generalmente se produce por la combustión de materiales como el carbono petróleo y tiene presencia de materiales a nivel de partículas con componentes de: Pb, C, Zn, Ni, Cu, Mn, SO<sub>2</sub>, además de material líquida que contiene ácido sulfúrico.
- **Smog fotoquímico:**

Se trata de la combinación de distintos elementos contaminantes como lo son los hidrocarburos volátiles o el NO<sub>x</sub> en interacción con radicales hidroxilos, peroxiacilo u ozono.
- **Destrucción de la capa de ozono.**

La progresiva degradación de la capa de ozono es causada por componentes clorofluorocarbonos, los cuales se encuentran como una mente en envases de aerosol de distintos productos domésticos e industriales de uso cotidiano.

Un factor determinante para el progresivo deterioro de la capa de ozono es la contaminación atmosférica en la que la calidad del aire cada vez se reduce más, cuyas repercusiones en la integridad del medio ambiente pueden ser catastróficas para la supervivencia de las especies que lo habitan, en este tipo de contaminación podemos encontrar elementos como el flúor, el bromo o el cloro.
- **Lluvia ácida.**

Se trata de un fenómeno en el que participan compuestos de óxido de nitrógeno en interacción con dióxido de azufre. Sus efectos se manifiestan en acción directa, las plantas y la materia vegetal en la superficie de la tierra además del material orgánico de los suelos e incluso las estructuras

construidas son vulnerables a este tipo de fenómeno. Este tipo de degradación ambiental se conoce como "deposición seca".

Cuanto esté compuesto entra en interacción con un medio líquido como puede ser el vapor de agua en la atmósfera se produce una reacción química que tiene como subproducto ácido nítrico y ácido sulfúrico los cuales serán elementos que forman parte de las lluvias o las precipitaciones de granizo y nieve. Este fenómeno es conocido como deposición húmeda o la famosa lluvia ácida.

- **Efecto invernadero.**

Se trata de un fenómeno en el que se impide la circulación de corrientes de aire caliente con lo cual se elevan las temperaturas locales a niveles que causan desequilibrio en el entorno natural y consecuencias para los ecosistemas que lo habitan.

Específicamente este fenómeno se produce cuando los gases como el dióxido de carbono impiden que el calor producido por la radiación solar pueda salir de la atmósfera terrestre y de esta manera reducir las temperaturas de la tierra.

Cómo parte del ecosistema este fenómeno recibe el nombre de Efecto invernadero natural que en condiciones naturales este fenómeno tiene la función de regular el nivel de temperatura en el planeta tierra. Sin embargo, por acción del hombre este fenómeno tiene como consecuencia en incremento de la temperatura terrestre lo que produce el calentamiento global.

- **Efectos en la salud**

Las consecuencias directas de altos niveles de contaminación atmosférica se manifiestan en acciones al sistema respiratorio y el incremento en los casos de ataques cardíacos.

Los factores que determinan el nivel de riesgo son el queso muestra a continuación:

- La cantidad de contaminación en el aire,
- La cantidad de aire que respiramos en un momento dado
- La salud general.

Entre las formas indirectas de entrar en contacto con agentes contaminantes del aire son las siguientes:

- El consumo de productos alimenticios contaminados con sustancias tóxicas del aire que se han depositado donde crecen,
- Consumo de agua contaminada con sustancias del aire,
- Ingestión de suelo contaminado, y
- Contacto con suelo, polvo o agua contaminados.

### **2.3. Definición de términos básicos**

En este trabajo se usó la siguiente terminología.

#### **Afluente**

En términos hidrológicos un cuerpo de agua que discurre hacia un cuerpo mayor que no sea el mar se denomina afluente. Por lo general los afluentes tienen como finalidad alimentar a los ríos más grandes que ellos. Al encuentro entre un río mayor y su afluente se denomina confluencia. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

#### **Ambiente**

Recibe esta denominación el sistema compuesto por factores de orden biológico, químico o físico que proceden de una fuente natural o por acción del hombre. Estos sistemas ambientales constituyen el entorno natural de los seres vivos y su existencia depende del equilibrio que presente dichos sistemas. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Calidad ambiental**

Los distintos sistemas ambientales como parte de su naturaleza presentan continuamente una variedad de interacciones de procesos de origen físico, químico y biológico las cuales cumplen determinados períodos y se producen en determinadas áreas geográficas su funcionamiento depende el equilibrio de todos sus componentes, cuando esta característica se mantiene se puede hablar de calidad ambiental. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Contaminación ambiental**

Se trata del efecto dañino que causa la introducción de elementos extraños originados por las distintas actividades humanas en el entorno medioambiental. Cuando esta presencia extraña sobrepasa la propia capacidad de autorregulación el entorno natural se puede hablar de contaminación ambiental. De esta manera este fenómeno puede ser medido y evaluado de tal manera que se puede tener una escala del impacto que causan la acción humana en el equilibrio medioambiental. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Cuerpo Receptor**

Se trata de algún elemento de la biomasa hidrológica (mar, canales subterráneos, lagos, ríos) en general que recibe directamente o a través de otros elementos la sustancias contaminantes productos de la acción humana en particular los vertimientos de aguas no tratadas. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Daño Ambiental**

Se trata de la evidencia sobre el entorno natural que causa el impacto de la acción humana en forma de desequilibrio ambiental. Generalmente se puede observar que materialmente los elementos que componen el ambiente sufren cambios no previstos en su comportamiento natural. Este tipo de acciones está regulado en la jurisprudencia ambiental y puede ser susceptible de acciones

punibles por ser considerados perjudiciales para el medio ambiente y por consiguiente para el ser humano. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Se trata del criterio para medir los niveles de alteración del ambiente o el grado de concentración que presentan los elementos extraños a éste. Generalmente las sustancias que no pertenecen al entorno natural se presentan en forma físicas químicas o biológicas las cuales pueden ser evaluadas mediante un parámetro de medición el cual será aplicado a los distintos elementos del entorno natural como los suelos, los cuerpos de agua y el cuerpo atmosférico. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Evaluación de Impacto Ambiental**

Se trata de los distintos instrumentos que sirven para medir el nivel de impacto que tiene sobre el entorno natural las distintas acciones humanas que podrían perjudicarlo. Entre los distintos instrumentos que suponen esta evaluación se encuentra en procesos de predicción dirigidos a identificar y predecir, así como evaluar los posibles daños, además también existen procesos y procedimientos para tratar de remediar dicho impacto. Se pone especial énfasis en las evaluaciones debido a que si bien el impacto inicialmente es sobre el entorno natural también puede afectar al entorno social del hombre y de esta manera representar un problema mayor.

Cuando se presenta un proyecto sobre un entorno natural se debe hacer esta evaluación para considerar los costos ambientales y sociales que representará ejecutar dicho proyecto. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Impacto Ambiental**

Se trata de las acciones que pueden ser beneficioso perjudiciales sobre el entorno ambiental que generalmente pueden provocar la ejecución de proyectos confines extractivos o productivos. Cuando se considera el escenario previo a la ejecución del proyecto frente al escenario después de la ejecución del proyecto

esa diferencia que presenta el entorno ambiental es el impacto sobre el medio ambiente que genera el proyecto (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Límite Máximo Permisible (LMP)**

Es el indicador para medir los procesos de gestión ambiental del entorno. Se concentra en la medición de los niveles o grados que presentan los distintas sustancias, factores elementos o parámetros de naturaleza física, química y biológica. Estos elementos generalmente se deben identificar en una fuente emisora que puede ser la causante de distintos impactos al equilibrio medioambiental y por consiguiente a las condiciones de vida personas. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2012)

### **Pasivo Ambiental**

Esta definición abarca a las consecuencias sobre el entorno natural que tiene el impacto que genera la producción humana en sus distintas actividades. Por lo general no se puede identificar al autor de un pasivo ambiental debido a que este hecho no se encuentra bajo una reglamentación establecida se encuentra fuera de la ley. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

### **Vertimiento**

Se trata del material vertidos sobre un cuerpo de agua que a su vez es influente de uno mayor generalmente un río. Es como un qué se presente este fenómeno de forma Premeditado al no tener un sistema o proceso para tratar dicho material vertido. En esta definición no se encuentran incluidas las aguas de recibo que pertenecen al sistema de alcantarillado un humano. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016)

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El grado de cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos se encuentran debajo de los límites máximos permisibles establecidos para las

actividades mineras por la normativa ambiental en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica a.**

La calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo cumplen con los valores límites establecidos en la ley general de aguas, en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

##### **Hipótesis específica b.**

La calidad del aire en los puntos de monitoreo cumple con los valores de ECA, en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA

#### **2.5. Identificación de variables**

##### **2.5.1. Variables para la hipótesis general**

Cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos

Límites máximos permisibles

##### **2.5.2. Variables para la hipótesis específicas**

###### **Variable específica a.**

calidad de las aguas superficiales y subterráneas

valores límites establecidos en la ley general de aguas

###### **Variable específica b.**

calidad del aire

valores de ECA

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2 Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES
<p>Variables para la hipótesis general cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos límites máximos permisibles</p> <p>Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Variable específica a. calidad de las aguas superficiales y subterráneas valores límites establecidos en la ley general de aguas,</p> <p>Variable específica b. calidad del aire valores de ECA,</p>	<p>Límite Máximo Permisible (LMP) "Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente" (MINISTERIO DEL AMBIENTE , 2012)</p>	<p>En el desarrollo de la investigación vamos a ver aspectos de.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles para el efluente minero metalúrgico</li> <li>-Verificar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas</li> <li>-Verificar la calidad del aire en los puntos de monitoreo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Límites máximos permisibles</li> <li>-Calidad de agua</li> <li>-Calidad de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ph</li> <li>Temperatura</li> <li>-caudal</li> <li>-Oxígeno disuelto</li> <li>-Conductividad</li> <li>-PM – 10</li> <li>-Pb, Cu, Zn, As, Fe, CN total</li> </ul>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Éste trabajo utilizará un método aplicativo debido a que su finalidad es poner en la práctica la hipótesis que fórmula habiendo hecho una exhaustiva revisión de las ideas y aportes específicos referidos al tema que se desarrolla aquí.

De esta manera se busca dar una solución applicativa al problema identificado en el desarrollo de esta tesis, y de esta manera contribuir al desarrollo de la investigación en minería, así como dar un aporte efectivo a la sociedad que está vinculada a las operaciones mineras que aquí se detallan.

Por otra parte, se presentó un nivel de desarrollo basado en la descripción debido a que se hace un repaso de las tesis que revisaron previamente este problema.

En cuanto a las variables utilizadas se procuró que sean independientes y neutrales para que no afecten de alguna manera el resultado al que se llegó.

#### **3.2 Nivel de investigación**

Tiene nivel descriptivo

### **3.3 Métodos de investigación**

Para este trabajo se requirió la aplicación del método científico debido a que es el único que permite la verificación de una hipótesis a través del experimentación o revisión de experiencias comparadas. Para ello se implementará un procedimiento que busque examinar por medio de instrumentos y técnicas las posibles soluciones al problema que se presenta de modo que se encuentren soluciones a través de un proceso seguimiento de inducción y deducción.

### **3.4 Diseño de investigación**

En esta oportunidad se optó por diseñar esta investigación de manera no experimental debido a que el fenómeno estudiado se desarrolla mientras se lo aborda esa característica de simultaneidad demanda un diseño transversal a todos los elementos implicados en este trabajo y en el momento en que se desarrolla.

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

El grupo poblacional elegido se compone por todos los cuerpos de agua como lo son: los ríos, lagunas, quebrada y efluentes que hay alrededor de la mina Corihuarmi.

#### **3.5.2 Muestra**

El conjunto muestra el que se tomó para hacer esta investigación está constituido por los distintos puntos de monitoreo ubicados en las lagunas Pucahuasi Chica, Yanacocha, Ujuy, Pucahuasi Grande; los ríos Aymaraes, Chacota; quebradas campamento mellizo, Cullush, Yuroccorral.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Entre las técnicas usadas para esta investigación se encuentran las siguientes:

### **3.6.1 Técnicas**

Para poder obtener los datos en nuestra investigación usaremos como técnicas la observación, recopilación documentada y entrevista no planificada.

### **3.6.2 Instrumentos**

Como instrumentos de nuestra investigación tendremos la guía de observación, fichas de registro

## **3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Una vez que se obtuvo los datos recogidos en el campo procederemos a procesarlos de la población de nuestra investigación, para poder generar los resultados y analizar de acuerdo a nuestros objetivos, realizándose un análisis cualitativo.

## **3.8 Orientación ética filosófica y epistémica**

Durante el desarrollo de nuestra investigación tendremos en cuenta los principios de nuestra formación como ingenieros de Minas, es decir practicaremos los principios de respeto a la dignidad humana, a la intimidad, el anonimato, confidencialidad, la honestidad.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Descripción del trabajo de campo**

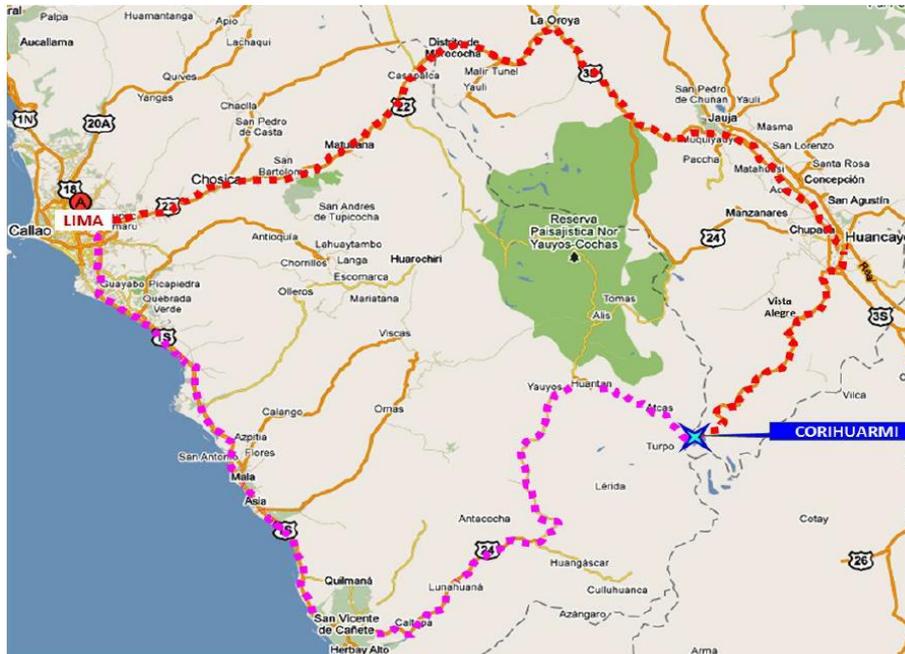
##### **4.1.1 Ubicación de la Mina Corihuarmi**

Estas operaciones se encuentran emplazadas entre las regiones de Junín y Lima, específicamente pertenece a la jurisdicción distrital de Chongos Alto y Huantan. Estas localidades pueden alcanzar los 4,800 msnm.

Cómo elemento de referencia y orientación geográfica de las operaciones se puede tomar La mina Corihuarmi que se encuentra a 160 kilómetros de la capital del Perú.

**Figura 14**

*Ubicación de la Mina Corihuarmi*



#### **4.1.2 Accesibilidad**

Para acceder a las operaciones de la mina Corihuarmi, como ya lo dijimos antes, el punto de referencia es la intersección de las localidades de Chongos Alto y Huantan. En ese sentido si nos orientamos desde la capital del Perú, la ciudad de Lima, tendríamos dos opciones para llegar hasta este emplazamiento minero.

Por un lado, nos encontramos con 445 kilómetros de carretera que atraviesa el centro del Perú en dirección a La Oroya y desde ahí a la localidad de Vista Alegre para tomar el último tramo hacia Proyecto Corihuarmi.

Por otro lado, tenemos la opción de un acceso vía la localidad de Cañete cruzando las localidades Llapay y San Valentín, este acceso supone recorrer 370 kilómetros de carretera.

A continuación, se muestra el detalle de los distintos accesos hacia este proyecto:

**Tabla 3***Accesibilidad a la mina Corihuarmi*

Lima – Huancayo – Vista Alegre – Proyecto Corihuarmi			
RUTA	VÍA	Distancia Km.	Horas (Hr)
Lima – Huancayo	Carretera Asfaltada	330	6.0
Huancayo – Vista Alegre	Carretera Afirmada	45	1.5
Vista Alegre– Proyecto Corihuarmi	Trocha Carrozable	70	2.5
TOTAL		445	10
Lima – Cañete – Yauyos – San Valentín – Proyecto Corihuarmi			
Lima – Cañete – Lunahuana	Carretera Asfaltada	145	2.5
Lunahuana – Yauyos – Llapay	Carretera Afirmada	155	4.0
Llapay- San Valentín - Proyecto Corihuarmi	Trocha Carrozable	70	3.5
TOTAL		370	10

**4.1.3 Geología**

En términos geológicos las operaciones se encuentran ubicadas en lo que se denomina la franja epitermal Au-Ag específicamente en su sector norte. Es por que llo que presenta características de mineralización epitermales, que presentan una contracción elevada de elementos sulfurosos propios de contextos volcánicos que se encuentran próximos al cinturón de Chonta.

La zonificación de este territorio nos demuestra que las alteraciones y mineralizaciones aparecen en domos de riodacita y dacita. Su localización por intrusión la ubica próxima al entrecruce de los fallamientos subordinados con orientación NE y el fallamiento geológico de Chonta.

**4.1.4 Explotación**

Las consideraciones bajo las cuales la operación de la Mina Corihuarmi realiza la explotación del yacimiento son las siguientes:

Las concentraciones de oro que se logran extraer pasan por el proceso de minado a tajo abierto. Por medio de este método se alcanza a producir, en toneladas, hasta 9 mil de concentrado de mineral y 5 mil de desechos.

En el 2007 se logró alcanzar en promedio una ley de 0,27 g/t, la proyección de producción para el periodo 2018-2019 están fijadas en alcanzar los 0,28 g/t.

La estrategia para la extracción de un material en las operaciones de la mina Corihuarmi es una combinación básica de la utilización de una excavadora y la asistencia de camiones.

Para el caso de las operaciones atajo abierto las características de todos deben cumplir con una altura de 5 m por medio de labores de perforación y voladura cargamento y transportación del lugar de operaciones.

Para realizar la labor de transporte de los materiales se debe segmentar la operación para realizarla en dos faxes.

En la primera etapa se cubre el trayecto entre la operación de Tajo y la operación de trituración.

En la segunda etapa se cubre el recorrido entre la operación de trituración y la cancha de lixiviación.

En los casos que el material extraído no requiera el proceso de triturado su transporte se hace directamente a la cancha de lixiviación.

Por otra parte, los desechos resultantes en los distintos procesos deben ser un lugar específico y determinado para depositar dichos desechos.

Las operaciones en esta unidad minera fueron programadas estableciendo cada periodo por mes con el fin de realizar siete operaciones de trajo las que tomaran tres años en total para concluir con sus operaciones.

#### **4.1.5 Tajos en explotación**

Se tiene los siguientes tajos de explotación

##### **Tajo Cayhua**

Esta operación está ubicada en el sector oeste del Tajo Susan. Actualmente es el nivel más alto donde se realiza este tipo de Llegando a alcanzar el nivel 4850. En promedio la ley del mineral que se extrae llega 0.30 g/Ton durante el periodo de un año. Esta operación ocupa un espacio de 2.9 hectáreas.

##### **Tajo Ampliación Diana**

Esta operación está ubicada en el sector entre los tajeos Susan y Cayhua

Actualmente llega a alcanzar el nivel 4865. En promedio la ley del mineral que se extrae llega 0.21 g/Ton durante el periodo de un año. Esta operación ocupa un espacio de 7.03 hectáreas.

### Tajo Susan

Esta operación actualmente llega a alcanzar el nivel 4815. En promedio la ley del mineral que se extrae llega 0.20 g/Ton durante el periodo de un año. Esta operación ocupa un espacio de 5.5 hectáreas.

### Tajo Laura

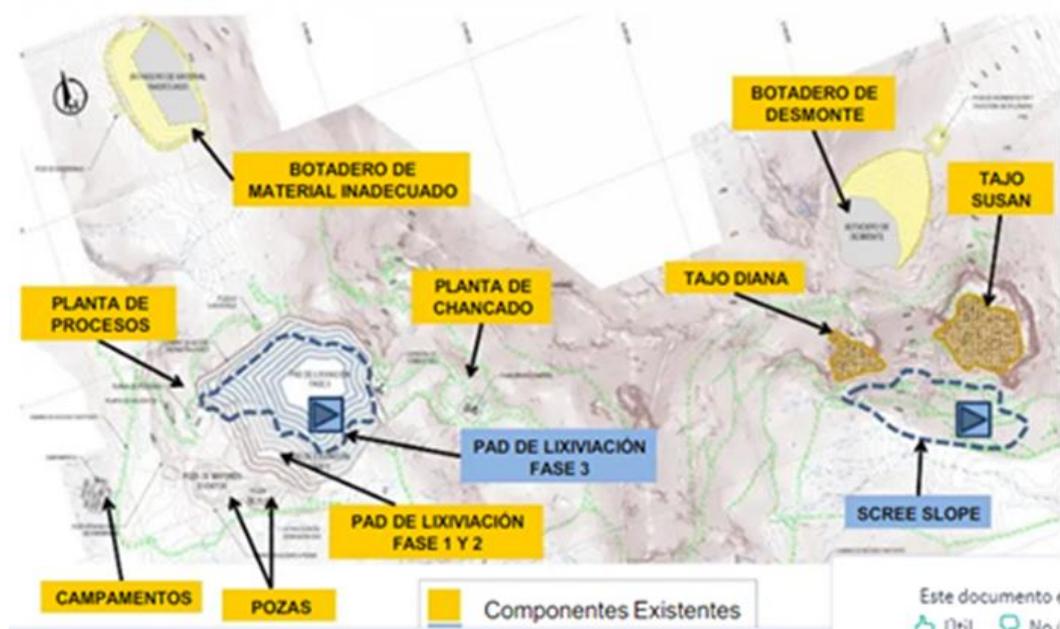
Esta operación está ubicada en el sector norte del Tajo Cayhua. Actualmente su nivel más alto llega a alcanzar el nivel 4790. En promedio la ley del mineral que se extrae llega 0.21 g/Ton durante el periodo de un año. Esta operación ocupa un espacio de 3 hectáreas.

### Tajo Ampliación Scree Slope

Esta operación está ubicada en el sector sur orientación este del Tajo Susan. Actualmente su nivel más alto llega a alcanzar el nivel 4725. En promedio la ley del mineral que se extrae llega 0.28 g/Ton durante el periodo de un año.

### Figura 15

*Vista de las instalaciones y tajos de la mina Corihuarmi*



## **Trabajo de campo**

Los resultados de este trabajo corresponden a labores de monitoreo ambiental realizadas en la unidad minera Corihuarmi. Esta vigilancia se llevó a cabo el año 2022, entre los días 9 y 10 de agosto,

Los trabajos de vigilancia consisten en recabar distintas muestras de los cuerpos de agua involucrados en el proyecto como lo son las aguas subterráneas, las aguas superficiales y los afluentes mineros. Además, se llevó a cabo actividades relacionadas a la vigilancia de la calidad del aire. Por último, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la información y el material recabado.

Estas labores se llevaron a cabo con la coordinación del ente regulador de las actividades mineras OSINERGMIN.

Los lugares seleccionados para realizar el monitoreo para recabar las muestras a analizar fueron los establecidos por el estudio de impacto ambiental que presentó la empresa y aprobó el organismo regulador.

Las labores de supervisión se llevaron a cabo con la presencia de los representantes de la unidad Corihuarmi el día 8 de julio.

Específicamente para las labores de recojo de muestras se necesitó la colaboración y presencia de la empresa ACOMISA además del apoyo técnico de los laboratorios Inspectorate Services Perú S.A.C., se debe señalar que ambas empresas cuentan con la acreditación necesaria para llevar a cabo este tipo de labores. Por su parte la empresa recogió las contramuestras respectivas.

### **4.1.6 Los trabajos realizados**

El proceso de monitoreo realizado en Unidad Minera Corihuarmi consistió en la verificación de niveles de calidad y límites máximos, el detalle se presenta a continuación:

- Verificar el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles para efluentes minero-metalúrgicos de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA IRL S.A.

•Verificar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo aprobados en los estudios ambientales correspondientes a la unidad minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.

•Verificar la calidad del aire en el punto de monitoreo donde se realizó el monitoreo participativo.

#### **4.1.7 Normatividad**

En cuanto al marco normativo que garantiza el correcto desempeño de esta supervisión a continuación se presenta en detalle:

- D.S. NO 016-93-EM; Reglamento de Protección Ambiental en las actividades Minero-Metalúrgicas.
- Ley N O 28964, a través de la cual se transfieren las competencias de fiscalización y supervisión de las actividades mineras al OSINERG.
- Ley N O 26734, Ley de Creación del Organismo Supervisor de Inversión en Energía.
- La Ley General de Aguas, Ley N O 17752
- D.S. NO 074-2001-PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambienta del Aire.
- R.M. NO 011-96 —EM, Aprueban los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero — metalúrgicos.
- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire - DGAA
- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua — DGAA

#### **4.1.8 Metodología**

La metodología empleada fue:

##### **Coordinación con los participantes**

La oficina de relacionamiento comunitario estuvo a cargo de las labores de coordinación que consistieron en la convocatoria de las autoridades o

representantes apoderados de las comunidades que se encuentran en el área de influencia de las operaciones con el fin de contar con su presencia.

### **Muestreo de agua y efluentes**

- Los muestreos de agua y afluentes se realizaron de acuerdo al Protocolo de Monitoreo que presenta el organismo supervisor.
- Se debió realizar la calibración del equipamiento que se utilizarán en las labores de muestreo. Además, se debió garantizar que los utensilios para el recojo de muestras no sufran alteraciones o manipulación de algún tipo que pueda interferir en los resultados, todo ello en concordancia con el protocolo antes mencionado.
- De acuerdo con el protocolo de monitoreo, se midieron en campo los siguientes parámetros: pH, Temperatura, Conductividad eléctrica, Caudal, para agua y efluentes. El Oxígeno disuelto fue medido para aguas superficiales y aguas subterráneas
- En cuánto se terminó el proceso de recolección se continuó con la preservación y codificación de las muestras. Además, se las seleccionó en dos categorías muestras totales y muestras de metales dispuestos. Finalmente se trasladó todo el material recogido al laboratorio.

Los utensilios usados para el recojo de muestra deben estar en condiciones de esterilización con la finalidad de no producir algún tipo de contaminación cruzada. Además, deben estar debidamente etiquetados para su correcta identificación conforme lo señala el protocolo utilizado anteriormente.

Después de ser recogidas las muestras deben seguir un procedimiento de almacenaje y preservación como lo establece el protocolo antes mencionado.

Se debe establecer una cadena de custodia que registre toda la información del campo de pruebas y muestras, esta cadena debe ser garantizada por el superviviente cargo.

Específicamente, cuando se trató de muestras de afluentes los análisis a nivel químico fueron realizados para metales disueltos. Los resultados de estos análisis deben ser contrastados con el parámetro que presenta la R.M. NO 011-96-EMNMM

En cambio, cuando la muestra es de aguas de superficie y subterráneas el análisis a nivel químico fue para metales totales. Los resultados de estos análisis deben ser contrastados con el parámetro que presenta la Ley General de Aguas Clase I ó III según sea el caso específico.

### **Muestreo de calidad de aire**

- Este monitoreo se llevó a cabo cumpliendo con el protocolo de monitoreo específico y aplicable al caso.
- La locación para monitorear se ubicó al noroeste desde el área operativa, donde se encuentran las tierras comunales de Atcas.
- El parámetro que se analizó PM-IO: material particulado partículas menores a 10 micras, que se encuentra suspendido en la atmósfera.
- La metodología que se implementó se encuentra en concordancia con los parámetros señalados en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones, en el punto 111.6.1.3
- Se utilizó un cabezal fraccionador como parte del equipo de muestreo de Alto Volumen Especial para material participado de diámetro menor a 10 micras con posibilidad de impacto selectivo con capacidad de controlar los flujos volumétricos.

Un resultado se puede aceptar cuando el flujo de medición se encuentra en rango de 1.13 m<sup>3</sup>/min +1- 10%. Se considera que el tiempo de validez para hacer la medición es de un día +1- 1 hora según la metodología de la EPA y un mínimo de 16 horas según la R.M. NO 315-96-EMIVMM.

- La determinación de pesos del filtro de PM10, se lleva a cabo por método gravímetro que puede determinar la variación en el peso previo y posterior a la medida.

## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

### Resultados de la toma de muestra de los efluentes

Tenemos:

#### 4.2.1 Puntos de monitoreo

**Tabla 4**

*Puntos de monitoreo*

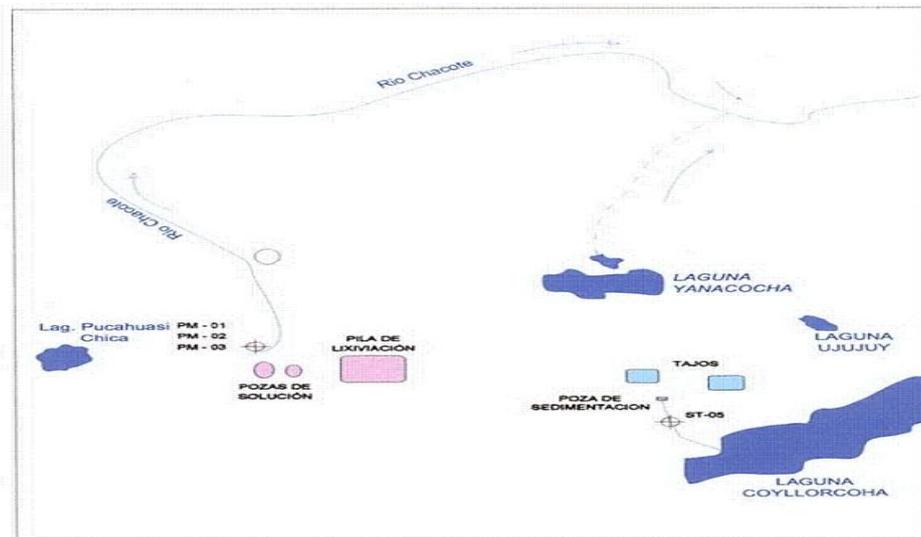
ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
PM-01	Subdrenaje de Poza PLS	E 437160 N 8610642	4 696
PM-02	Subdrenaje de Pad de lixiviación	E 0437195 N 8610666	4 704
	Subdrenaje de la Poza de Ma ores Eventos	E 0437160 N 8610642	4 696
ST-05	Punto de monitoreo ubicado a 100m aprox. De la salida de la de sedimentación N° 05 (a.)	E 0439920 N 8612802	4704

Las aguas que ingresan al sedimentador son aguas de escorrentías naturales.

#### 4.2.2 Croquis de ubicación de los puntos de monitoreos de los efluentes

**Figura 16**

*Ubicación de los puntos de monitoreo de los efluentes*



### 4.2.3 Resultados de la toma de muestra de los efluentes

**Tabla 5**

*Muestreo de efluentes*

ESTACIONES DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO			MEDICIÓN EN LABORATORIO							
	Ph	T (°C)	CE (uS/cm)	Caudal (l/s)	STS (mg/L)	Pb disuelto (mg/L)	Cu disuelto (mg/L)	Zn disuelto (mg/L)	As disuelto (mg/L)	Fe disuelto (mg/L)	CN disuelto (mg/L)
PM-01	5,13	7,9	475,0	---	41,8	<0,025	0,142	0,068	0,0071	0,05	0,187
PM-02	3,46	7,3	493,0	---	<5,0	0,083	0,077	0,597	0,0068	3,41	<0,004
PM-03	6,63	9,0	1120,0	---	30,8	<0,025	0,036	0,156	0,0401	1,53	0,006
ST-05	3,3	8,7	429,0	0,006	22,8	<0,025	<0,025	0,082	0,018	4,76	<0,004
RM N° 011-96-EM/VMM-Anexo 1	6-9	-	-	-	50	0,4	1,0	3,0	1,0	2,0	1,0

### **Comentarios de la Tabla N° 02:**

- De los resultados obtenidos se observaron cuatro puntos de monitoreo. Los resultados de pH de Los puntos: PM-01, PM-02 y ST-05 actualmente están en un nivel inferior al límite máximo que la norma establece para la minería R.M. N.º 011-96-EM/VMM.

- En el punto PM-02, los niveles de hierro que se registran no cumplen con los límites máximos permitidos por la normativa referida a la minería R.M. N.º 011-96-EM/VMM. Aunque se debe señalar que este punto y los PM-01 y PM-03 no se descargan directamente al entorno por el contrario son redirigidos a la cadena de producción.

- En el punto ST-05, los niveles de hierro que se registran no cumplen con los límites máximos permitidos por la normativa referida a la minería R.M. N.º 011-96-EM/VMM. Aunque se debe señalar que las aguas que ingresan al sedimentado son aguas de escorrentías naturales.

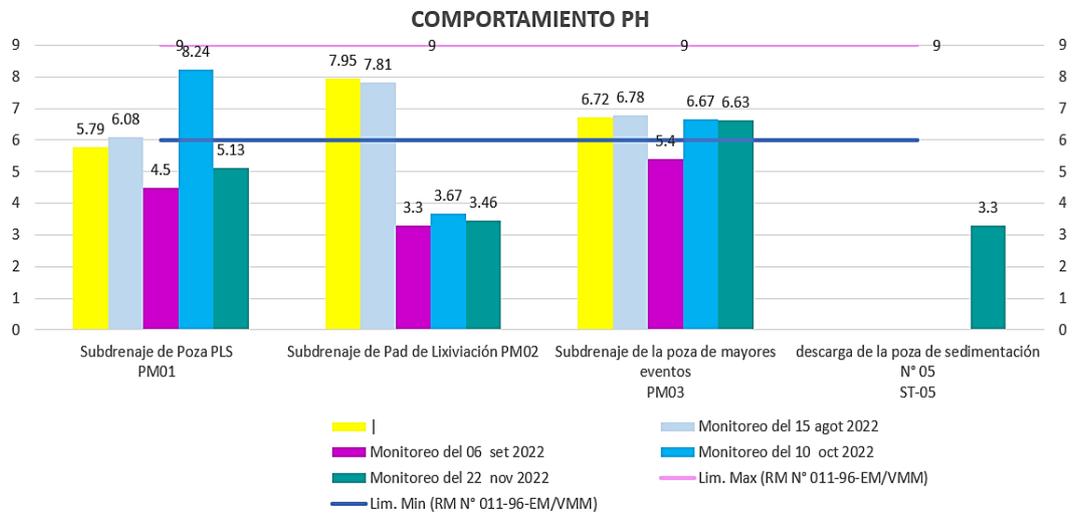
#### **4.2.4 Resultados del comportamiento del PH**

Los gráficos de los resultados obtenidos en monitoreo serán sometidos a una comparación con los parámetros que indican los límites máximos permitidos por la normativa referida a la minería

En la **gráfica N° 17** podemos observar que el nivel de pH, en la última evaluación en los puntos PM-01, PM-02 y ST-05, se encuentran debajo del límite establecido en la (R.M. N.º 011-96-EM/VMM). Ahora bien, hay que señalar que este efluente no se descarga directamente al entorno ambiental, por el contrario, son redirigidos a la cadena de producción.

**Figura 17**

*Comportamiento del PH*

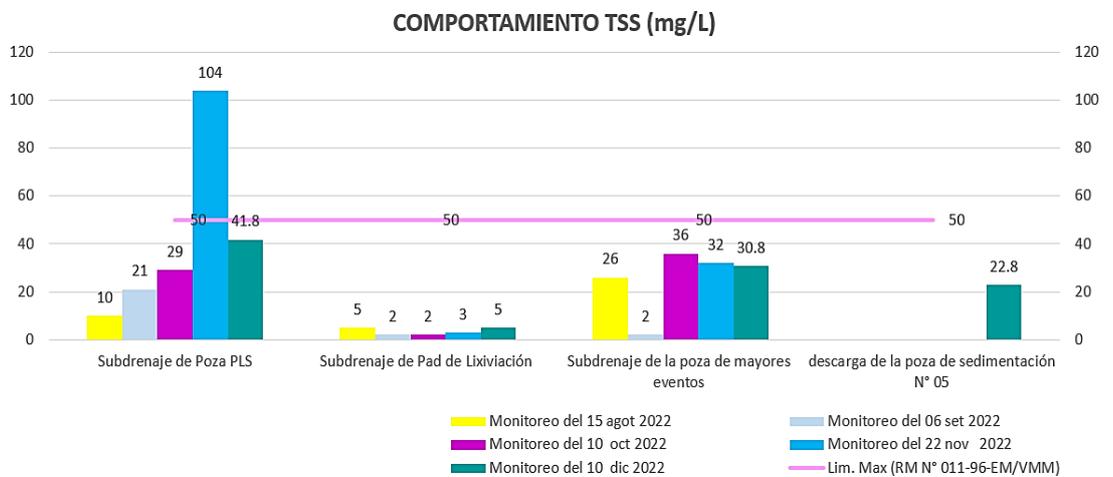


**4.2.5 Resultados del comportamiento del TSS (mg/l)**

El gráfico N.º 18 nos muestra que el nivel de los sólidos totales suspendidos, en el último monitoreo realizado no sobrepasa el límite establecido en la (R.M. N.º 011-96-EM/VMM). Ahora bien, hay que señalar que este efluente no se descarga directamente al entorno ambiental, por el contrario, son redirigidos a la cadena de producción.

**Figura 18**

*Comportamiento de TSS (mg/l)*

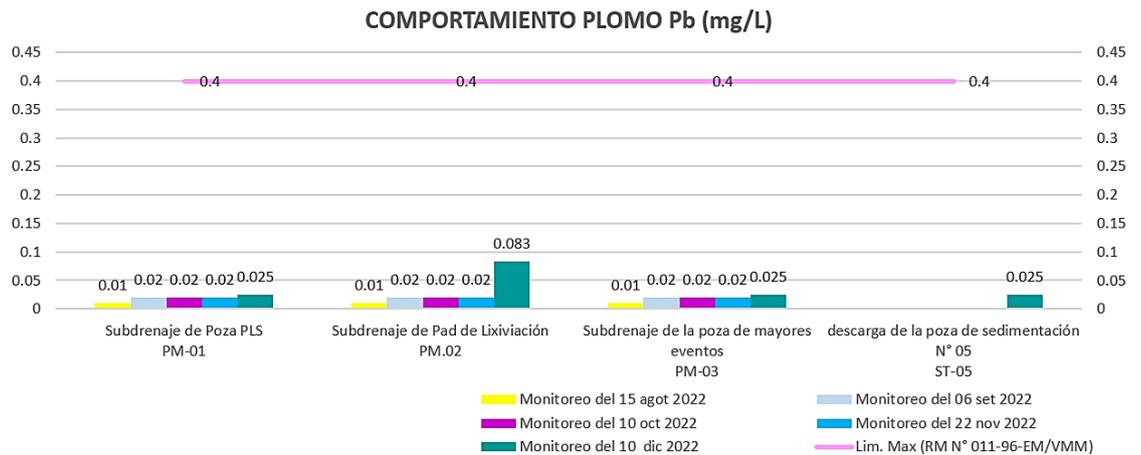


#### 4.2.6 Resultados del comportamiento del Plomo Pb (mg/l)

El gráfico N.º 19 nos muestra que el nivel de plomo, en el último monitoreo realizado, no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable. R.M. N.º 011-96-EM/VMM.

**Figura 19**

*Comportamiento plomo Pb (mg/l)*

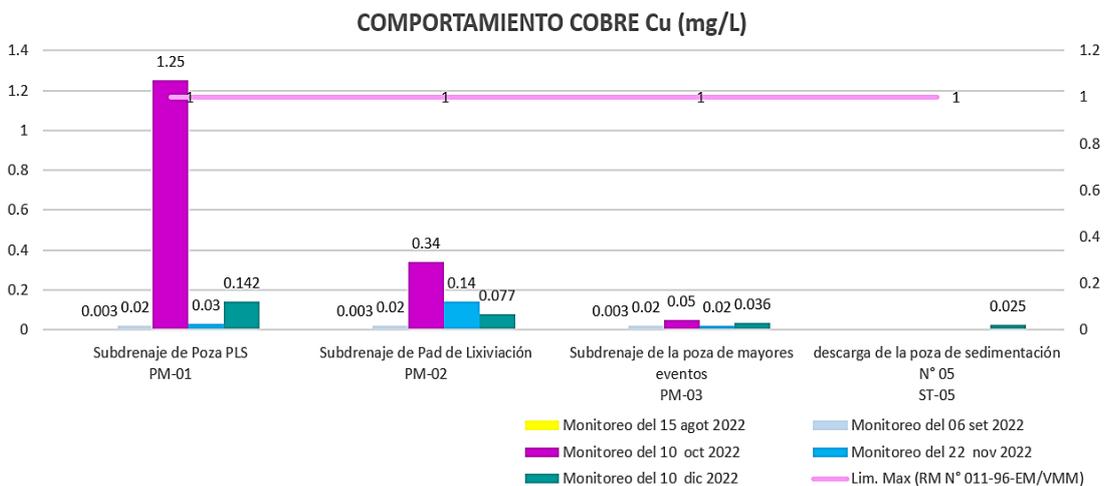


#### 4.2.7 Resultados del comportamiento del Cobre Cu (mg/l)

En la gráfica N.º 20 se observa que en el último monitoreo no sobrepasa el límite de cobre establecido en la R.M. N.º 011-96-EM/VMM.

**Figura 20**

*Comportamiento Cobre Cu (mg/l)*

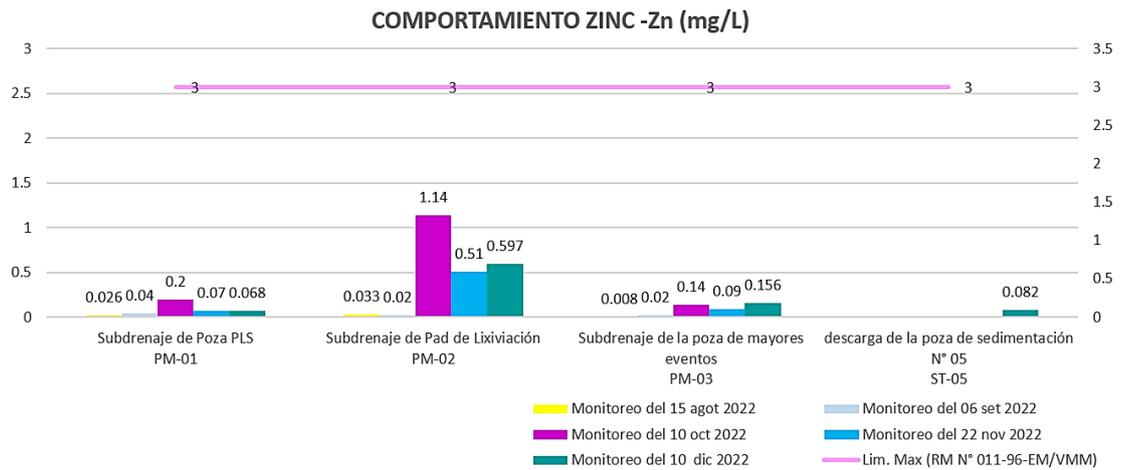


#### 4.2.8 Resultados del comportamiento del Zinc Zn (mg/l)

El gráfico N.º 21 nos muestra que el nivel de zinc, en las cinco últimas evaluaciones no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable. R.M. N.º 011-96-EM/VMM.

**Figura 21**

*Comportamiento Zinc Zn (mg/l)*

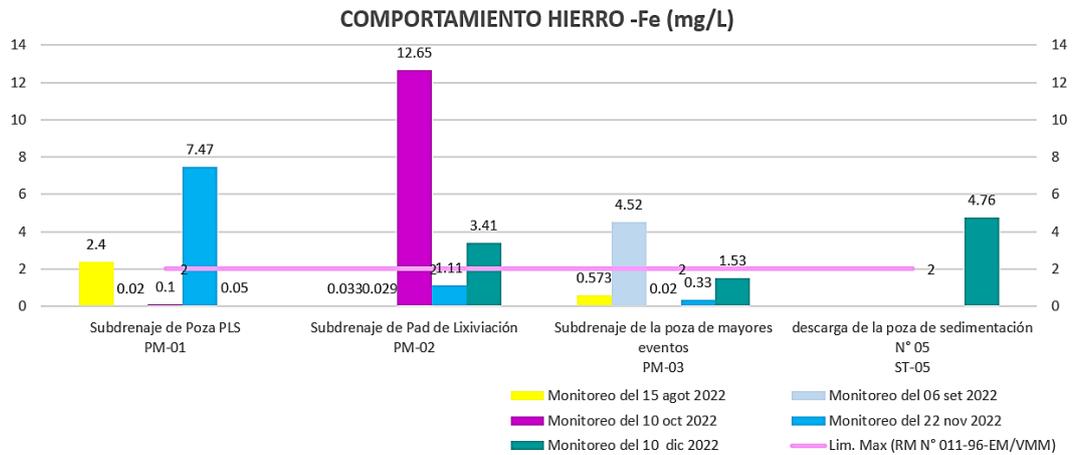


#### 4.2.9 Resultados del comportamiento del Hierro Fe (mg/l)

El gráfico N° 22 nos muestra los resultados de hierro para las últimas cinco evaluaciones realizadas, el punto **PM-01** superaron límites máximos permisibles, en el primero y cuarto monitoreo, así como en el punto PM-02 superó en el tercer y cuarto monitoreo, el **PM-03** superó en el segundo monitoreo, y el punto ST-05 aguas provenientes de sedimentados de aguas naturales supera límites máximos permisibles. Sin embargo, se debe indicar que los efluentes **PM-01**, PM-02 y **PM-03** no son descargados al ambiente, siendo derivados a su proceso. El efluente ST-05 proviene de un sedimentado que ingresan escorrentías aguas naturales. Este gráfico no llega a registrar valores para de hierro en los puntos PM-01 y PM-02, debido a que los resultados son inferiores a 0,02.

**Figura 22**

*Comportamiento Hierro Fe (mg/l)*

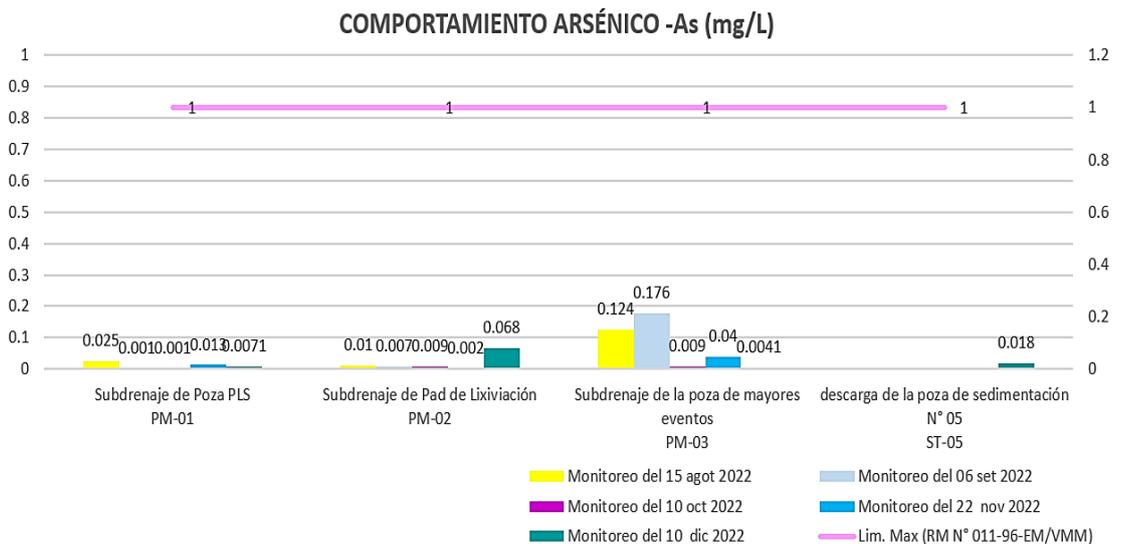


**4.2.10 Resultados del comportamiento del Arsenio As (mg/l)**

El gráfico N.º 23 nos muestra que el nivel de arsénico, en las últimas evaluaciones realizadas no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable. R.M. N.º 011-96-EM/VMM. Este gráfico no llega a registrar valores para de arsénico en los puntos PM-01 y PM-02, debido a que los resultados son inferiores a 0,01.

**Figura 23**

*Comportamiento Arsénico -As (mg/l)*

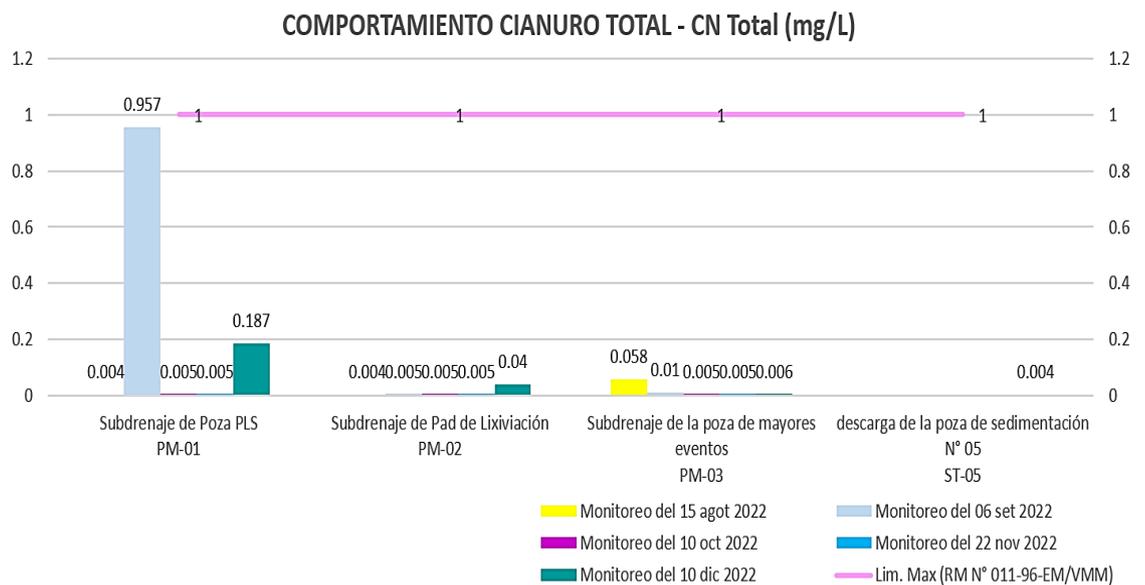


#### 4.2.11 Resultados del comportamiento del Cianuro Total (mg/l)

El gráfico N.º 24 nos muestra que el nivel de cianuro total, en las últimas evaluaciones realizadas no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable. R.M. N.º 011-96-EM/VMM. Este gráfico no llega a registrar valores para de cianuro en los puntos PM-01 y PM-02, debido a que los resultados son inferiores a 0,05. y no se pueden graficar los valores pequeños.

**Figura 24**

*Comportamiento Cianuro total -CN total (mg/l)*



#### Calidad de aguas superficiales

Lugares para la evaluación del agua superficial

**Tabla 6**

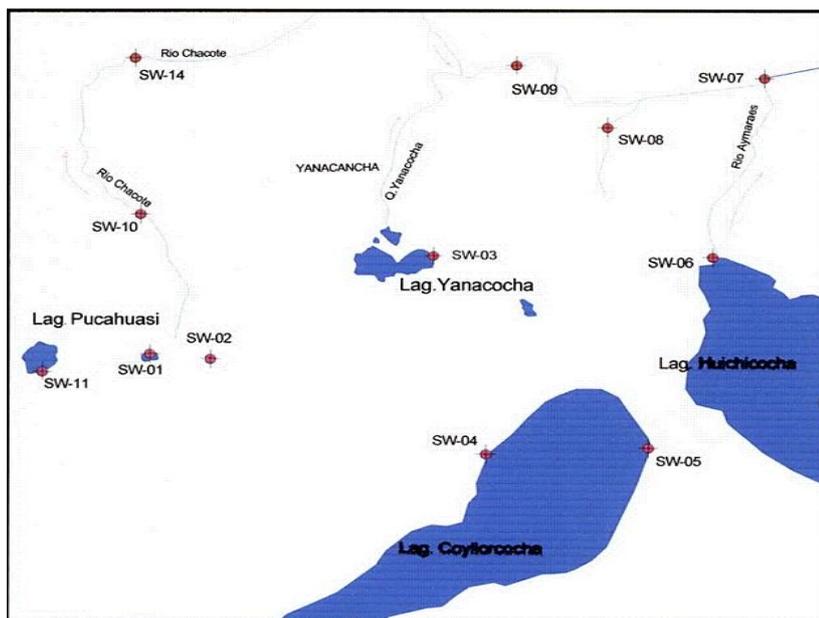
*Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales*

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
sw-01	Laguna Pucahuasi Chica	E 0436700 N 8610108	4 697
SW-02	Quebrada campamento Mellizo	E 0437452 N 8610411	4 719
SW-03	Laguna Yanacocha	E 0439543 N 8611152	4 738
sw-04	Quebrada Cullush, drenaje Susan - afluente la una Ilorcocha	E 0440045 N 8609411	4 705
SW-05	Salida de la laguna Coyllucocha	E 0441348 N 8609159	4 690
SW-06	Salida de la laguna Huichicocha	E 0441960 N 8611144	4668
SW-07	Rio Aymaraes aguas debajo de confluencia	E 0492849 N 8613417	4576
	Quebrada Yuroccorral aguas arriba de confluencia	E 0440922 N 8612534	4 616
sw-09	Rio Chacote aguas abajo de confluencia con el rio Cull	E 0440074 N 8613151	4615
sw-10	Quebrada afluente rio Chacote	E 0436796 N 8611960	
sw-i 1	Salida de la laguna Pucahuasi Grande	E 0435644 N 8609900	4661
SW-14	Rio Chacote, a 200 m aguas debajo de la confluencia de la quebrada Ashuto Hua cuhuasi	E 0436741 N 8613624	4665
sw-15	Laguna Ujujuy.	E 0436741 N 8613624	4665

**Croquis de ubicación de los puntos de monitoreos de aguas superficiales**

**Figura 25**

*Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales*



## Resultados de la toma de muestras de aguas superficiales

Tabla 7

Muestreo en agua superficial Unidad Corihuarmi

ESTACIONAMIENTO DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO				MEDICIÓN EN LABORATORIO										
	pH	T(°c)	CE (uS/cm)	OD (mg/L)	STS (mg/L)	Pb Total (mg/L)	Cu Total (mg/L)	Zn Total (mg/L)	As Total (mg/L)	Fe Total (mg/L)	Cr Total (mg/L)	Cd Total (mg/L)	Ni Total (mg/L)	Se Total (mg/L)	Cn Wad (mg/L)
SW.01	9.84	12.9	69.0	6.8	<5,0	<0,025	<0,025	0,041	0.0032	0,09	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.02	3.60	2.3	205.0	7.7	32,7	<0,025	<0,025	0,107	0,0106	3,43	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.03	7.83	3.6	81.0	6.7	<5.0	<0,025	<0,025	0,029	0,0014	0,16	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.04	7.31	7.2	385	6.6	<5,0	<0,025	<0,025	0,106	0,0196	4,94	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.05	8.67	9.5	151.0	6.5	65,6	<0,025	<0,025	0,059	0,0139	3,07	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.06	8.81	13.5	160.0	7.3	18,0	<0,025	<0,025	0,035	0,0096	0,20	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.07	8.50	12.5	244.0	3.5	<5.0	<0,025	<0,025	0.051	0,0058	0,18	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.08	8.58	17.2	243.0	7.3	8,9	<0,025	<0,025	0.075	0,0175	0,30	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.09	7.04	13.7	167.0	7.1	<5,0	<0,025	<0,025	0,053	0,0069	0,37	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.10	3.83	14.1	393.0	5.4	<5,0	<0,025	<0,025	0,150	0,0049	3,68	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.11	9.19	14.8	31.0	7.5	7,2	<0,025	<0,025	0,060	0,0032	0,31	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.14	4.59	16.2	202.0	5.5	6,1	<0,025	<0,025	0,130	0,0033	2,95	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
SW.15	8.36	9.7	50.0	7.0	33,8	<0,025	<0,025	0,067	0,0181	10,34	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004
LGA Clase III(1)	....	....	....	3.0>	....	0.1	0.5	25	0,2	....	1	0,05	0,002	0,05	0,1
ECA (1)	6,6 - 8,4		<2000		....					1					

- (1) LGA, Ley General de Aguas, Clase III: Aguas para riego de vegetales de consumo y bebidas de animales.  
 (2) ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales.

### **Comentario de la tabla 7**

Los puntos SW-2, SW-10 y SW-14 y SW-15, nos muestra que los niveles no están dentro del rango 6,5-8,4 que establece el estándar Nacional de Calidad Ambiental ECA- Categoría 3: Estándar que en este caso es aplicable como normativa referencial. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

En los puntos SW 02, SW 04, SW 05, SW 10 y SW 15, se registra un valor para hierro por encima de la norma que señala 1mg/L exigido conforme la legislación vigente. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

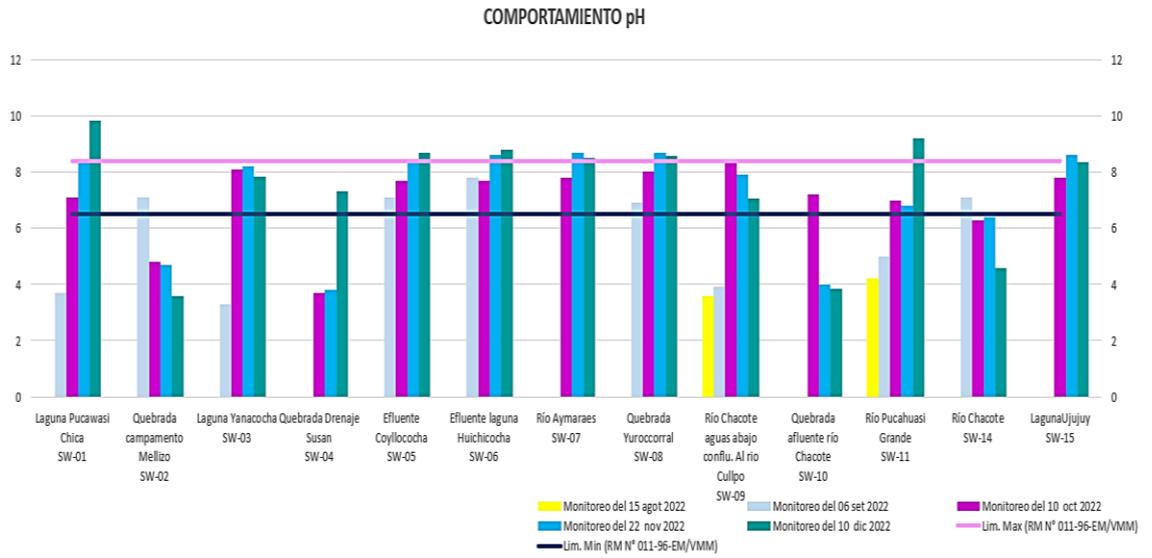
#### **4.2.12 Resultados del comportamiento del PH**

Se grafican los resultados del primer, segundo, tercer, cuarto y quinto monitoreo.

El gráfico N° 26 nos muestra que el nivel de pH, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no están dentro de los valores que el rango indica (6,5 - 8,4) del ECA - Categoría 3, Estándar que en este caso es aplicable como normativa referencial. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

**Figura 26**

*Comportamiento PH*

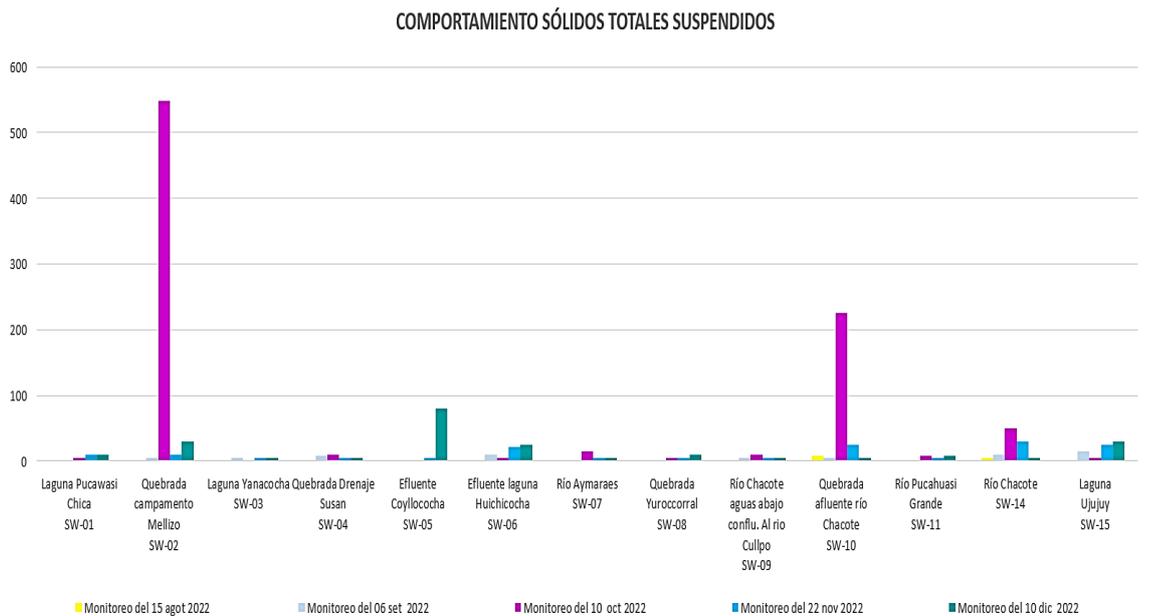


**4.2.13 Resultados del comportamiento de los sólidos totales suspendidos**

El gráfico N.º 27 nos muestra que el nivel de sólidos totales suspendidos, los resultados del presente monitoreo oscilan entre <2-30 mg/L.

**Figura 27**

*Comportamiento Solidos Totales Suspendidos*

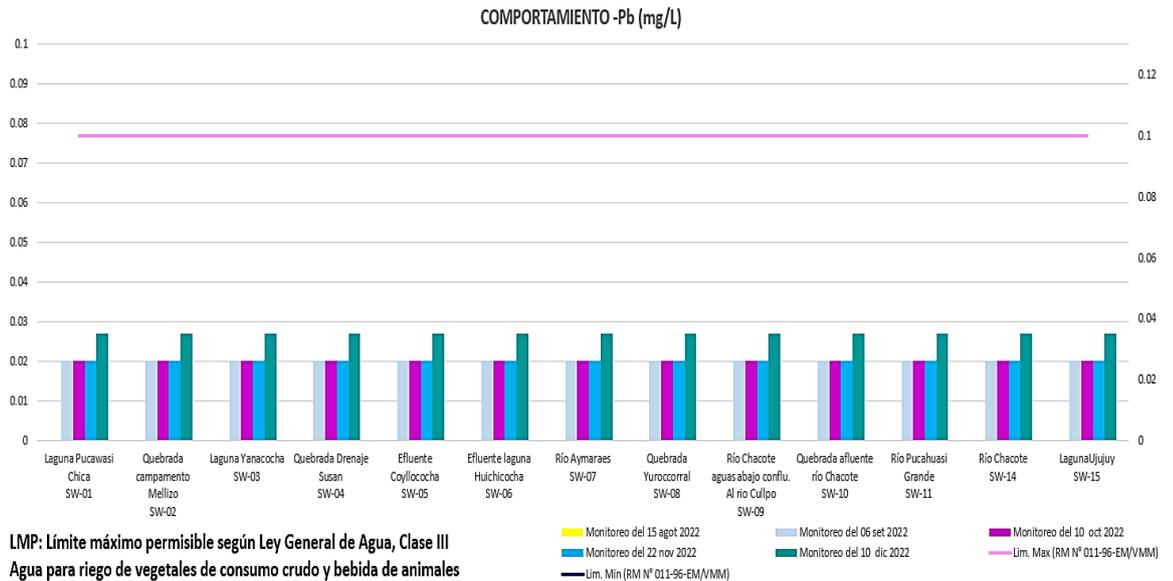


#### 4.2.14 Resultados del comportamiento del Plomo, Pb, (mg/l)

En el gráfico N.º 28 nos muestra que el nivel de plomo, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite (0,10 mg/l) máximo establecido en la normativa vigente.

**Figura 28**

*Comportamiento plomo - Pb (mg/l)*

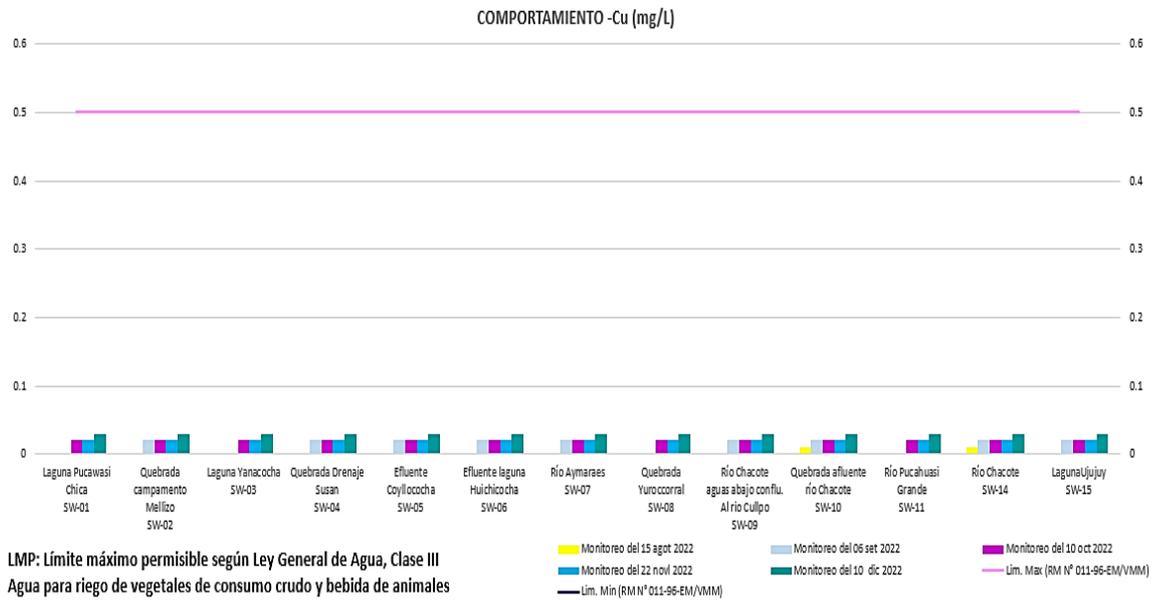


#### 4.2.15 Resultados del comportamiento del Cobre, Cu, (mg/l)

En el gráfico N.º 29 nos muestra que el nivel de cobre, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite (0,50 mg/l) máximo establecido en la normativa vigente.

**Figura 29**

*Comportamiento Cobre -Cu (mg/l)*

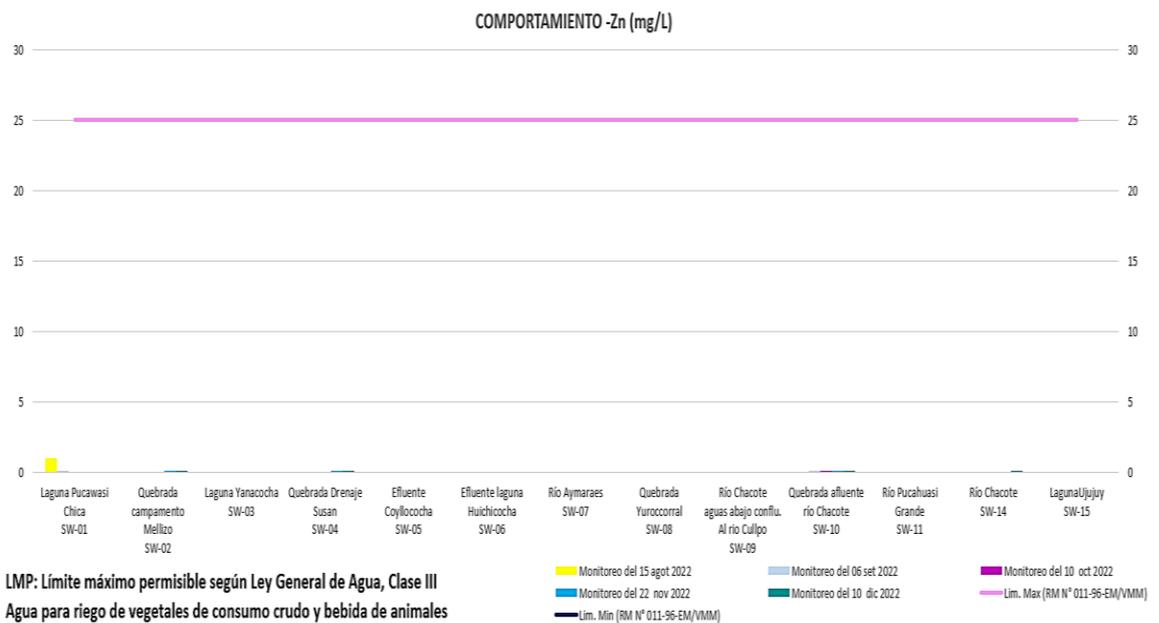


**4.2.16 Resultados del comportamiento del Zinc, Zn, (mg/l)**

En el gráfico N.º 30 nos muestra que el nivel de *Zinc*, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite (0,10 mg/l) máximo establecido en la normativa vigente.

**Figura 30**

*Comportamiento Zinc -Zn (mg/l)*



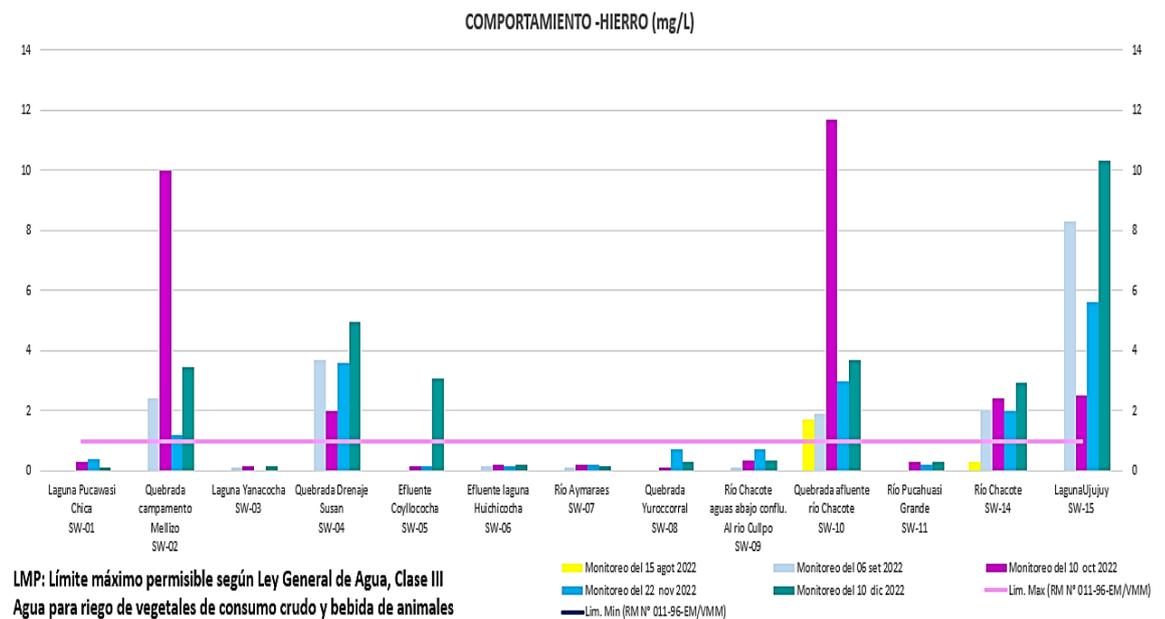
#### 4.2.17 Resultados del comportamiento del Hierro Fe, (mg/l)

El gráfico N.º 31 nos muestra que el nivel de hierro en las últimas cinco evaluaciones realizadas registra valores superiores al límite ECA-Categoría 3 máximo establecido en la normativa vigente. Este indicador se usa como referencia para los puntos de monitoreo SW-02, SW-04, SW-05, SW-10, SW-14 y SW-15. En este caso los valores de hierro dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

El gráfico no registra resultados para hierro en SW-03, SW-05 y SW-07 debido a que dicho resultado es inferior a 0,08.

**Figura 31**

*Comportamiento Hierro -Fe (mg/l)*

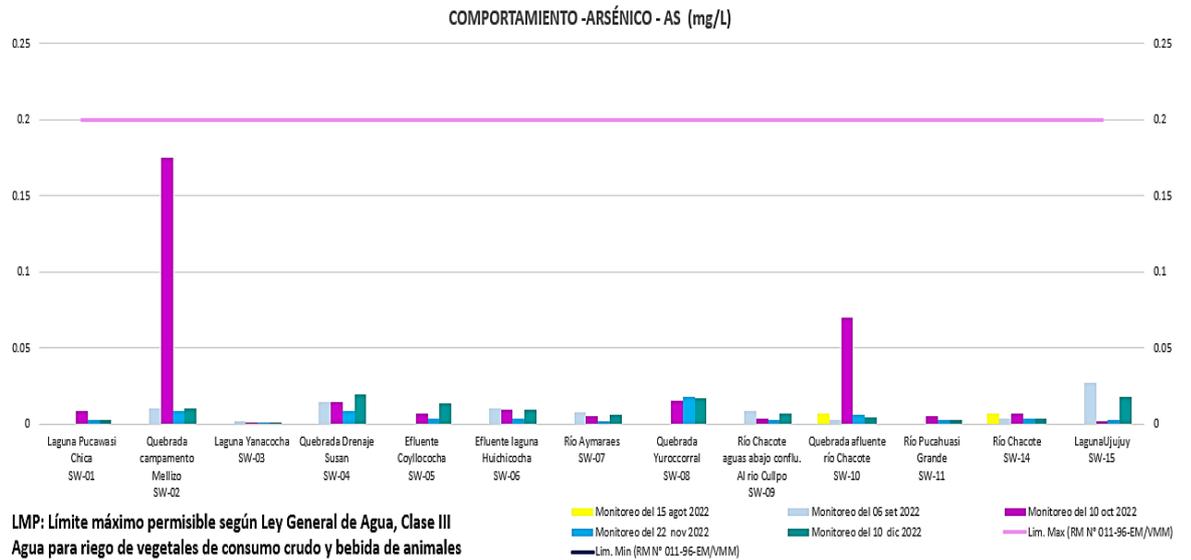


#### 4.2.18 Resultados del comportamiento del arsénico As, (mg/l)

El gráfico N.º 32 nos muestra que el nivel de arsénico, en las últimas evaluaciones realizadas no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable 0.20 mg/l e la Ley General de Aguas Clase III.

**Figura 32**

*Comportamiento Arsénico -As (mg/l)*

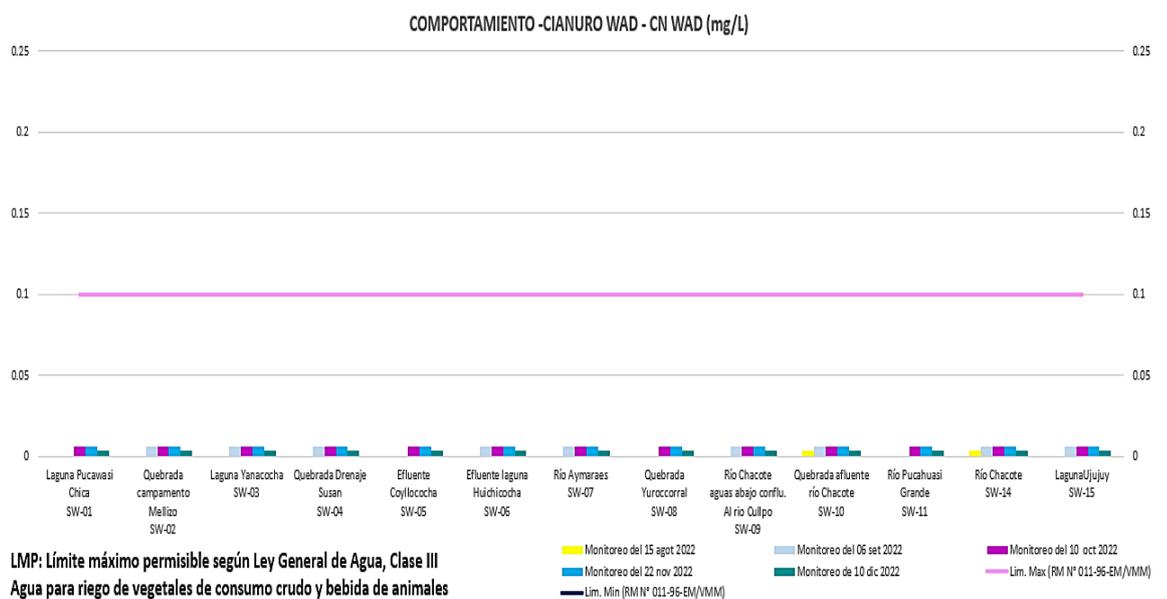


**4.2.19 Resultados del comportamiento del Cianuro Wad, CN WAD, (mg/l)**

El gráfico N.º 33 nos muestra que el nivel de cianuro WAD, en las últimas evaluaciones realizadas no sobrepasa el límite establecido en la normativa aplicable que es de 0.10 mg/l Ley General de Aguas Clase III.

**Figura 33**

*Comportamiento Cianuro WAD (mg/l)*



## Calidad de aguas subterráneas

### 4.2.20 Puntos de monitoreo de agua subterránea

Tabla 8

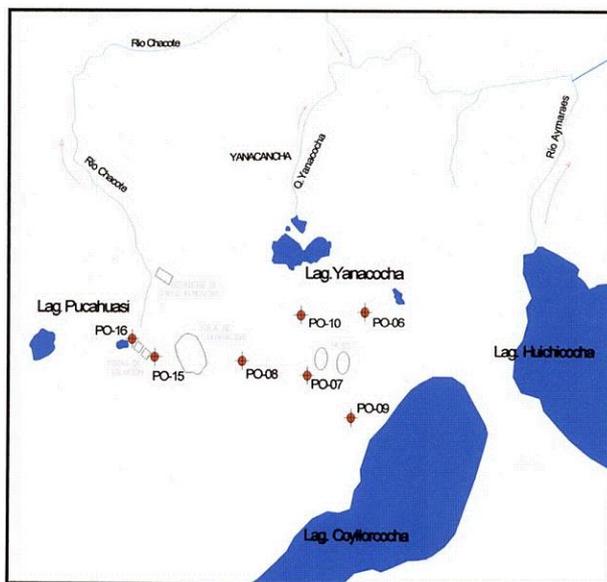
*Ubicación de los puntos de monitoreo*

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
PO-06	Quebrada campamento Mellizo	E 0437452 N 8610411	4719
PO-07	Al suroeste del tajo Diana, zona de escorrentía de la quebrada Cullush.	E 0439543 N 8611152	4 738
PO-08	Área del futuro botadero, al norte del tajo Susan (zona de laguna Ujujuy).	E 0440045 N 8609411	4 705
PO-09	Al sur del tajo Susan y 200 m al noroeste de la laguna Coyllorcocha	E 0441570 N 8609481	4 697
PO-10	Quebrada Yanacocha. Al norte del tajo Diana	E 0441960 N 8611144	4 668
PO-15	Quebrada Campamento Mellizos. Al oeste de la pila de lixiviación.	E 0492849 N 8613417	4 576
PO-16	Quebrada Campamento Mellizos. Al noroeste de la pila de lixiviación.	E 0441175 N 8612896	4576

### 4.2.21 Croquis de ubicación de los puntos de monitoreo de aguas subterráneas

Figura 34

*Ubicación de los puntos de monitoreo de aguas subterráneas*



## Resultados de la toma de muestra de aguas subterráneas

**Tabla 9**

*Muestreo en agua subterránea Unidad Corihuarmi*

ESTACIONAMIENTO DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO				Pb Total (mg/L)	Cu Total (mg/L)	Zn Total (mg/L)	As Total (mg/L)	Fe Total (mg/L)	CN WAD (mg/L)
	pH	T(°C)	CE (uS/cm)	SDT (mg/L)						
PO-06	7,84	3,5	252,0	186,6	<0,025	<0,025	0,053	0,0385	0,46	<0,004
PO-08	7,64	7,2	137,0	112,4	<0,025	<0,025	0,081	0,0153	0,78	<0,004
PO-09	4,71	4,7	165,0	129,0	<0,025	<0,025	0,072	0,6276	15,19	<0,004
PO-10	7,97	5,0	228,0	190,4	<0,025	<0,025	0,042	0,0062	0,44	<0,004
PO-15	7,78	7,5	432,0	852,0	0,044	<0,025	0,085	0,5412	0,71	<0,004
PO-16	8,59	9,3	990,0	300,0	<0,025	<0,025	0,050	0,0269	0,64	0,005
LGA Clase III (1)	....	....	....	....	0,05	1	5	0,1	....	....
ECA (2)	6,5 – 8,5		1500	1000					0,3	....

(1) LGA, ley General de Aguas, Clase i: Aguas abastecimiento con simple desinfección.

(2) ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1-A1: Agua que puede ser potabilizada con desinfección.

#### **Comentario de la tabla N° 04:**

El valor que se registra para PO-09 y PO-15 obtenidos no cumplen con los valores o límites de arsénico que se establece en la normativa vigente sobre: “Aguas de consumo humano con simple desinfección”. La comparación de los resultados con el valor límite es referencial debido que la ley General de Aguas no clasifica aguas subterráneas.

Para el caso de lo registrado en PO-06, PO-08, PO-10 y PO-16 se observa que los resultados se encuentran en concordancia con la normativa vigente sobre : “Aguas no clasificada aguas subterráneas”

Para el caso de lo registrado en PO-06, PO-08, PO-10, PO-15 y PO-16 se observa que los resultados para hierro se encuentran por encima del valor máximo que establece la normativa vigente sobre “Agua que puede ser potabilizada con desinfección”. En este caso se aplica como criterio de referencia.

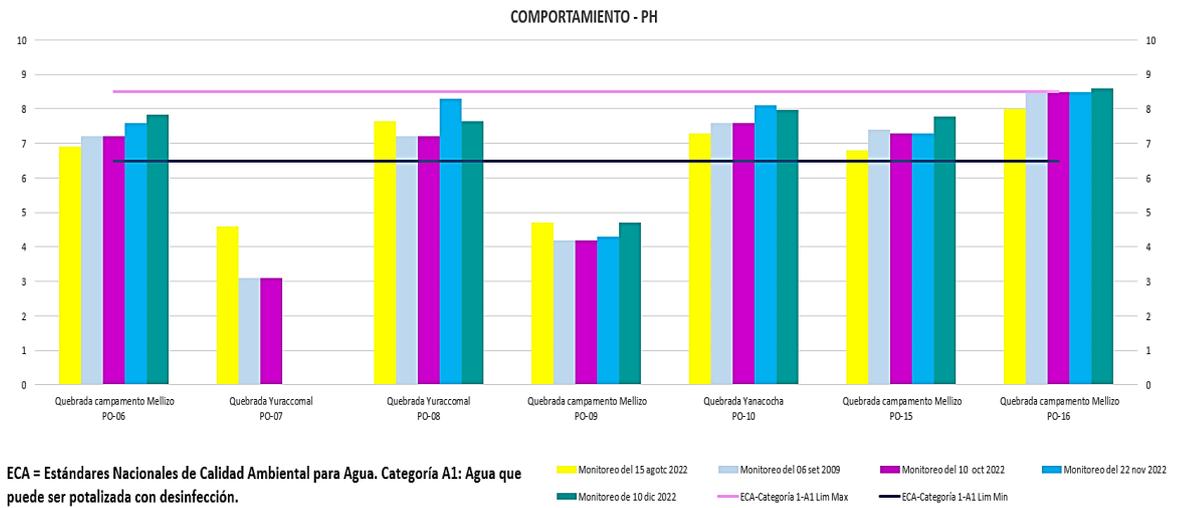
Para el caso de lo registrado en PO-09, se observa que los resultados para pH se no se encuentre dentro del rango (6,5-8,5) que establece la normativa vigente sobre: “Agua que puede ser potabilizada con desinfección”, En este caso se aplica como criterio de referencia, debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto

#### **4.2.22 Resultados del comportamiento del PH**

El gráfico N.º 35 nos muestra que el nivel de pH, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no están dentro de los valores que el rango indica (6,5 - 8,4) del ECA – categoría 1-A1, Estándar que en este caso es aplicable como normativa referencial. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

**Figura 35**

*Comportamiento PH*

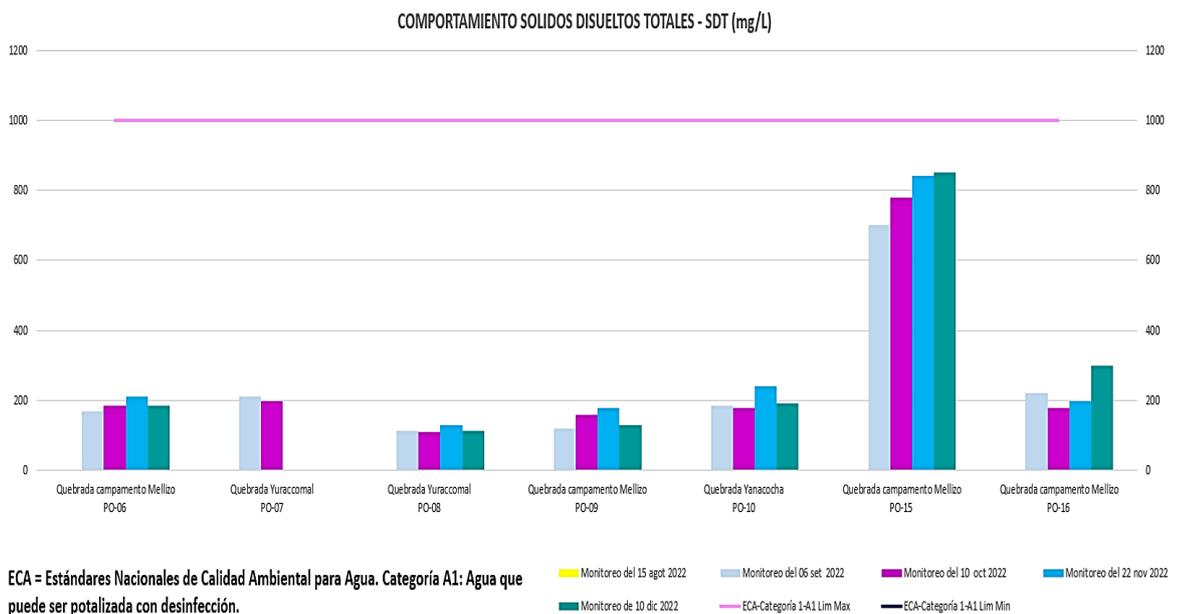


**4.2.23 Resultados del comportamiento de los Sólidos Disueltos Totales – SDT (mg/l)**

El gráfico N.º 36 nos muestra que el nivel de sólidos totales suspendidos, no llegan a sobrepasar los valores máximos del ECA - Categoría 1 – A1. Dichos resultados en este caso son usados como criterio de referencia.

**Figura 36**

*Comportamiento Sólidos disueltos totales -SDT (mg/l)*

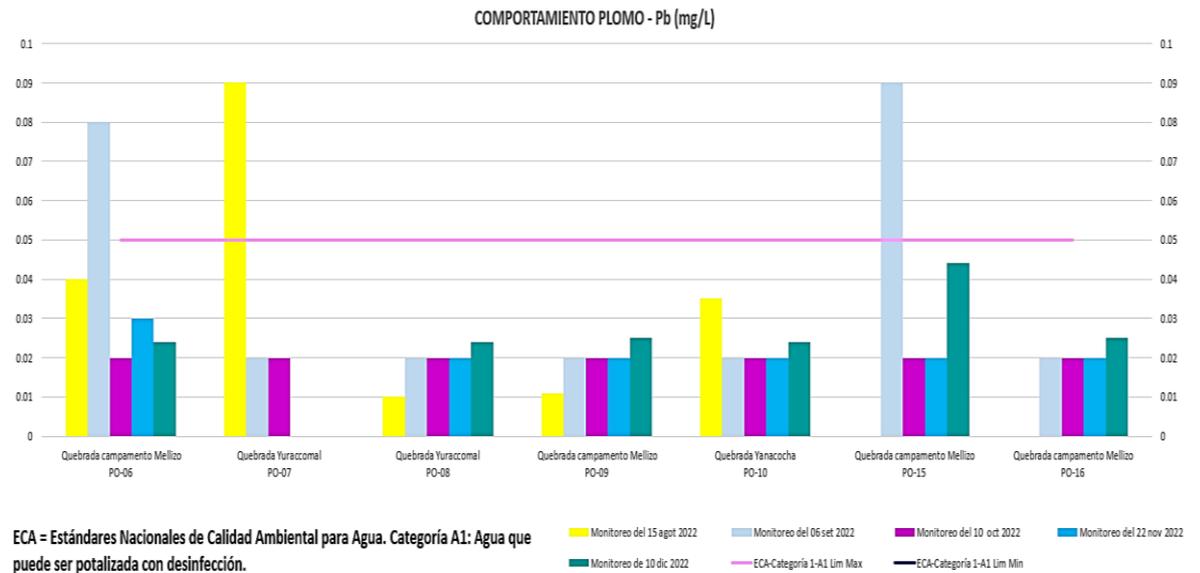


#### 4.2.24 Plomo, Pb, Resultados del comportamiento del Plomo, Pb, (mg/l)

El gráfico N.º 37 nos muestra que el nivel para plomo, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite (0,50 mg/l) máximo establecido en la normativa vigente.

**Figura 37**

*Comportamiento plomo Pb (mg/l)*



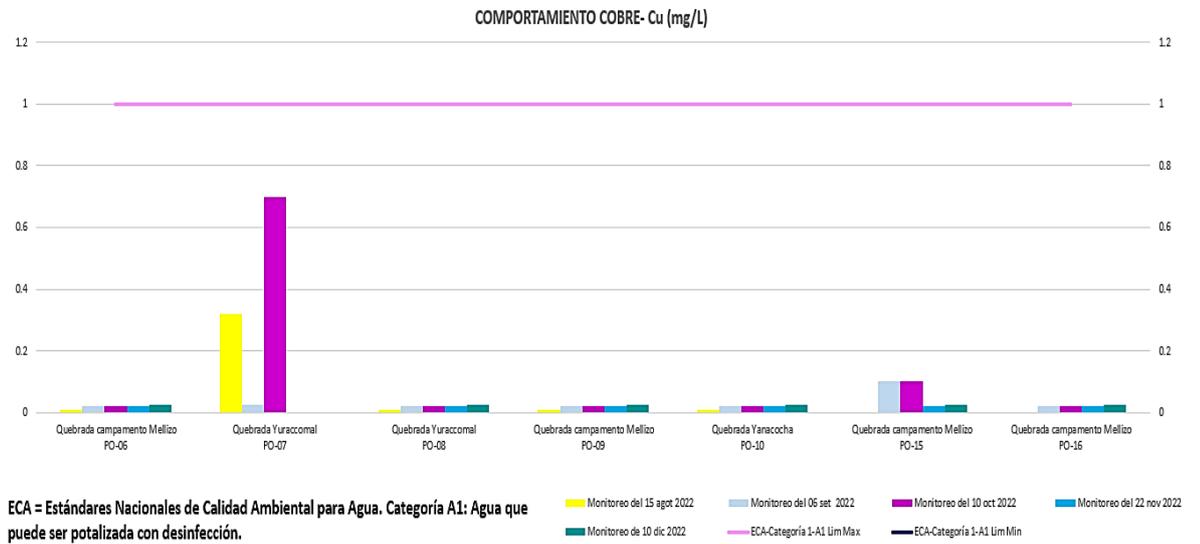
#### 4.2.25 Resultados del comportamiento del Cobre, Cu, (mg/l)

El gráfico N.º 38 nos muestra que el nivel para cobre, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite (0,10 mg/l) que es el nivel máximo establecido en la normativa vigente.

Además, el gráfico también nos muestra que el resultado para PO-08, PO-09, PO-10 en una primera evaluación no puede ser registrado debido a que el resultado es inferior a 0,004.

**Figura 38**

*Comportamiento Cobre -Cu (mg/l)*



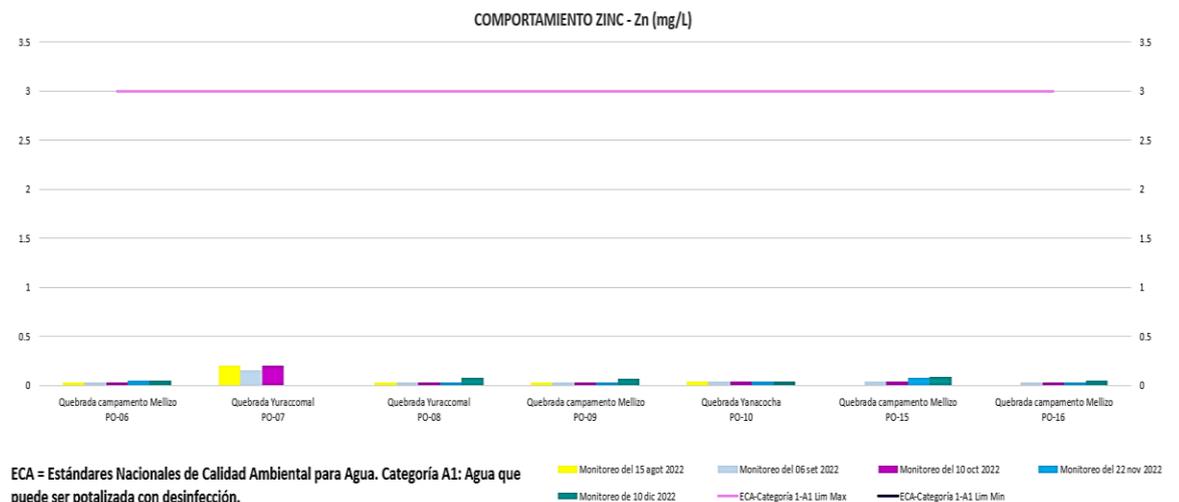
**4.2.26 Resultados del comportamiento del Zinc, Zn, (mg/l)**

En el gráfico N.º 39 nos muestra que el nivel de *Zinc*, en las últimas cinco evaluaciones realizadas no registran valores superiores al límite de 3,00 mg/L establecido en la normativa vigente.

Además, el gráfico también nos muestra que el zinc presenta un resultado para PO-08, PO-09, PO-10 en una primera evaluación no puede ser registrado debido a que el resultado es inferior a 0,002

**Figura 39**

*Comportamiento Zinc -Zn (mg/l)*



### 4.3 Prueba de hipótesis

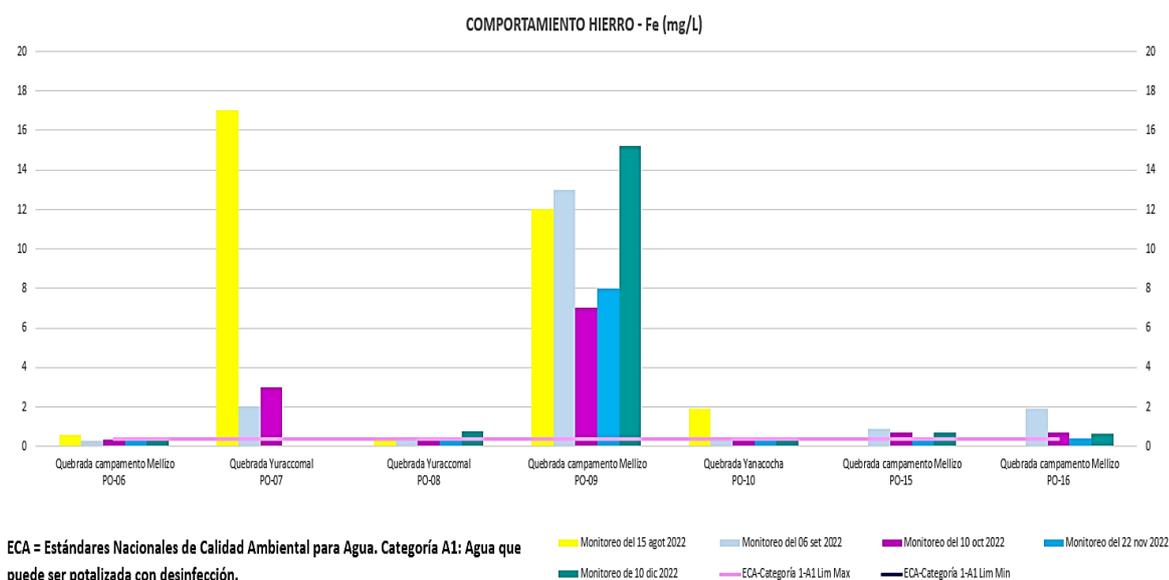
#### Resultados del comportamiento del Hierro, Fe, (mg/l)

El gráfico N.º 40 nos muestra el nivel que presenta el hierro, en las últimas cinco evaluaciones, y en la última evaluación se encontró que los valores en PO-09 se encuentran por encima del valor máximo establecido en la normativa vigente. ECA-categoría 3, dichos resultados en este caso son usados como criterio de referencia

Además, el mismo gráfico nos muestra que los valores en PO-06, PO-08 y PO-10, no pueden ser registrados porque son inferiores a 0,3.

**Figura 40**

*Comportamiento Hierro -Fe (mg/l)*



#### 4.3.1 Resultados del comportamiento del arsénico, As, (mg/l)

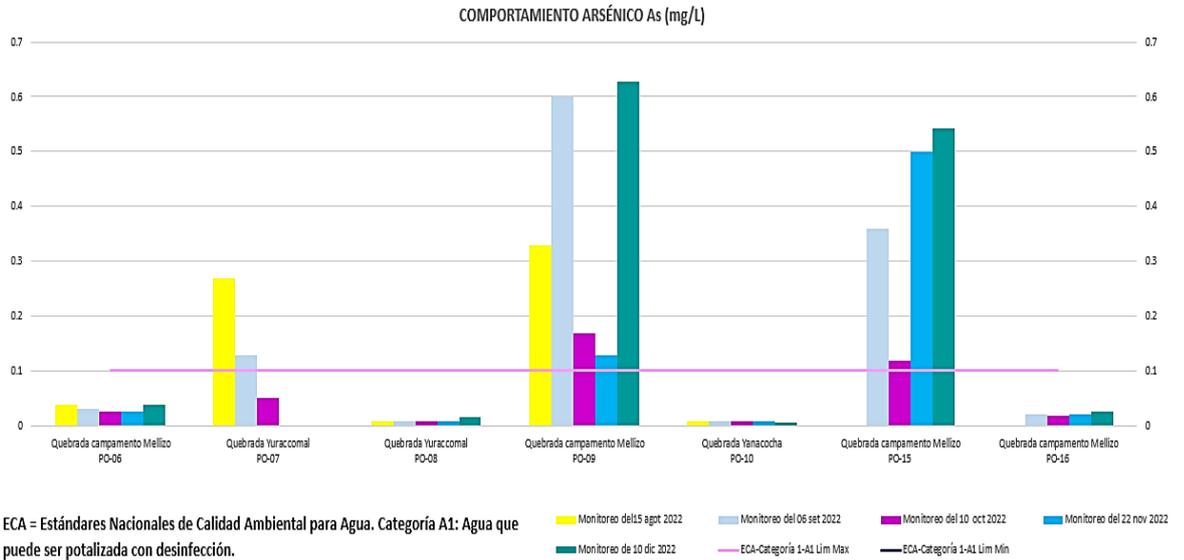
El gráfico N.º 41 nos muestra los valores encontrados para arsénico, en las últimas cinco evaluaciones, los que se encuentran por encima de los límites máximos de acuerdo a la normativa vigente.

Sin embargo, hay que señalar que estos valores para el arsénico en toda la historia de las evaluaciones realizadas.

Además, el mismo gráfico nos muestra que los valores en PO-08 y PO-10, no pueden ser registrados porque son inferiores a 0,01.

**Figura 41**

*Comportamiento Arsénico -As (mg/l)*



**Monitoreo del aire**

**Punto de monitoreo de aire**

**Tabla 10**

*Ubicación de punto de monitoreo*

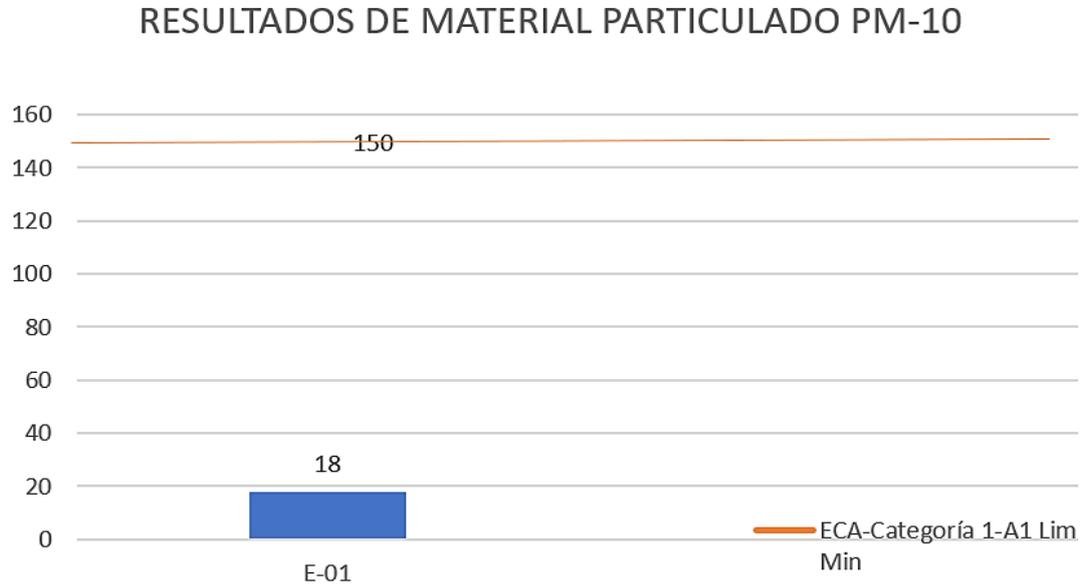
ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD (msnm)
E-OI	Noreste del área operativa, donde se encuentra ubicado los terrenos de la comunidad de <u>Atcas</u> (100 m. aproximadamente de Garita de Seguridad y a 5 m. de camino por donde transitan unidades de la mina.)	N 8612802 E 436431	4648



#### 4.3.4 Resultado del material particulado PM-10

Figura 43

Resultados del material particulado PM-10



El gráfico N.º 43 nos muestra que en PM-10, del punto de monitoreo, el mismo que no supera el valor del ECA conforme la normativa vigente.

#### 4.4 Discusión de resultados

- Se realizó el monitoreo participativo en el año 2022 en el periodo de agosto a diciembre del 2022, con la participación de representantes de las localidades de Chongos Alto, Palaco y Atcas y personal de la unidad minera.
- Los valores encontrados en los puntos PM-02 y SW-05 como producto de las evaluaciones realizadas en los efluentes de actividades de minería y metalurgia de la Unidad Minera Corihuarmi nos muestran que el nivel pH es inferior al máximo que establece la normativa vigente. No obstante, cabe mencionar que el efluente PM-02 no se descarga directamente al entorno ambiental, por el contrario, estos se redirigen hacia la cadena de producción. En el caso de los efluentes SW-05 cabe indicar que las aguas que ingresan al sedimentador son aguas de escorrentías naturales.

- Los valores encontrados en los puntos PM-02 y ST-05, para hierro se encuentran por encima del valor máximo establecido en la normativa vigente. No obstante cabe mencionar que el efluente PM-02 no se descarga directamente al entorno ambiental, por el contrario estos se redirigen hacia la cadena de producción. En el caso de los efluentes SW-05 cabe indicar que las aguas que ingresan al sedimentador son aguas de escorrentías naturales.
- Los valores encontrados en los puntos SW-02 y SW-04 ubicados en las Quebradas: Campamento Mellizos Quebrada Cullush respectivamente, se encuentran dentro de lo establecido en la normativa vigente. En cambio, los valores de pH y hierro se encuentran fuera de lo establecido en la normativa vigente. Se debe señalar que para este caso dicho criterio es referencial, además de tratarse de un resultado que se repite en todo el historial de evaluaciones.
- Los valores encontrados en los puntos SW-07 y SW09 ubicados en los ríos Aymaraes y la confluencia del Chacote con el Cullpo respectivamente se encuentran dentro de lo establecido en la normativa vigente.
- Los valores encontrados en los puntos SW-10 y SW-14 que corresponden a la Quebrada afluyente río Chacote y a la confluencia entre Ashuto y Huaycuhuasi respectivamente se encuentran dentro de lo establecido en la normativa vigente.
- Los valores encontrados en el punto SW-15 correspondiente a la Laguna Ujuy, se encuentran dentro de los valores establecidos en la normativa vigente. Sin embargo, en ese mismo punto los valores encontrados para hierro se encuentran por encima de (1 mg/L) conforme lo establece la normativa vigente. Aunque se debe señalar que este criterio se aplica como referencia.
- Los valores encontrados en los puntos PO-09 y PO-15 se encuentran fuera de lo establecido en la normativa vigente. La comparación de los resultados

con el valor límite es referencial debido que la Ley general de Aguas no clasifica aguas subterráneas.

- Los resultados de PO-06, PO-08, PO-IO y PO-16 se encuentran dentro de lo establecido en la normativa vigente.
- Los valores encontrados en los puntos PO-06, PO-08, PO-09, PO-IO, PO-15 y PO-16 se encuentran por encima del valor máximo que establece la normativa vigente. En este caso dicho indicador se aplica referencialmente.
- Los valores encontrados en el punto PO-09, para pH está por encima del rango (6,58,5) que establece la normativa vigente. En este caso, la norma se aplica de manera referencial, debido que los valores para hierro registrados aparecen en toda la historia de las evaluaciones.
- El resultado de calidad de aire no supera los valores que se establecen en el ECA.

## CONCLUSIONES

Al evaluar si se cumplen los valores máximos permitidos de los efluentes de actividades mineras y metalúrgicas en las operaciones de Corihuarmi, se llegó a las siguientes conclusiones que viene a ser los monitoreos realizados el 10 de diciembre del 2022.

### **1. Resultados de la toma de muestras de los efluentes conforme normativa sub sectorial nacional (R.M. N.º 011-96-EM/VMM)**

Se tuvieron 4 estaciones de monitoreo donde el comportamiento de los diversos elementos fue.

De los resultados obtenidos se observa cuatro puntos de monitoreo: Los resultados de pH de Los puntos: PM-01, PM-02 y ST-05, muestran niveles inferiores al máximo permitido conforme la legislación vigente.

- En el punto PM-02, los niveles de hierro registrados superaron el valor máximo exigido conforme la legislación vigente. Sin embargo, se debe señalar que este elemento y los demás efluentes se incorporan nuevamente a la producción y no se vierten al medio ambiente.
- En el punto ST-05, los niveles de hierro registrados superaron el valor máximo exigido conforme la legislación vigente, cabe indicar que las aguas que ingresan al sedimentado son aguas de escorrentías naturales.

### **2. Calidad de aguas superficiales conforme el estándar Nacional de Calidad Ambiental ECA- Categoría 3 “Riego de vegetales y bebidas de animales”**

-En el punto SW-2, SW-10 y SW-14 y SW-15, se registra un resultado que no se encuentra dentro del (6,5-8,4) exigido conforme la legislación vigente. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

- En los puntos SW 02, SW 04, SW 05, SW 10 y SW 15, se registra un valor para hierro por encima de la norma que señala 1mg/L exigido conforme la legislación vigente. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está

presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

**3. Calidad de aguas subterráneas conforme Ley General de Aguas Clase I: “Aguas de consumo humano con simple desinfección”**

- Los resultados de PO-09 y PO-15 obtenidos no cumplen con el valor límite exigido conforme la legislación vigente. La comparación de los resultados con el valor límite es referencial debido a que la ley General de Aguas no clasifica aguas subterráneas.
- Los resultados de PO-06, PO-08, PO-10 y PO-16 obtenidos no cumplen con el valor límite exigido conforme la legislación vigente.
- Los resultados de PO-06, PO-08, PO-10, PO-15 y PO-16 obtenidos para hierro no cumplen con el valor límite exigido conforme la legislación vigente. En este caso dicho registro es un valor de referencia.
- El punto PO-09 muestra resultados sobre pH que no se encuentran en el estándar nacional de 6,5-8,5 exigido conforme la legislación vigente. En este caso dicho registro es referencial debido a que este resultado está presente en toda la historia del monitoreo de los estudios de impacto ambiental en este aspecto.

**4. Monitoreo del aire según el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N.º074-2001-PCM)**

El comportamiento del PM-10, del punto de monitoreo, el mismo que no supera el valor del ECA establecido.

## **RECOMENDACIONES**

1. Los puntos de monitoreos establecidos deben ser conservados adecuadamente y evitar escoger otros puntos que no sean representativos, para no cometer errores o distorsionar la toma de muestras
2. Se debe contar con un equipo debidamente capacitado y entrenado en el recojo de material de muestreo
3. Se deben realizar las correcciones necesarias en las fuentes de toma de muestras donde sobrepasan los límites máximos permisibles para poder contar con muestras que no superen los límites establecidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAENA, G. (2017). Metodología de la investigación. En G. E. PATRIA (Ed.).
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación* (Tercera edición ed.). (P. Educación, Ed.)
- CAYETANO, J. (2013). *“CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL POR EL SECTOR MINERO METALÚRGICO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RÍO MANTARO – REGIÓN JUNÍN”*. [tesis de licenciamiento, Universidad del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú.
- CONCHA, L. (2017). *ESTUDIO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE BOCAMINAS DE LA MEDIANA MINERÍA*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA. (2005). Ley N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA, LEY N° 28611. (2005). LEY GENERAL DEL AMBIENTE - N° 28611.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA, LEY N° 29338. (2009). Ley de recursos hídricos.
- EL PERUANO- Diario oficial. (Sf.). Constitución política del Perú - Normas legales. (E. Perú, Ed.) *El peruano diario oficial del Bicentenario*.
- GUILLEN, J. (2020). *“VERTIMIENTO DE EFLUENTES MINEROS DE MINA MARTA EN LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO TINYACLLA”*. [tesis de Maestro, Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- MAGUIÑA, O. (2012). *CALIDAD Y RIESGOS DE LOS EFLUENTES DE LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES “SANTA ROSA DE JANGAS” HUARAZ ENERO – DICIEMBRE 2009*. [tesis de maestro, Universidad Nacional de Trujillo] repositorio institucional de la Universidad Nacional de Trujillo.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, DS - 013-2009- MINAM. (2009). Política Nacional de Ambiente.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2012). *GLOSARIO DE TERMINOS PARA LA GESTION AMBIENTAL PERUANA*, Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2016). *Glosario de términos, sitios contaminados*.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE - MINAM, DS 010-2010-MINAM. (2010). Límites Máximos Permisibles para los efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas.
- OCOLA, J. (2012). *Protección del agua - vigilancia y control de vertimientos*.
- PAREJA, L. (2008). *Crisis y renovación en el derecho público*. (P. Editores, Ed.)
- PODER JUDICIAL. (2021). La política ambiental de los límites máximos permisibles (LMP) DE EFLUENTES MINEROS. *Revista oficial del Poder Judicial*, Vol 13, n° 16.
- QUISPE, A. (2018). “*EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL EFLUENTE DEL RIACHUELO PONGOS Y SU INFLUENCIA AL CUERPO RECEPTOR DEL RÍO LIRCAY*”. [tesis de maestro, Universidad Nacional de Huancavelica] repositorio institucional Universidad Nacional de Huancavelica.
- SANCHEZ, REYES, MEJIA, H. (2018). *Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima.
- SEMPERTEGUI, AMBROCIO, RUDAS, C. (2019). “*DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO, CADMIO, ARSÉNICO Y PLOMO EN EL RÍO SAUCICUCHO Y EFLUENTE MINERO. SAN MIGUEL DE ALGAMARCA. CAJABAMBA. FEBRERO Y JUNIO. 2018*”. [tesis de bachiller, Universidad Privada del Norte] repositorio institucional Universidad Privada del Norte.
- SUPO, CAVERO, F. (2014). *FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROCEDIMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS SOCIALES*. (E. Universitario, Ed.) Lima.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. (2014). *Contaminación ambiental. Contaminación del aire.*

VARGAS, GUADALUPE, C. (2019). *“USO DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA PARA LA REDUCCIÓN DE ARSÉNICO Y CADMIO EN LOS EFLUENTES GENERADOS POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS DE LA QUEBRADA VISO - DISTRITO DE SAN MATEO”*. [tesis de licenciamiento, Universidad Nacional del Callao.

## **ANEXOS**

## Anexo A

### Instrumentos de recolección de datos

Toma de muestra de los efluentes, puntos de monitoreo

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
PM-OI	Subdrenaje de Poza PLS	E 437160 N 8610642	4 696
PM-02	Subdrenaje de Pad de lixiviación	E 0437195 N 8610666	4 704
	Subdrenaje de la Poza de Ma ores Eventos	E 0437160 N 8610642	4 696
ST-05	Punto de monitoreo ubicado a 100m aprox. De la salida de la de sedimentación N° 05 (a )	E 0439920 N 8612802	4704

### Resultados de la toma de muestra de los efluentes

ESTACIONES DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO			MEDICIÓN EN LABORATORIO							
	Ph	T (°C)	CE (uS/cm)	Caudal (l/s)	STS (mg/L)	Pb disuelto (mg/L)	Cu disuelto (mg/L)	Zn disuelto (mg/L)	As disuelto (mg/L)	Fe disuelto (mg/L)	CN disuelto (mg/L)
PM-01	5,13	7,9	475,0	---	41,8	<0,025	0,142	0,068	0,0071	0,05	0,187
PM-02	3,46	7,3	493,0	---	<5,0	0,083	0,077	0,597	0,0068	3,41	<0,004
PM-03	6,63	9,0	1120,0	---	30,8	<0,025	0,036	0,156	0,0401	1,53	0,006
ST-05	3,3	8,7	429,0	0,006	22,8	<0,025	<0,025	0,082	0,018	4,76	<0,004
RM N° 011-96-EM/VMM-Anexo 1	6-9	-	-	-	50	0,4	1,0	3,0	1,0	2,0	1,0

### Calidad de aguas superficiales, puntos de monitoreo

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
sw-01	Laguna Pucahuasi Chica	E 0436700 N 8610108	4 697
SW-02	Quebrada campamento Mellizo	E 0437452 N 8610411	4 719
SW-03	Laguna Yanacocha	E 0439543 N 8611152	4 738
sw-04	Quebrada Cullush, drenaje Susan - afluente la una Ilorcocha	E 0440045 N 8609411	4 705
SW-05	Salida de la laguna Coyllucocha	E 0441348 N 8609159	4 690
SW-06	Salida de la laguna Huichicocha	E 0441960 N 8611144	4668
SW-07	Rio Aymaraes aguas debajo de confluencia	E 0492849 N 8613417	4576
	Quebrada Yuroccorral aguas arriba de confluencia	E 0440922 N 8612534	4 616
sw-09	Rio Chacote aguas abajo de confluencia con el rio Cull	E 0440074 N 8613151	4615
sw-10	Quebrada afluente rio Chacote	E 0436796 N 8611960	
sw-i 1	Salida de la laguna Pucahuasi Grande	E 0435644 N 8609900	4661
SW-14	Rio Chacote, a 200 m aguas debajo de la confluencia de la quebrada Ashuto Hua cuhuasi	E 0436741 N 8613624	4665
sw-15	Laguna Ujujuy.	E 0436741 N 8613624	4665

toma de muestras de aguas superficiales

ESTACIONAMIENTO DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO					MEDICIÓN EN LABORATORIO										
	pH	T(°C)	CE (uS/cm)	OD (mg/L)	STS (mg/L)	Pb Total (mg/L)	Cu Total (mg/L)	Zn Total (mg/L)	As Total (mg/L)	Fe Total (mg/L)	Cr Total (mg/L)	Cd Total (mg/L)	Ni Total (mg/L)	Se Total (mg/L)	Cn Wad (mg/L)	
SW.01	9.84	12.9	69.0	6.8	<5,0	<0,025	<0,025	0,041	0,0032	0,09	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.02	3.60	2.3	205.0	7.7	32,7	<0,025	<0,025	0,107	0,0106	3,43	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.03	7.83	3.6	81.0	6.7	<5,0	<0,025	<0,025	0,029	0,0014	0,16	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.04	7.31	7.2	385	6.6	<5,0	<0,025	<0,025	0,106	0,0196	4,94	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.05	8.67	9.5	151.0	6.5	65,6	<0,025	<0,025	0,059	0,0139	3,07	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.06	8.81	13.5	160.0	7.3	18,0	<0,025	<0,025	0,035	0,0096	0,20	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.07	8.50	12.5	244.0	3.5	<5,0	<0,025	<0,025	0,051	0,0058	0,18	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.08	8.58	17.2	243.0	7.3	8,9	<0,025	<0,025	0,075	0,0175	0,30	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.09	7.04	13.7	167.0	7.1	<5,0	<0,025	<0,025	0,053	0,0069	0,37	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.10	3.83	14.1	393.0	5.4	<5,0	<0,025	<0,025	0,150	0,0049	3,68	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.11	9.19	14.8	31.0	7.5	7,2	<0,025	<0,025	0,060	0,0032	0,31	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.14	4.59	16.2	202.0	5.5	6,1	<0,025	<0,025	0,130	0,0033	2,95	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
SW.15	8.36	9.7	50.0	7.0	33,8	<0,025	<0,025	0,067	0,0181	10,34	<0,02	<0,003	<0,03	<0,0004	<0,004	
LGA Clase III(1)	....	....	....	3.0>	....	0.1	0.5	25	0,2	....	1	0,05	0,002	0,05	0,1	
ECA (1)	6,6 - 8,4	....	<2000	....	....	....	....	....	....	1	....	....	....	....	....	

Calidad de aguas subterráneas, puntos de monitoreo

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD msnm
PO-06	Quebrada campamento Mellizo	E 0437452 N 8610411	4719
PO-07	Al suroeste del tajo Diana, zona de escorrentía de la quebrada Cullush.	E 0439543 N 8611152	4 738
PO-08	Área del futuro botadero, al norte del tajo Susan (zona de laguna Ujuy).	E 0440045 N 8609411	4 705
<del>PO-09</del>	Al sur del tajo Susan y 200 m al noroeste de la laguna Coyllorcocha	E 0441570 N 8609481	4 697
PO-10	Quebrada Yanacocha. Al norte del tajo Diana	E 0441960 N 8611144	4 668
po-15	Quebrada Campamento Mellizos. Al oeste de la pila de lixiviación.	E 0492849 N 8613417	4 576
PO-16	Quebrada Campamento Mellizos. Al noroeste de la pila de lixiviación.	E 0441175 N 8612896	4576

Resultados de la toma de muestra de aguas subterráneas

ESTACIONAMIENTO DE MONITOREO	MEDICIÓN EN CAMPO					Pb Total (mg/L)	Cu Total (mg/L)	Zn Total (mg/L)	As Total (mg/L)	Fe Total (mg/L)	CN WAD (mg/L)
	pH	T(°C)	CE (uS/cm)	SDT (mg/L)							
PO-06	7,84	3,5	252,0	186,6	<0,025	<0,025	0,053	0,0385	0,46	<0,004	
PO-08	7,64	7,2	137,0	112,4	<0,025	<0,025	0,081	0,0153	0,78	<0,004	
PO-09	4,71	4,7	165,0	129,0	<0,025	<0,025	0,072	0,6276	15,19	<0,004	
PO-10	7,97	5,0	228,0	190,4	<0,025	<0,025	0,042	0,0062	0,44	<0,004	
PO-15	7,78	7,5	432,0	852,0	0,044	<0,025	0,085	0,5412	0,71	<0,004	
PO-16	8,59	9,3	990,0	300,0	<0,025	<0,025	0,050	0,0269	0,64	0,005	
LGA Clase III (1)	....	....	....	....	0,05	1	5	0,1	....	....	
ECA (2)	6,5 – 8,5	....	1500	1000	....	....	....	....	0,3	....	

Monitoreo del aire

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM m	ALTITUD (msnm)
E-OI	Noreste del área operativa, donde se encuentra ubicado los terrenos de la comunidad de <u>Atcas</u> (100 m. aproximadamente de Garita de Seguridad y a 5 m. de camino por donde transitan unidades de la mina.)	N 8612802 E 436431	4648

Resultados de PM-10

Estación de control	Descripción	Datos del Muestreo		Concentración media aritmética diaria ( <u>ug/m3</u> )
E-OI	Ubicado al noreste del área de operación de las actividades mineras.	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de término</b>	18
		09/06/2009	10/06/2009	
		<b>Hora Inicio</b>	<b>Hora Término</b>	
		09:10	09:10	
ECA C) <u>D.S.</u> N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.				150 (*)

## Anexo B

### Matriz de Consistencia

Título: “CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LOS EFLUENTES MINEROS METALURGICOS EN LA UNIDAD MINERA CORIHUARMI.”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general</b> ¿En qué medida se están dando cumplimiento de los límites máximos permisibles para efluentes minero metalúrgicos de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?</p> <p><b>Problemas específicos</b> Problema específico a. ¿Cuál es la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?</p> <p>Problema específico b. ¿Cuál es la calidad del aire en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Verificar el grado de cumplimiento de los límites máximos permisibles para efluentes minero metalúrgicos de la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Objetivo específico a Determinar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.</p> <p>Objetivo específico b Determinar la calidad del aire en los puntos de monitoreo en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El grado de cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos se encuentran debajo de los límites máximos permisibles establecidos para las actividades mineras por la normativa ambiental en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> Hipótesis específica a. La calidad de las aguas superficiales y subterráneas en los puntos de monitoreo cumplen con los valores límites establecidos en la ley general de aguas, en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA.</p> <p>Hipótesis específica b. La calidad del aire en los puntos de monitoreo cumple con los valores de ECA, en la Unidad Minera Corihuarmi de la Empresa Minera IRL SA</p>	<p><b>VARIABLES para la hipótesis general</b> cumplimiento de los efluentes minero metalúrgicos límites máximos permisibles</p> <p><b>VARIABLES para la hipótesis específicas</b> Variable específica a. calidad de las aguas superficiales y subterráneas valores límites establecidos en la ley general de aguas, Variable específica b. calidad del aire valores de ECA,</p>	<p>Tipo de I. aplicado Nivel de I. descriptivo Método de I. método científico específicos inductivo deductivo diseño de I. diseño no experimental transversal</p>

**Anexo C**  
**Evidencias fotográficas**

**Figura 44**

*Firma de acta de apertura, con personal de la empresa minera y representantes de las comunidades.*



**Figura 45**

*Instalación de equipo de aire en la estación E-01*



**Figura 46**

**Monitoreo del piezómetro PO-16. Quebrada campamento Mellizos, al norte de la pila de lixiviación.**



**Figura 47**

**Toma de muestras del punto SW-01, "Laguna Pucahuasi Chica".**



**Figura 48**

*Toma de muestras del punto SW-11, "Laguna Pucahuasi Grande", con la observación del miembro de la comunidad.*



**Figura 49**

*Toma de muestras del punto SW-07: Rio Aymaraes agua debajo de confluencia.*



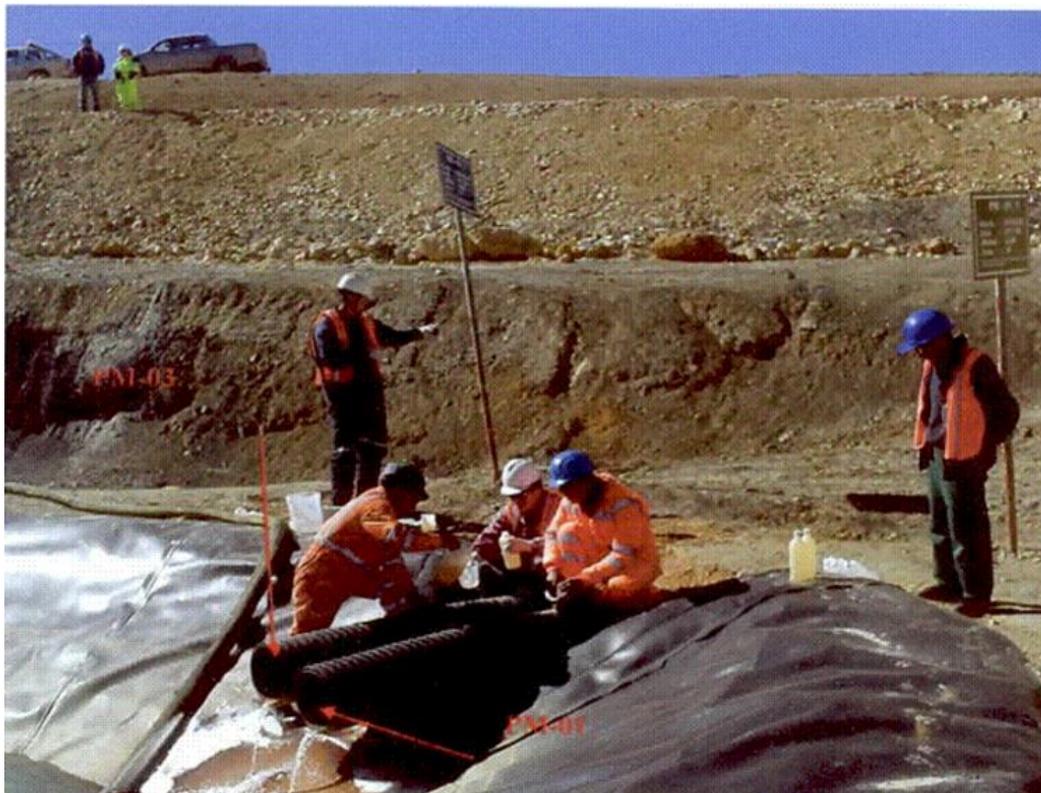
**Figura 50**

*Toma de muestra de Subdrenaje del Pad de lixiviación – Efluente PM-02*



**Figura 51**

*Toma de muestra de Subdrenaje del Poza de Mayores Eventos – Efluente PM-03 y subdrenaje de Poza PLS - PM - 01.*



**Figura 52**

*Toma de muestra del ST-05: Puntos de monitoreo ubicado a 100m aprox. De la salida de la poza de sedimentación N° 05.*



**Figura 53**

*Filtrado de las muestras de efluentes, en presencia de los representantes de las comunidades*



**Figura 54**

*Recojo del filtro de la estación de monitoreo de calidad de aire, en presencia de los representantes de las comunidades.*

