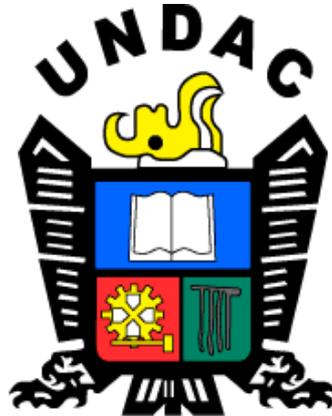


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación del cierre final de la remediación ambiental del Delta  
Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-  
2022**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Dalitz Sandy AYRA ALVAREZ**

**Asesor:**

**Mg. Lucio ROJAS VÍTOR**

**Cerro de Pasco – Perú - 2023**

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



**T E S I S**

**Evaluación del cierre final de la remediación ambiental del Delta  
Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-  
2022**

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

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**PRESIDENTE**

---

**Msc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico a Pasco, a mis padres; Inocente Ayra Ayala, Maria Alvarez Quiquia. Que siempre me han guiado por el bien así mismo dedico la tesis a mis hermanas y hermanos por su confianza, apoyo y amor incondicional, Le doy gracias a Dios por todas las bendiciones recibidas y por haberme acompañado en el transcurso de mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por haberme otorgado una familia quienes me apoyaron incondicional en todo, siempre dándome ejemplo de superación, humildad y gratitud un eterno reconocimiento por el apoyo que siempre me brindaron y con el cual he logrado terminar mi carrera profesional. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión -Pasco, escuela de formación profesional de Ingeniería Ambiental por todos los conocimientos brindados para Lograr esta meta.

## RESUMEN

“El proyecto Plan de Cierre se desarrolló en un área de 259 mil metros cuadrados, en una zona próxima al lado norte del lago Chinchaycocha. El objetivo es neutralizar el suelo ácido mediante el extendido de piedra caliza en el Delta Upamayo siguiendo estándares de acuerdo al expediente técnico. La inversión de la obra supera los trece millones de soles que son financiados por el Comité Técnico integrado por las empresas: Sociedad Minera El Brocal S.A., Activos Mineros, Cerro S.A.C. y Aurex S.A., de acuerdo a porcentajes de responsabilidades establecidos por el Ministerio de Energía y Minas” (Activos mineros, 2018).

El objetivo de la presente investigación es evaluar el resultado del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022.

Finalizada la investigación se pudo verificar la calidad de agua al contorno de la remediación superan los estándares de calidad para agua, asimismo para el caso de suelo y sedimentos en la mayoría de los puntos de monitoreo no cumplen con las normativas planteadas, por lo tanto no se cumpliría con el objetivo de la Ley 28271 donde indica lo siguiente, la presente Ley tiene por objeto regular el reconocimiento de las obligaciones ambientales de las actividades mineras, las labores y el costo de rehabilitación de las áreas afectadas por las mismas, con el objeto de reducirlas y/o removerlas, a fin de reducir sus efectos negativos. Impacto en la salud pública, el medio ambiente circundante y la infraestructura.

**Palabras claves:** Delta Upamayo, remediación ambiental, Ministerio de Energía y Minas, estándares de calidad e impactos negativos.

## ABSTRACT

“The Closure Plan project was developed in an area of 259 thousand square meters, in an area close to the north side of Lake Chinchaycocha. The objective is to neutralize the acid soil by spreading limestone in the Upamayo Delta following standards according to the technical file. The investment of the work exceeds thirteen million soles that are financed by the Technical Committee made up of the companies: Sociedad Minera El Brocal S.A., Activos Mineros, Cerro S.A.C. and Aurex S.A., according to percentages of responsibilities established by the Ministry of Energy and Mines” (Activos Mineros, 2018).

The objective of the present investigation is to evaluate the result of the final closure of the environmental remediation of the Upamayo Delta, located in the district of Vicco of the province of Pasco-2022.

Finalizada la investigación se pudo verificar la calidad de agua al contorno de la remediación superan los estándares de calidad para agua, destacando para el caso de suelo y sedimentos en la mayoría de los puntos de monitoreo no cumplen con las normativas planteadas, por lo tanto no se cumpliría con el objetivo de la Ley 28271 donde indica lo siguiente, la presente Ley tiene por objeto regular el reconocimiento de las obligaciones ambientales de las actividades mineras, las labores y el costo de rehabilitación de las áreas afectadas por las mismas, con el objeto de reducirlas y/o removerlas, a fin de reducir sus efectos negativos. Impacto en la salud pública, el medio ambiente y la infraestructura.

**Keywords:** Delta Upamayo, environmental remediation, Ministry of Energy and Mines, quality standards and negative impacts.

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación ayuda a tener información de los resultados del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco, a fin de identificar si esta remediación ya dejó de impactar la calidad de agua del río San Juan.

La metodológicamente utilizada a utilizar es mediante el uso de los parámetros que debe cumplir para el cierre que da el ministerio de Energía y Minas, esto se verificara en el campo.

Nuestra presente investigación es de tipo descriptivo porque detallaremos el estado en que se encuentra el cierre del Delta Upamayo después de 4 años de cierre final y por otro lado el nivel de investigación fue descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, para determinar la evaluación del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco

**La autora.**

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE MAPAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE IMÁGENES	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema .....	3
1.3.1.	Problema General.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos:.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General .....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos:.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	6
2.1.1.	Antecedente a nivel internacional.....	6

2.1.2.	Antecedente a nivel nacional.....	7
2.1.3.	Antecedentes a nivel local.....	9
2.2.	Bases teóricas - científicas .....	11
2.3.	Definición de los términos básicos.....	20
2.4.	Formulación de hipótesis.....	23
2.4.1	Hipótesis General.....	23
2.4.2	Hipótesis Específicos .....	23
2.5.	Identificación de las variables .....	23
2.5.1	Variable independiente.....	23
2.5.2	Variable dependiente .....	23
2.5.3	Variable interviniente.....	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	23

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODOLÓGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de Investigación.....	26
3.2.	Nivel de la investigación .....	26
3.3.	Métodos de investigación .....	26
3.4.	Diseño de la investigación .....	27
3.5.	Población y muestra .....	27
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6.1.	Técnicas.....	27
3.6.2.	Instrumentos .....	27
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	28
3.8.	Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	28
3.9.	Tratamiento estadístico .....	28
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	28

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo.....	29
4.1.1	Ubicación de la zona de estudio.....	29
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	34
4.2.1	Detalles del cierre ambiental del Delta Upamayo .....	37
4.2.1.1.	Preparación de terreno para suelos ácidos neutralizados .....	40
4.2.1.2.	Preparación de terreno para suelos alcalinos .....	42
4.2.1.3.	Trasplante de la especie vegetal.....	43
4.2.2	Evaluación del agua y suelo del Delta Upamayo.....	46
4.2.2.1	Evaluación del agua del Delta Upamayo .....	48
4.2.2.2	Evaluación del suelo del Delta Upamayo .....	55
4.2.3	Evaluación de los sedimentos del Delta Upamayo .....	61
4.2.3.1.	Evaluación de sedimentos del Delta Upamayo .....	63
4.3	Prueba de hipótesis.....	68
4.4	Discusión de Resultados .....	69

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO-DELTA UPAMAYO.....	30
MAPA N° 2: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO CERCANAS A LAS POBLACIONES DE VICCO Y COCHAMARCA .....	32
MAPA N° 3: COORDENADAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	33
MAPA N° 4: COORDENADAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS .....	12
TABLA N° 2: AUTORIDADES DE VIGILANCIA DE LA GESTIÓN DE PAMS .....	13
TABLA N° 3: AUTORIDADES DE VIGILANCIA DE LA GESTIÓN DE PAMS .....	13
TABLA N° 4: ECA – CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES ..	14
<b>TABLA N° 5:</b> GUÍA CANADIENSE DE CALIDAD DE SEDIMENTO PARA LA PROTECCIÓN DE VIDA ACUÁTICA .....	16
<b>TABLA N° 6:</b> ECA – SUELO (D.S. N°011-2017 – MINAM) .....	16
TABLA N° 7: OPERACIONABILIDAD DE VARIABLES E INDICADORES.....	24
TABLA N° 8: COORDENADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	31
TABLA N° 9: INFORMACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PH DE LOS SUELOS A RECUPERAR .	38
TABLA N° 10: NÚMERO DE MATA SEMBRADA POR ÁREA A REVEGETAR.....	40
TABLA N° 11: UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE MONITOREO - AGUA .....	46
TABLA N° 12: UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE MONITOREO - SUELO.....	47
TABLA N° 13: RESULTADO DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS – AGUA SUPERFICIAL – ZONA DELTA UPAMAYO.....	49
TABLA N° 14: RESULTADO DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS – SUELO – ZONA DELTA UPAMAYO .....	55

TABLA N° 15: UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE MONITOREO - SEDIMENTOS .....	61
TABLA N° 16: RESULTADO DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS – SUELO – ZONA DELTA UPAMAYO .....	63

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: RESULTADOS DEL POTENCIAL DE HIDROGENO (PH).....	50
GRÁFICO N° 2: RESULTADOS DEL PLOMO (PB) .....	50
GRÁFICO N° 3: RESULTADOS DE MANGANESO (MN) .....	51
GRÁFICO N° 4: RESULTADOS DEL ARSÉNICO (AS).....	56
GRÁFICO N° 5: RESULTADOS DEL CADMIO (CD).....	56
GRÁFICO N° 6: RESULTADOS DEL PLOMO (PB) .....	57
GRÁFICO N° 7: RESULTADOS DEL POTENCIAL DE MERCURIO (HG).....	57
GRÁFICO N° 8: RESULTADOS DEL ARSÉNICO (AS).....	64
GRÁFICO N° 9: RESULTADOS DEL CADMIO TOTAL (CD).....	64
GRÁFICO N° 10: RESULTADOS DEL COBRE TOTAL (CU) .....	65
GRÁFICO N° 11: RESULTADOS DEL PLOMO TOTAL (PB) .....	65
GRÁFICO N° 12: RESULTADOS DEL POTENCIAL DE MERCURIO TOTAL (HG).....	66
GRÁFICO N° 13: RESULTADOS DEL POTENCIAL DE ZINC TOTAL (ZN) .....	66

### ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1: EVALUACIÓN DE PH EN LA ZONA DE LA REMEDIACIÓN .....	34
IMAGEN N° 2: ZONA REMEDIADA CON GRAMÍNEAS.....	35
IMAGEN N° 3: ZONA REMEDIADA CON GRAMÍNEAS.....	35
IMAGEN N° 4: ZONA DE ACUMULACIÓN DE TOP SOIL .....	36
IMAGEN N° 5: ZONA DE REMEDIADA CON GRAMÍNEAS Y ROCA CALCÁREA.....	36
IMAGEN N° 6: SISTEMA DE RIEGO EN LA REMEDIACIÓN .....	37
IMAGEN N° 7: MATERIAL DESCUBIERTO AL CONTORNO DEL RÍO SAN JUAN.....	53

IMAGEN N° 8: PERDIDA DE VEGETACIÓN EN LAS ZONAS “A”, “B” Y “C” .....	54
IMAGEN N° 9: PERDIDA DE VEGETACIÓN EN LAS ZONAS “D”, “E”, “F” Y “G” .....	55
IMAGEN N° 10: MATERIAL DESCUBIERTO EN PLANICIE DEL DELTA UPAMAYO.....	59
IMAGEN N° 11: MATERIAL DESCUBIERTO EN PLANICIE DEL DELTA UPAMAYO EN LAS ZONAS “A”, “B” Y “C” .....	60
IMAGEN N° 12: MATERIAL CALCÁREO EN PLANICIE DEL DELTA UPAMAYO EN LAS ZONAS “D”, “E”, “F” Y “G” .....	61

### ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: PROCEDIMIENTOS DE REVEGETACIÓN EN SUELOS ÁCIDOS NEUTRALIZADOS CON GRAMÍNEAS .....	41
FIGURA N° 2: PROCEDIMIENTOS DE REVEGETACIÓN EN SUELOS ÁCIDOS NEUTRALIZADOS CON GRAMÍNEAS .....	42
FIGURA N° 3: PROCEDIMIENTOS DE REVEGETACIÓN EN SUELOS ÁCIDOS NEUTRALIZADOS CON TOTORA .....	43
FIGURA N° 4: DETALLE DE COLOCACIÓN DE SUSTRATOS EN GRAMÍNEAS EN SUELOS ÁCIDOS Y ALCALINOS .....	44
FIGURA N° 5: DETALLE DE COLOCACIÓN DE SUSTRATOS EN GRAMÍNEAS EN SUELOS ÁCIDOS Y ALCALINOS .....	45

### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO-AGUA .....	47
ILUSTRACIÓN 2: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO-SUELO .....	48
ILUSTRACIÓN 3: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO-SEDIMENTOS .....	62

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

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

El inicio del impacto ambiental en delta Upamayo data de 1929 cuando Cerro de Pasco construye la Presa Upamayo para embalsar las aguas del lago Chinchaycocha. Ello provocó la inundación de 26,993 hectáreas de pastos naturales. Las resoluciones de 1929, 1930 y 1950 establecieron compensaciones económicas a cada una de las 8 comunidades del entorno del lago (Comisión Pueblos Andinos Amazónicos y Afroperuanos, Ambiente y Ecología, 2008).

“La industria minera, ubicada a lo largo del río San Juan, delta Upamayo y al norte de la laguna Chinchaycocha en el condado de Pasco, ha contaminado estas fuentes de agua con desechos. Como había varias empresas operando en estas áreas, fue necesario instituir el porcentaje de participación tanto de las empresas mineras privadas y del Estado con Centromín Perú” (Muqui, 2015). Estos sedimentos que tenía el río San Juan se acumularon por la planicie que se tiene en esta zona denominado Delta Upamayo, lo cual se puede apreciar gran cantidad de sedimentos.

“El río San Juan seguirá contaminando el del delta Upamayo, lo que aumentará la sedimentación, imposibilitando que el agua fluya con normalidad, llegando incluso a provocar inundaciones en la zona, de no efectuarse una limpieza del canal similar al dragado. Por otra parte, no es posible realizar el dragado de la forma habitual, por cuanto el canal sublacustre y el delta Upamayo están cubiertos de residuos contaminantes, lo que imposibilita la realización de actividades como el dragado” (Electroperú).

“Restauración de Ecosistemas en el Delta Upamayo es un proyecto que demuestra que Perú, el país, con la ayuda de Activos Mineros, elimina los pasivos ambientales de la industria minera (PAM) con métodos avanzados. Este proyecto, uno de los primeros en el país bajo esta modalidad, se desarrolla en la parte norte del lago Chinchaycocha (el segundo lago del Perú) y en la desembocadura del río San Juan, ubicado en territorio de Simón Bolívar en el área de Pasco (límite con la región Junín). Su principal característica es que se trata de la restauración del PAM en el ecosistema altoandino que, a diferencia de otros proyectos de cierre minero, implica la introducción de métodos de ingeniería y construcción en zonas como el delta, una extensa área inundable compuesta por brazos fluviales que van dejando sedimentos de origen minero transportados por un río” (Proactivo, 2022).

“El proyecto Plan de Cierre Integral Río San Juan Delta Upamayo se desarrolla en un área de 259 mil metros cuadrados, en una zona próxima al lado norte del lago Chinchaycocha, el segundo lago más importante del Perú, en la frontera regional entre Pasco y Junín. El objetivo es neutralizar el suelo ácido mediante el extendido de piedra caliza en el Delta Upamayo siguiendo estándares de acuerdo al expediente técnico. La ejecución de la obra se desarrolla en estrecha coordinación con el Comité de Gestión Ambiental Chinchaycocha, liderado por los gobiernos regionales de Pasco y Junín, autoridades locales,

comunales y pobladores que participan mediante mano de obra, dotación de bienes y servicios locales, principalmente de las comunidades de Vicco y Cochamarca (Pasco), y San Pedro de Pari (Junín). La inversión de la obra supera los trece millones de soles que son financiados por el Comité Técnico integrado por las empresas: Sociedad Minera El Brocal S.A., Activos Mineros, Cerro S.A.C. y Aurex S.A., de acuerdo a porcentajes de responsabilidades establecidos por el Ministerio de Energía y Minas” (Activos mineros, 2018). En el año 2019 se concluyó el cierre final del Delta Upamayo. Por lo que se desea conocer con claridad si este cierre cumplió el objetivo de eliminar la presencia de sedimentos descubiertos que afectaba la calidad de agua del río San Juan.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

En la investigación se realizó al lado norte del lago Chinchaycocha específicamente en área del distrito de Vicco de la provincia de Pasco.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es resultado del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022?

### **1.3.2. Problemas Específicos:**

- ¿Cuál es la estabilidad física del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022?
- ¿Cuál es la estabilidad química del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022?
- ¿Cuál es la estabilidad biológica del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar el resultado del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar la estabilidad física del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022.
- Determinar la estabilidad química del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022.
- Determinar la estabilidad biológica del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco-2022.

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

### **1.5.1. Justificación teórica**

La investigación ayuda a tener información de los resultados del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco, a fin de identificar si esta remediación ya dejó de impactar la calidad de agua del río San Juan.

### **1.5.2. Justificación Metodológica**

La metodología a utilizar es mediante el uso de los parámetros que debe cumplir para el cierre que da el ministerio de Energía y Minas, esto se verificara en el campo.

### **1.5.3. Justificación Ambiental**

Mediante la investigación se pudo graficar el estado de cierre de este pasivo ambiental y posterior su evaluación ambiental si estará generando impactos ambientales negativos o no.

### **1.5.4. Justificación Social**

Mediante la investigación se podrá tener la información lo cual podrá ser utilizada para poder informar a la población interesada a fin de tomar medidas de prevención por parte de las entidades de control en temas de cierre de pasivos mineros.

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

Se identificó la limitación de la investigación tiene en la accesibilidad a la zona ya es una zona con bofedales de agua lo cual es limitante para llegar a todos los puntos de la remediación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de Estudio**

##### **2.1.1. Antecedente a nivel internacional**

**Bareño Cristian (2018)** “Evaluación de los riesgos generados por pasivos ambientales en la minería de carbón, con enfoque de ecología política: estudio de caso municipio de Rondon (Boyacá)”, donde se detalla que en “la ciudad de Bogotá la minería de extracción de materiales para la construcción se intensificó desde el siglo XIX hasta principios del siglo XX (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007) y durante ese periodo, el crecimiento acelerado de la población, las imprecisiones técnicas de las operaciones mineras y una legislación que no contemplaba conceptos de cuidado del medio ambiente generaron numerosos pasivos ambientales, constituidos por las instalaciones mineras abandonadas o inactivas, áreas expuestas a remociones en masa que en la actualidad generan impactos negativos severos que afectan a la población y los ecosistemas. El propósito de este artículo es utilizar el método de análisis ambiental Gómez Orea para analizar y evaluar los problemas ambientales existentes en la cantera de Villa Gloria en la ciudad de Ciudad Bolívar y por ende identificar actividades de

mitigación que permitan darle un nuevo uso a esta zona, como: zonas verdes y/o áreas de recreación”.

**García César (2014)** “Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Canteravilla Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C”, donde se detalla que, en la ciudad de Bogotá, “la minería para la extracción de materiales de construcción se incrementó desde el siglo XIX hasta principios del siglo XX (Departamento Regional del Medio Ambiente, 2007), y durante este, mayor crecimiento poblacional, desconocimiento. Minería y derecho que no consideró el medio ambiente que ocasionó muchas deudas ambientales incluyendo minerales abandonados o sin procesar, áreas sujetas a remoción masiva, que ahora están causando graves daños a la población y al medio ambiente. El propósito de este artículo es utilizar el método de análisis ambiental Gómez Orea para evaluar y analizar los pasivos ambientales en la cantera Villa Gloria, ubicada en la ciudad de Ciudad Bolívar, identificando así las posibles actividades de mitigación que le permitan hacerlo. Proporcionar nuevos recursos en esta área, por ejemplo: espacios verdes y/o parques”.

### **2.1.2. Antecedente a nivel nacional**

**Gamboa Nadia (2015)** “Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada Párac, distrito de san mateo de Huanchor, Lima”, donde “los pasivos ambientales mineros constituyen una de las principales causas de la contaminación del agua, ya que agregan sulfuro al aire y, como resultado, producen desechos mineros ácidos. Esta agua ácida libera metales y metaloides (Pb, Cd, Cu, Mn, Zn y As) que son transportados por las corrientes de agua y pueden ingresar al cuerpo humano a través de la bioacumulación en la cadena alimentaria. Este es el caso de los relaves de la antigua Compañía Minera Millotingo ubicada en el río Aruri en la parte alta de la

microcuenca del Arroyo Parac, en la zona de San Mateo de Huanchor, donde vivían aguas abajo los pueblos de San José de Parac y San Antonio se utilizó este recurso riego para el cultivo de papas y cultivos de alfalfa durante la estación seca. Sin duda, el caso de estudio presentado es difícil, por lo que era necesario abordarlo de otra manera, Se utilizaron métodos físicos y químicos como la microscopía y la espectrometría para evaluar la presencia de sulfuros y medir la calidad del agua en los ríos Aruri y Rimak. Por lo tanto, el sistema de gestión ambiental se ha desarrollado para recopilar información socioeconómica sobre las comunidades que se están estudiando. Finalmente, a través de un análisis multinivel de la comunidad, se identificaron los diversos actores y sus discusiones sobre el tema de la obra de la microcuenca de la quebrada Párac. Se encontró que los relaves contienen sulfuro que trae sustancias tóxicas a los ríos Aruri y Rimac superan los límites de los estándares de Oregón, EE. UU., que son más fuertes que el nivel de Perú, especialmente el arsénico, que es muy tóxico. Asimismo, se observó que ambas riegan papa y alfalfa, cultivos caracterizados por altos niveles de hierro y metaloides. Sin embargo, es necesario comprender la actividad toxicológica de estas sustancias y su transferencia a los cultivos agrícolas en las condiciones climáticas de la quebrada Párac, para conocer el riesgo al que se exponen las comunidades. Sobre la remediación de los relaves, pese a que están catalogados como riesgo muy alto para el ambiente el Estado está impedido de remediarlo. Las razones son que otorgó derechos para su reaprovechamiento a la empresa Proemina S.A.C y el pleito judicial que mantiene esta empresa en el Tribunal Constitucional”.

**Cervantes Joel; Quito Samuel (2020)** “Evaluación de riesgo ambiental generado por pasivo ambiental minero en la calidad de agua superficial” donde se menciona que la minería “se ha desarrollado en el Perú desde hace varios

siglos, por lo que no ha habido preocupaciones sobre el cierre de unidades mineras o la eliminación de los efectos negativos causados por los Pasivos Ambientales Mineros (PAMs). Sin embargo, ahora existen leyes que fomentan la identificación, lectura, prueba y eliminación de PAM; pero el proceso de evaluación de riesgos ambientales (ERA) no está bien desarrollado. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo ambiental del PAM como agua superficial de la ciudad de San Miguel de Viso, según los criterios de los Lineamientos de Evaluación de Riesgo Ambiental definidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM); y tiene una gran capacidad para evaluar riesgos en el entorno humano, natural y socioeconómico, creando indicadores medibles para cada entorno. Los resultados obtenidos para los pasivos evaluados son que la tolva de mineral (PAS-1) y la bocamina (PAS-14) representan un nivel de riesgo moderado; y la relavera (PAS-8) y la bocamina (PAS-16) representan un nivel de riesgo significativo para la calidad de agua superficial, respectivamente”.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local**

**Meza Alex (2018).** “Evaluación socio ambiental de la ejecución del plan de cierre del botadero Excelsior en la comunidad urbana de Champamarca-2018” donde menciona que en “la zona de Simón Bolívar en la zona de Champamarca; hay claros residuos en las actividades mineras así como las obligaciones ambientales que tiene el pueblo de Champamarca, estas obligaciones las viven todos los días los pobladores, recientemente se lanzó el programa de Excelsior para cubrir los residuos, dijo que el programa de la aplicación lo hizo para mí. hacer una comunidad. y educación ambiental, realizando una evaluación de la población de Champamarca, así como una evaluación de la velocidad y manejo del viento en 7 áreas de monitoreo, metales pesados en 2 muestras de suelo en el área de estudio, 7 puntos de evaluación de ruido. Se evaluó según las Normas de Calidad Ambiental para Ruido (DS N° 085-2003-PCM”.

**Lazarte Luz (2019).** “Propuesta de perfil de proyecto de remediación ambiental: aprovechamiento de residuos mineros en cerro de pasco” donde se menciona que “cada año, el PAM de Perú aumenta a un ritmo diferente al de logran remediar. La mayor parte de los esfuerzos para resolver esta situación mediante el uso de métodos de cierre y recuperación provienen del gobierno y de Activos Mineros; sin embargo, se sabe que existen diferentes formas no solo de reparar o cerrar los pasivos, sino también de reutilizarlo, lo que a la vez ayuda a desarrollar la economía y la economía del país. El propósito de esta investigación es desarrollar un nuevo proyecto encaminado a reducir el impacto ambiental causado por la mala gestión de las actividades mineras. Para ello se utilizaron los conocimientos y habilidades adquiridos durante la labor de los ingenieros ambientales y su labor en INSIDEO, consultora ambiental y lugar de trabajo desde 2014. El proyecto de remediación, ubicado a 4 km de la ciudad de Cerro de Pasco, consiste en el manejo de residuos de la Desmontera Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc, y de la Relavera de la Laguna Quiulacocha, perteneciente a la empresa Cerro S.A.C., a través de un proceso de tostación de pirita en una planta de neutralización, con el fin de obtener ácido sulfúrico, compuesto con valor comercial para múltiples industrias, cenizas metálicas y electricidad. Los resultados incluyen la obtención de una subvención del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), con la cual se pudieron realizar los estudios de factibilidad técnica y ambiental en el área del proyecto, los Términos de Referencia del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la firma de convenios con socios estratégicos. Estos determinaron que el proceso de remediación funcionaría con relaves con alto contenido en pirita, como los hallados en los pasivos antes mencionados, por lo que es factible su replicación para solucionar un problema tangible. Teniendo esto en cuenta, se recomienda promover, desde el Estado y el sector privado, el reaprovechamiento

de PAMs como una forma de remediación, ya que se producirían ingresos económicos, se reduciría la contaminación ambiental y se evitarían problemas sociales”.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1 Definición de los Pasivos Ambientales**

“Los pasivos ambientales son considerados instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas y que componen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad” (LEY N° 28271, 2018).

### **2.2.2 Instituciones que gestionan los pasivos ambientales mineros**

”En la actualidad el gobierno del Perú toma la tarea de remediación de aquellos PAMs cuyos dueños no pueden ser identificados y, excepcionalmente, cuando a juicio del MINEM exista un alto riesgo y el responsable a cargo del saneamiento no haya llevado a cabo la remediación del área afectada o exista una ejecución negligente de manera reiterada del Plan de Cierre del Pasivo Ambiental” (Chappuis Maria, 2019).

“Actualmente, el Ministerio de Energía y Minas es el responsable de la búsqueda de financiamiento para la remediación de PAMs. Cabe apuntar que, en un principio, la norma consideraba al Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), es la entidad encargada para la búsqueda las partidas financieras” (Chappuis Maria, 2019).

“El Ministerio de Energía y Minas deriva a los ejecutores de los trabajos de remediación a la empresa estatal Activos Mineros S.A.C. (AMSAC), que heredó el encargo de remediar los PAMs que dejó la actividad empresarial del Estado cuyos procesos de liquidación terminaron en el 2006. Para esta labor, AMSAC tiene como visión en la remediación ambiental minera que sea

reconocida por recuperar las áreas alteradas por la minería y que contribuya al desarrollo sostenible del país, en alianza con la inversión privada” (Chappuis Maria, 2019).

**Tabla N° 1:** Instituciones relacionadas con la gestión de los pasivos ambientales mineros

Gestión y Remediación de Pasivos Ambientales Mineros	
Institución	Principales Funciones
Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM)	Evalúa y aprueba los instrumentos de remediación y posteriores modificaciones presentados por los generadores y remediadores voluntarios. Aprueba las guías técnicas que resulten necesarias.
Ministerio de Energía y Minas a través de Dirección General de Minería (DGM)	Elabora y actualiza el inventario de pasivos ambientales mineros. Identifica a los responsables de pasivos ambientales mineros abandonados e inactivos. Aplica las sanciones de los numerales 52.1, 52.2, 52.7 y 52.8 del Artículo N° 52 del Reglamento.
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)	Fiscaliza el cumplimiento de las obligaciones que se originen en los instrumentos de gestión ambiental con respecto a la seguridad de instalaciones e infraestructura.
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)	Fiscaliza y controla el cumplimiento de las obligaciones ambientales asumidas por los generadores y remediadores voluntarios, según su competencia.
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)	Recibe las solicitudes y otorga las concesiones mineras. Brinda opinión previa en áreas de no admisión de denuncias en los casos de remediación voluntaria.
Ministerio del Ambiente.	Establece los límites máximos permisibles y los estándares de calidad del ambiente que deben ser cumplidos en los Planes de Cierre de Pasivos Ambientales.
Ministerio de Agricultura	Brinda Opinión técnica de los Planes de Cierre de Pasivos Ambientales
Ministerio de Salud	Brinda Opinión técnica de los Planes de Cierre de Pasivos Ambientales
Gobiernos Regionales y Locales	Fiscaliza e impone sanciones. Otras según competencias delegadas en el marco del proceso de descentralización.
Agencia de Promoción a la Inversión Privada (PROINVERSION)	Proceso de promoción de la inversión privada bajo las modalidades del Decreto Legislativo 674, sus modificatorias y ampliatorias.
Fondo Nacional del Ambiente	Capta recursos provenientes de la cooperación financiera internacional, donaciones, canje de deuda y otros, a fin de solventar la remediación de pasivos ambientales asumidos por el Estado.

Fuente: Chappuis Maria, 2019

### 2.2.3 Autoridades de vigilancia de la gestión de PAMs

“Se presentan únicamente las instituciones del gobierno del Perú que emiten autorizaciones y sanciones para la gestión de los PAMs, de acuerdo al reglamento de la Ley N° 28271” (Chappuis Maria, 2019).

**Tabla N° 2:** Autoridades de vigilancia de la gestión de PAMs

Nivel administrativo	Institución	Tipo de gestión
Gobierno Central	MINEM – DGM	Elabora el Inventario de PAMs, identifica y sanciona a los responsables
	MINEM – DGAAM	Evalúa los instrumentos de remediación (PCPAM) presentados por los generadores y remediadores voluntarios
Gobierno Regional	DREM	Evalúa los instrumentos de remediación (PCPAM) presentados por los generadores y remediadores voluntarios PPM y PMA  Fiscaliza las obligaciones PPM y PMA
Organismos Reguladores	OEFA	Fiscaliza los PCPAM de los generadores y remediadores voluntarios de la gran y mediana minería

Fuente: Chappuis Maria, 2019

### 2.2.4 Normativa en pasivos ambientales

“Se presenta de manera cronológica una lista de las normas e iniciativas más importantes que se han establecido en relación a los PAMs” (Chappuis Maria, 2019).

**Tabla N° 3:** Autoridades de vigilancia de la gestión de PAMs

Fecha	Descripción
1996	Ejecución del Proyecto EPA-MINEM para recolectar datos de PAMs
1996	Se inician las Evaluaciones Ambientales Territoriales EVAT-MINEM para diagnosticar las condiciones ambientales de las principales cuencas mineras y ubicar PAMs
2001-2003	Proyecto de Remediación de Pasivos Ambientales (MINEM) para caracterizar los PAMs y realización de estudios básicos de remediación
2002	Proyecto de Ley N° 3801. Iniciativa legal para enfrentar PAMs dentro de un programa de gestión ambiental
2003	Ley de Cierre de Minas (Ley N° 28090) exige la presentación de un Plan de Cierre y de garantías financieras para su implementación
2003	DS 042-EM exige la presentación de una declaración jurada de compromiso con la excelencia ambiental y de respeto a las instituciones locales, autoridades, cultura y costumbres
2004	Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera (Ley N° 28271)
2005	Ley que modifica la Ley N° 28271 (Ley N° 28526); exige la presentación de un Plan de Cierre de Pasivos (PCPAM)
2005	Reglamento de la Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera (Decreto Supremo N° 059-2005-EM)
2006	Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros (Resolución Ministerial N° 290-2006- MEM/DM)
2006	Fideicomiso Forestal como Garantía de Cierre de Minas (Resolución Ministerial N° 515-2006-MEM-DM)
2008	Decreto Legislativo N° 1042 que modifica la Ley N° 28271
2009	Modificación al Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera (Decreto Supremo N°003-2009-EM)
2010	Modelos de Convenios de Remediación Voluntaria (Resolución Ministerial N° 136-2010-MEM-DM)
2011	Procedimiento para la Actualización de Inventario: Identificación, Caracterización y Priorización de los Pasivos Ambientales Mineros (Resolución Directoral N° 012-2011-MEM/DM)
2012	Decreto Legislativo N° 1100; promueve la participación de Activos Mineros SAC para la remediación de los PAMs originados por la actividad minera ilegal
2012	Plan de Manejo y Guía para la Identificación de los Responsables de la Remediación de PAMs (Resolución Directoral N° 088-2012-MEM/DGM)
2014	Guía para la Identificación de los Responsables de la Remediación de Pasivos Ambientales Mineros (Resolución Directoral N° 0278-2014-DM)
2015	Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros (MINEM)
2017	Aprobación de Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados (Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM)
2018	Inventario de Pasivos Ambientales Mineros (Resolución Ministerial N° 224-2018- MEM/DM)
2018	Incorporación a la remediación de pasivos ambientales el mecanismo de Obras por Impuestos (Decreto Legislativo N° 1361)

Fuente: Chappuis Maria, 2019

- ECA – Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM – Categoría 3)

**Tabla N° 4: ECA – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

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

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,008		7

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

**Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

- Guía Canadiense de Calidad de Sedimento para la Protección de Vida Acuática

**Tabla N° 5:** Guía Canadiense de Calidad de Sedimento para la Protección de Vida Acuática

Parámetros	Unidad de medida	CEQG*
		PEL
Arsénico	mg/kg PS	17.0
Cadmio	mg/kg PS	3.5
Cromo	mg/kg PS	90.0
Cobre	mg/kg PS	197
Plomo	mg/kg PS	91.3
Mercurio	mg/kg PS	0.486
Zinc	mg/kg PS	315

\*CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines).

PEL (Probable Effect Level) – nivel de efecto probable, concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

PS, peso seco.

**Tabla N° 6:** ECA – Suelo (D.S. N°011-2017 – MINAM)

Parámetros en mg/kg PS <sup>(2)</sup>	Usos del Suelo <sup>(1)</sup>		
	Suelo Agrícola <sup>(3)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(4)</sup>	Suelo Comercial <sup>(5)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(6)</sup>
<b>INORGÁNICOS</b>			
Arsénico	50	50	140
Bario total <sup>(7)</sup>	750	500	2000
Cadmio	1.4	10	22
Cromo total	**	400	1000
Cromo VI	0.4	0.4	1.4
Mercurio	6.6	6.6	24
Plomo	70	140	800
Cianuro Libre	0.9	0.9	8

Notas:

[\*\*] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) PS: Peso seco.

(3) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(4) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(5) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

(6) Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

(7) De acuerdo con la metodología de Alberta Environment (2009): Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health. ISBN No. 978-0-7785-7691-4. En el caso de sitios con presencia de baritina se podrán aplicar los valores establecidos para Bario total real en la Tabla 1. Un sitio con presencia de baritina se determina cuando todas las muestras de suelo cumplen con los valores establecidos para Bario extraíble, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1 de la normativa.

### **2.2.5 Recuperación de ecosistema en el Delta Upamayo**

“El tratamiento del ecosistema en el Delta Upamayo” es una actividad que evidencia que en el Perú, “el Estado a través de Activos Mineros, remedia los antiguos pasivos ambientales mineros (PAM) con alta eficacia, y por tanto, transforma y recupera extensos territorios degradados en pro de la salud, el cuidado del medio ambiente, la calidad de vida de los pobladores, la flora y la fauna andina. Esta iniciativa, que es una uno de los inicios de experiencias en el país bajo este enfoque, está localizada en el sector norte del lago Chinchaycocha (segundo lago más grande del Perú) y en la desembocadura del río San Juan, ubicado en el distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco (límite con la región Junín). Su característica principal es ser una remediación de PAM en un ecosistema altoandino que, a diferencia de otros proyectos de cierre minero, involucra el despliegue de ingeniería y técnicas de construcción en un medio geográfico singular como lo es un delta, una extensa área inundable compuesta por brazos fluviales que van dejando sedimentos de origen minero transportados por un río” (Proactivo, 2019).

Entre sus resultados más importantes tenemos:

- 48.89 hectáreas de suelos mejorados, producto de la remediación realizada.
- 15 veces es la mejora de la calidad del agua en el tramo del río San Juan que atraviesa el Delta Upamayo, debido a la reducción de los metales pesados.
- 13 veces es la mejora de la calidad del aire (Pb en PM 10) en las zonas aledañas al Delta Upamayo.
- 488,868 unidades de plantas nativas sembradas y floreciendo, entre gramíneas y totoras.
- 24 especies de aves han recuperado su hábitat en el Delta Upamayo.

- 13,600 pobladores beneficiados de las comunidades de Cochamarca, Vicco y San Pedro de Pari, por la recuperación ambiental en el ecosistema del Delta Upamayo.

### **2.2.6 Síntesis**

‘La recuperación del ecosistema en el Delta Upamayo’ contribuye al:

- ODS 3: “Al reducir los riesgos a la salud, que representaba la presencia de residuos minerales en la zona, los que contaminaban el aire y afectaban la salud de más de 13 mil personas de tres comunidades altoandinas en Junín y Pasco”.
- ODS 6: “Al mejorar la calidad del agua (en 15 veces) en el tramo del río San Juan que atraviesa el Delta Upamayo, beneficiando a tres comunidades altoandinas”.
- ODS 9: “Al utilizar una técnica única de remediación en el proceso de intervención que logró la neutralización de suelos ácidos con piedra caliza, y su revegetación con especies nativas, lo que permitió la recuperación de hábitats naturales”.
- ODS 13: Al intervenir 48.89 hectáreas de suelos ácidos, logrando la revegetación de la zona con 488,868 unidades de gramíneas y totoras nativas. Ello permitió la mejora de la calidad del agua en el tramo del río San Juan que atraviesa el Delta Upamayo (en 15 veces) y la de la calidad del aire en las zonas aledañas al Delta Upamayo (en 13 veces). Asimismo, neutralizó la acidez del suelo intervenido, al pasar de un pH 2.5 a un pH 5.2 (pH neutral).
- ODS 15: Al rehabilitar los suelos degradados por residuos mineros, lo que permitió recuperar hábitats para 24 especies de aves, de las cuales dos están en la lista de especies casi amenazadas y vulnerables, como el chorlo

cordillerano y el flamenco andino. Esta iniciativa también impacta positivamente en la biodiversidad de la Reserva Nacional de Junín.

- ODS 17: Al impulsar la sinergia público-privada que permitió el logro de los objetivos, al integrar y consensuar las diferentes expectativas de los grupos de interés presentes en la zona de intervención y contar con el respaldo de las comunidades.

### **2.2.7 Resultados**

La recuperación del ecosistema en el Delta Upamayo” es una iniciativa exitosa:

1. Por su capacidad transformadora: Al revertir la degradación ambiental de una zona donde ya no era posible la presencia de la flora ni fauna debido a la alta contaminación. Así, se ha intervenido 48.89 hectáreas de suelos ácidos, revegetando la zona con 488,868 unidades de gramíneas y totoras nativas, lo que ha permitido la recuperación del hábitat de 24 especies de aves, de las cuales dos están en la lista de especies casi amenazadas y vulnerables.
2. Por su contribución ambiental al país: Es uno de los primeros proyectos integrales de remediación de PAM de gran envergadura en una extensa área impactada liderado por el Estado, lo que viene beneficiando a la calidad de vida de los 13,600 pobladores de las comunidades de Cochamarca, Vicco y San Pedro de Pari. Así, la iniciativa ha logrado la mejora de la calidad del agua en el tramo del río San Juan que atraviesa el Delta Upamayo (en 15 veces) y la de la calidad del aire en las zonas aledañas al Delta Upamayo (en 13 veces). Además, se impactó positivamente en la Reserva Nacional de Junín.
3. Por su aporte a los ODS: Está alineada a diversos ODS y, en especial al ODS 15. Así, se desplegó un plan de cierre para rehabilitar los suelos degradados

por la antigua minería, a través de una técnica novedosa de remediación que permitió recuperar hábitats naturales.

4. Por el impulso a una sinergia público-privada: Debido a que muestra la capacidad de coordinación y cooperación que lidera el Estado, a través de AMSAC, mediante un convenio de colaboración y cofinanciamiento de las empresas privadas, en pro de la salud, el cuidado del medio ambiente y la calidad de vida de la población.

### **2.2.8 Logros Alcanzados**

- 89 hectáreas intervenidas en la zona del Delta Upamayo.
- Mejora de la calidad del agua en 15 veces en el tramo del río San Juan que atraviesa el Delta Upamayo.
- Mejora de la calidad del aire en 13 veces en las zonas aledañas al Delta Upamayo. Neutralización de la acidez del suelo.
- 24 especies de aves que han recuperado su hábitat, de las cuales dos especies figuran en la lista de especies amenazadas de fauna silvestre.
- 13,600 pobladores beneficiados en su salud y calidad de vida pertenecientes a las comunidades de Cochamarca, Vicco y San Pedro de Pari (Pasco y Junín).

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

#### **Autoridad competente.**

“En el marco de lo dispuesto en el presente Reglamento, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), evalúa y aprueba los planes de cierre de pasivos ambientales mineros y sus posteriores modificaciones, pudiendo para este efecto, aprobar las guías técnicas que sean necesarias. Asimismo, el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Minería (DGM), elabora el inventario de

pasivos ambientales mineros, identifica a los responsables de pasivos ambientales mineros abandonados e inactivos, fiscaliza y aplica sanciones. Ambas competencias podrán ser delegadas a las Direcciones Regionales de Energía y Minas y transferidas a los Gobiernos Regionales, en el marco del proceso de descentralización, de acuerdo a Ley, sin perjuicio de la posible delegación de funciones que pudiera efectuar el MEM a otras entidades del gobierno, para efectos de la ejecución coactiva de sus resoluciones” (Decreto Supremo N° 059-2005-EM).

**Calidad Ambiental:**

“Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas” (Minam, 2020).

**Contaminación ambiental**

“Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (Minam, 2020).

**Cierre de Pasivos Ambientales Mineros**

“El Cierre de Pasivos Ambientales Mineros puede definirse como el conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con los criterios ambientales específicos y alcanzar los objetivos sociales deseados después de la etapa de identificación y aprobación del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros” (Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros, 2009).

**Ley.-**

“Ley N° 28271, que regula los pasivos ambientales de la actividad minera (PAM), promulgada el dos de julio de dos mil cuatro, modificatorias y sustitutorias” (Decreto Supremo N° 059-2005-EM).

**Metales pesados**

“El término metales pesados se refiere a metales con una densidad superior a 4,5 g/cm<sup>3</sup>, como plata, hierro, cobre, oro, plomo, cadmio, mercurio y similares. A medida que estos metales pesados se acumulan en el cuerpo humano, pueden provocar una intoxicación crónica a niveles graves” (Emapica, 2020).

**Parámetros. -**

“Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición” (Resolución Jefatural 010-2016-ANA, 2016).

**Pasivo ambiental minero.**

“Aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas a la fecha de vigencia de la Ley y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad” (Decreto Supremo N° 059-2005-EM).

**Pasivo ambiental minero abandonado. -**

“Pasivos que se encontraban localizados fuera de una concesión vigente a la fecha de entrada en vigencia de la Ley” (Decreto Supremo N° 059-2005-EM).

**Pasivo ambiental minero inactivo. -**

“Aquellos pasivos que, a la fecha de vigencia de la Ley, se encontraban localizados en concesión vigente, en áreas, labores o instalaciones que estaban sin operar durante dos años o más” (Decreto Supremo N° 059-2005-EM).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El resultado del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco no cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento (Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera).

### **2.4.2 Hipótesis Específicos**

- La estabilidad física del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento.
- La estabilidad química del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento.
- La estabilidad biológica del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento.

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

### **2.5.1 Variable independiente**

Remediación ambiental del Delta Upamayo

### **2.5.2 Variable dependiente**

Resultado del cierre final

### **2.5.3 Variable interviniente**

Resultado del cierre final

## **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

**Tabla N° 7: Operacionabilidad de Variables e Indicadores**

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Remediación ambiental del Delta Upamayo</li> </ul>	<p><b>Recuperación de ecosistema en el Delta Upamayo</b></p> <p>“La recuperación del ecosistema en el Delta Upamayo” es una iniciativa que evidencia que en el Perú, el Estado a través de Activos Mineros, remedia antiguos pasivos ambientales mineros (PAM) con alta eficacia, y por tanto, transforma y recupera extensos territorios degradados en pro de la salud, el cuidado del medio ambiente, la calidad de vida de los pobladores, la flora y la fauna andina. Esta iniciativa, que es una de las primeras experiencias en el país bajo este enfoque, está localizada en el sector norte del lago Chinchaycocha (segundo lago más grande del Perú) y en la desembocadura del río San Juan, ubicado en el distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco (límite con la región Junín). Su característica principal es ser una remediación de PAM en un ecosistema altoandino que, a diferencia de otros proyectos de cierre minero,</p>	<p><b>Dimensiones</b></p> <p><b>Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar Estabilidad física, química y biológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presencia de flora</li> <li>Estabilidad física, química y biológica</li> </ul>

	<p>involucra el despliegue de ingeniería y técnicas de construcción en un medio geográfico singular como lo es un delta, una extensa área inundable compuesta por brazos fluviales que van dejando sedimentos de origen minero transportados por un río” (Proactivo, 2019).</p>		
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado del cierre final</li> </ul>	<p><b>Cierre de Pasivos Ambientales Mineros</b></p> <p>“El Cierre de Pasivos Ambientales Mineros puede definirse como el conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con los criterios ambientales específicos y alcanzar los objetivos sociales deseados después de la etapa de identificación y aprobación del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros” (Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros, 2009).</p>	<p><b>Dimensiones Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.</li> </ul>	

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El tipo de la Investigación, fue de tipo descriptivo porque detallaremos el estado en que se encuentra el cierre del Delta Upamayo después de 4 años de cierre final.

#### **3.2. Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, para determinar la evaluación del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco.

#### **3.3. Métodos de investigación**

- **Visita de Campo**
  - Recolección de Información
  - Medición del área de evaluación
  - Llenado de ficha de evaluación

- **Trabajo en Gabinete**
  - Comparación con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento (Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera).

### **3.4. Diseño de la investigación**

Se empleó el diseño transversal, esta investigación se presenta por que el estudio se hace en un tiempo dado, pasado los cuatros años de cierre final.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

La población está comprendida el área total del Delta Upamayo, contorno desde el Delpa Upamayo hacia el lago Junín y río San Juan.

#### **Muestra**

El área total de evaluación será de 48.89 hectáreas de suelos mejorados del Delta Upamayo.

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

#### **3.6.1. Técnicas**

**Medición en Campo:** Uso de wincha, verificación de la profundidad del suelo tratado, evaluación de las reacciones químicas del sedimento em el Delta Upamayo.

#### **3.6.2. Instrumentos**

- Fichas de recolección de información
- Cámara fotográfico
- GPS

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

**Procedimiento de Selección.** - Se seleccionó la investigación ya que a la fecha aún sigue siendo un problema ambiental los pasivos ambientales y lo de Upamayo mucho más aún.

**Procedimiento de validación.** - La investigación fue validada por mi asesor de tesis.

**Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación.** -

Para la confiabilidad de la investigación será evaluada por mis jurados de tesis.

### **3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- Ordenamiento
- Codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Nuestra investigación se utilizó el software Excel.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

El planteamiento del estudio es en cumplimiento de los reglamentos de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional "Daniel Alcides Carrión", asimismo doy fe que la información hasta la fecha utilizada se está citando.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

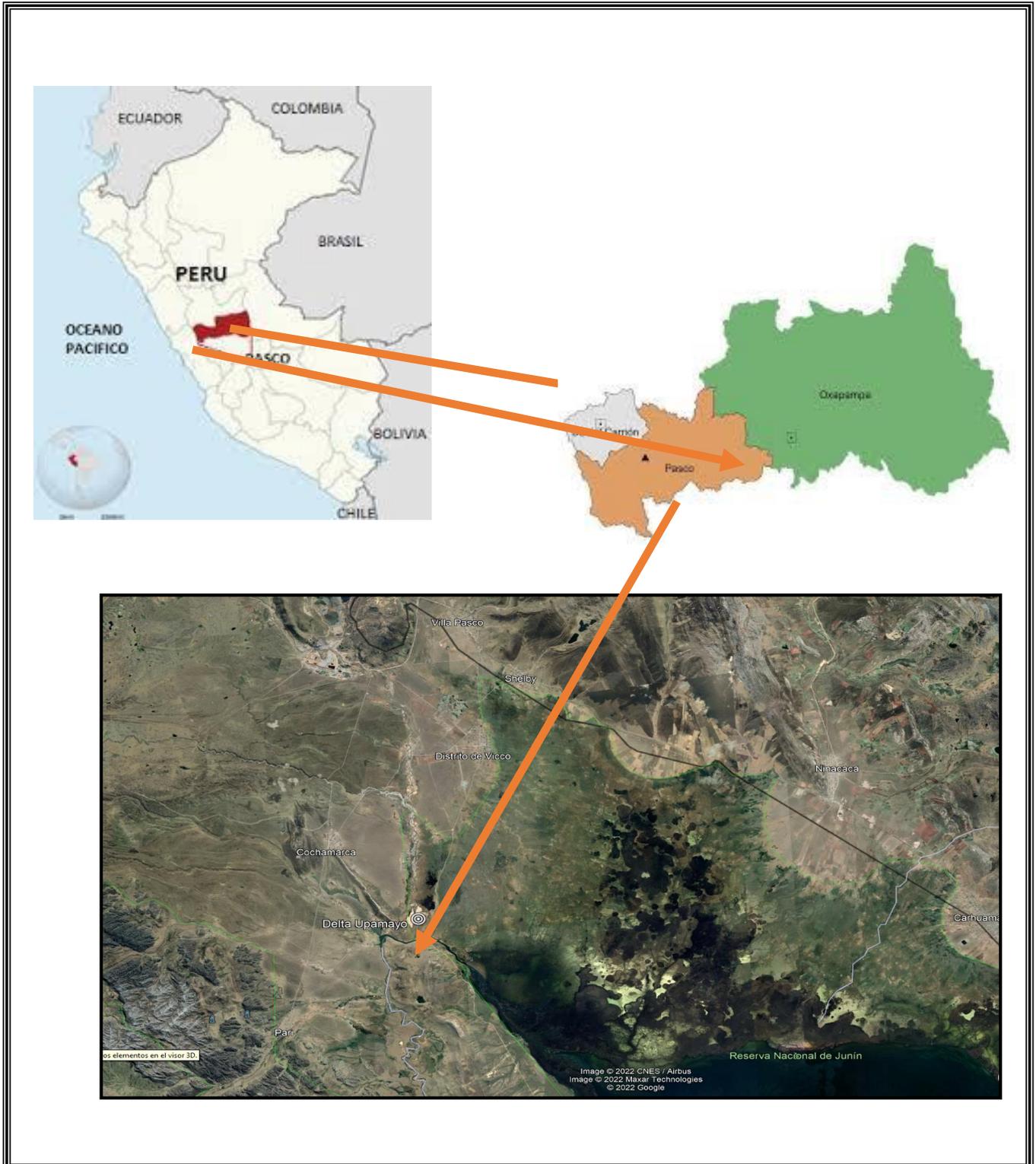
#### **4.1 Descripción del trabajo de campo.**

##### **4.1.1 Ubicación de la zona de estudio**

La investigación del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo se encuentra ubicado al sur oeste de la ciudad de Vicco a 8.1 Km de la mencionada ciudad.

Para llegar a la zona de proyecto desde la capital de la región de Pasco es desde la ciudad de Cerro de Pasco es de 23.3 km tomando la vía carretera central, cruce Huayllay-Vicco, ciudad de Vicco y hacia la vía Vicco – Delta Upamayo. Por otro lado desde la ciudad de Lima tenemos que pasar La Oroya-Cruce Huayllay 288 Km desde allí la misma vía anterior mencionada.

Mapa N° 1: Ubicación de la zona de estudio-Delta Upamayo



Fuente: Elaboración Propia

El área de estudio está comprendida en las siguientes coordenadas ubicadas en el Delta Upamayo:

**Tabla N° 8: Coordenadas en la zona de estudio**

N°	Código	Coordenas	
		Norte	Este
1.	A-1	8792799.29	360384.67
2.	A-2	8792465.30	361502.78
3.	A-3	8793765.00	362158.00
4.	A-4	8794376.00	361436.32

**Fuente:** Elaboración propia

Asimismo, detallamos en el Mapa N° 02 donde se muestra las cercanías de la población de Vicco y Cochamarca, por otro lado, en el Mapa N° 03 las coordenadas de la zona de estudio en base a la tabla N° 05 de nuestra investigación.

Mapa N° 2: Ubicación de la zona de estudio cercanas a las poblaciones de Vicco y Cochamarca



Fuente: Google Earth

Mapa N° 3: Coordenadas de la zona de estudio



Fuente: Google Earth

#### **4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

Para nuestra investigación se tuvo que realizar actividades de gabinete y visita al Delta Upamayo en los meses de agosto, setiembre y octubre para evaluar el cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco para más detalle mostramos las siguientes imágenes:

**Imagen N° 1: Evaluación de pH en la zona de la remediación**



**Imagen N° 2: Zona remediada con gramíneas**



**Imagen N° 3: Zona remediada con gramíneas**



**Imagen N° 4: Zona de acumulación de top soil**



**Imagen N° 5: Zona de remediada con gramíneas y roca calcárea**



## Imagen N° 6: Sistema de riego en la remediación



### 4.2.1 Detalles del cierre ambiental del Delta Upamayo

Las profundidades de sedimentos en el Delta Upamayo según estudios de Cesel ingenieros es de 0.10 cm a 2 metros de profundidad.

Las consideraciones para el diseño comprenden la identificación de las áreas según el plan de cierre aprobado, y los considerados en el estudio de ingeniería, comprendidos al suelo Upamayo “A” con sus sectores A, B, C y H estos sectores comprende como ligeramente alcalina y suelo Upamayo “B” con sus sectores D, E, F y G estos sectores comprende como extremadamente ácida.

Para más detalle en la tabla N° 6 podemos observar la superficie en m<sup>2</sup>, de la zona que de Upamayo “A” donde es ligeramente alcalina que comprende 223 321.02 m<sup>2</sup> donde en el cierre se utilizó especies de gramíneas y totoral, para el caso de Upamayo “B” donde es extremadamente acida que comprende 263 545.74 m<sup>2</sup> donde en el cierre se utilizó especies de gramíneas.

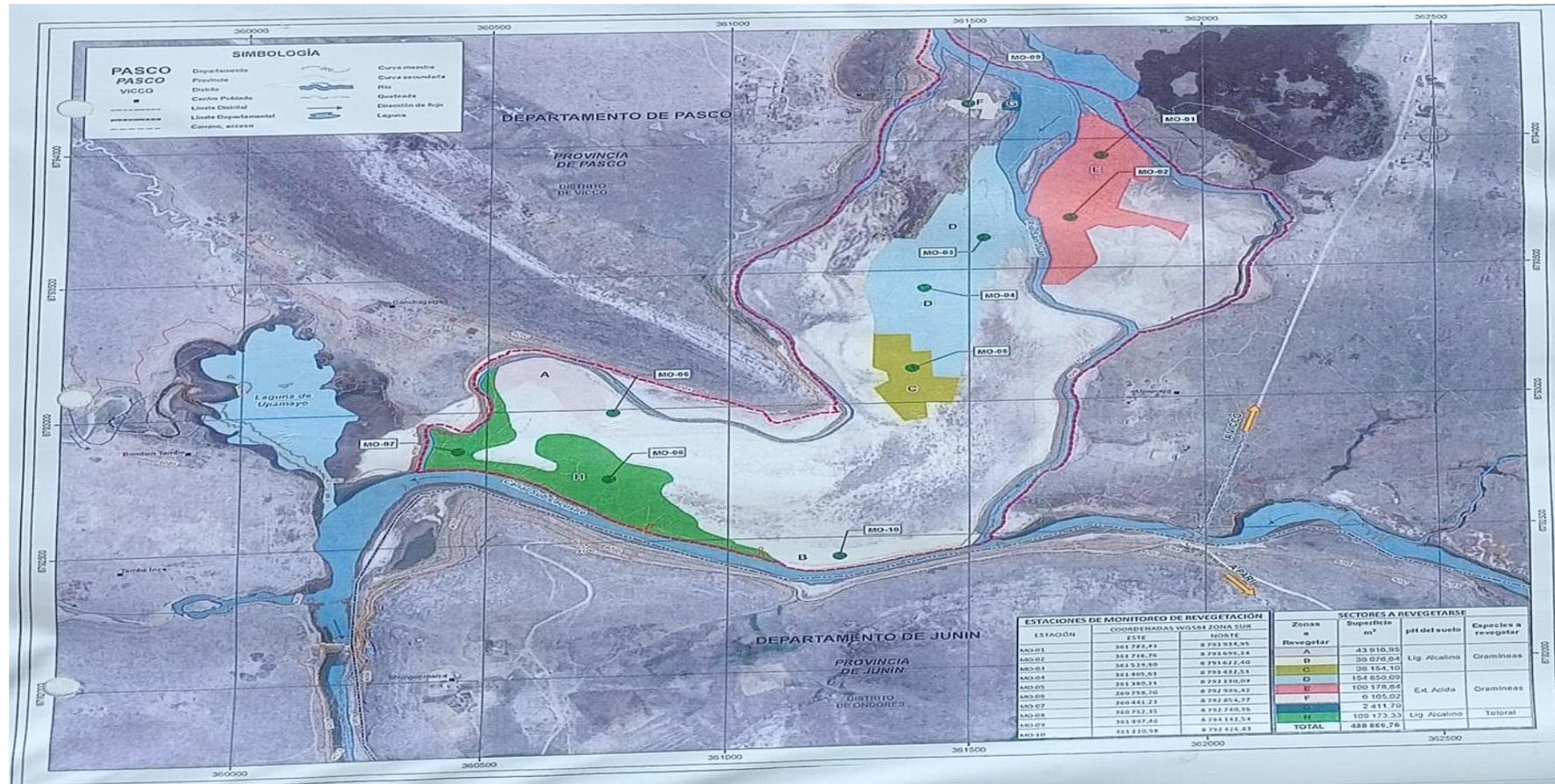
**Tabla N° 9: Información de la superficie y pH de los suelos a recuperar**

<b>Sectores a revegetarse (ver plano CSL-137800-2-RE-01)</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>	<b>Superficie m</b>	<b>pH del suelo</b>	<b>Especies a revegetar</b>
A	43 916,95	225 321,02	Lig. Alcalino	Gramíneas
B	36 076,64			
C	36 154,10			Total
H	109 173,33			
D	154 850,09	263 545,74	Ext. Acida	Gramíneas
E	100 178,84			
F	6105,02			
G	2411,79			

Fuente: Cesel S.A.

Para más detalle de la ubicación de las zonas de estudio se puede mostrar en el mapa N° 04 de la presente investigación:

Mapa N° 4: Coordenadas de la zona de estudio



Fuente: Activos Mineros SAC.

La cantidad de matas que se utilizó para las actividades de revegetación en los ocho sectores fue de (01) mata de especie de gramínea y totora por metro cuadrado tal como se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla N° 10: Número de mata sembrada por área a revegetar**

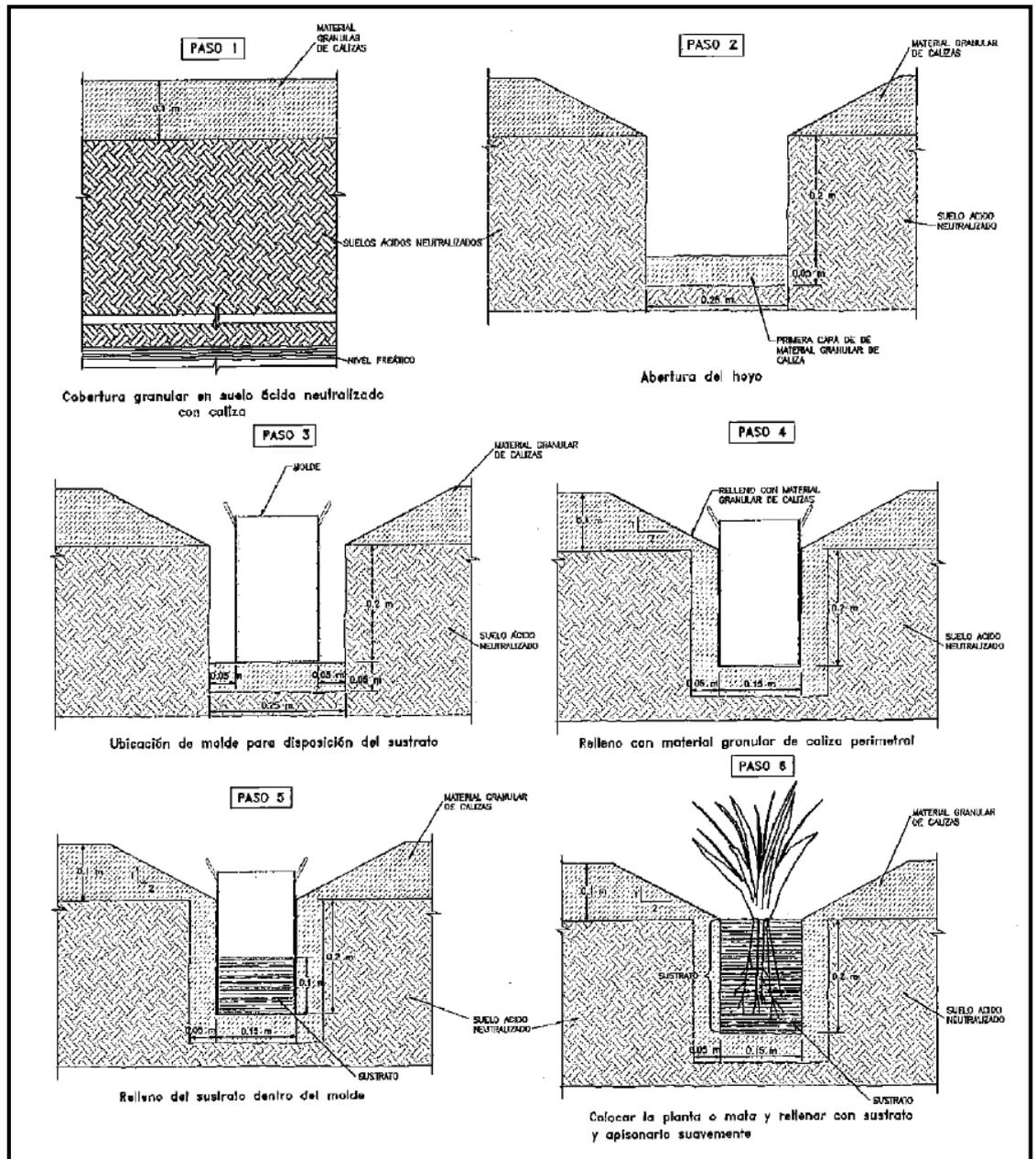
<b>Sector a revegetar</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>N.º de matas o semillas vegetativas</b>	<b>Especies a revegetar</b>
A	43 916,95	43 916	Gramíneas
B	36 076,64	36 076	Gramíneas
C	36 154,10	36 154	Gramíneas
D	154 850,09	154 850	Gramíneas
E	100 178,84	100 178	Gramíneas
F	6105,02	6105	Gramíneas
G	2411,79	2411	Gramíneas
H	109 173,33	109 173	Totoras
<b>TOTAL</b>	<b>488 866,76</b>		

Fuente: Cesel S.A.

#### **4.2.1.1. Preparación de terreno para suelos ácidos neutralizados**

Esta se preparado o no requirió la mecánica del suelo, las gramíneas (Agrostis y Calamagrostis rigida), fueron sembrados sobre la planicie del delta para los sectores "D", "E", "F" y "G", en estos se excavaron los hoyos que tuvieron una dimensión de 15 x 15 cm por 20 cm de profundidad y los espacios vacíos entre planta a planta están cubiertos con una capa de material calcáreo. Para más detalle se muestra la figura siguiente donde tenemos el procedimiento de revegetación en suelos ácidos neutralizados con gramíneas.

**Figura N° 1: Procedimientos de revegetación en suelos ácidos neutralizados con gramíneas**

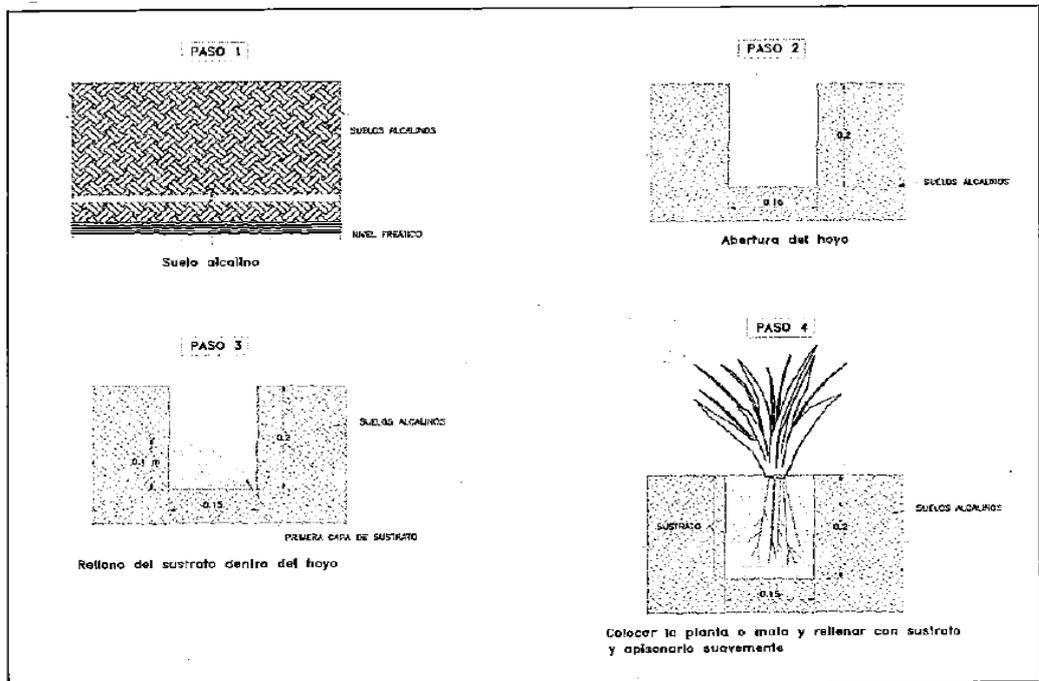


Fuente: Cesel S.A.

#### 4.2.1.2. Preparación de terreno para suelos alcalinos

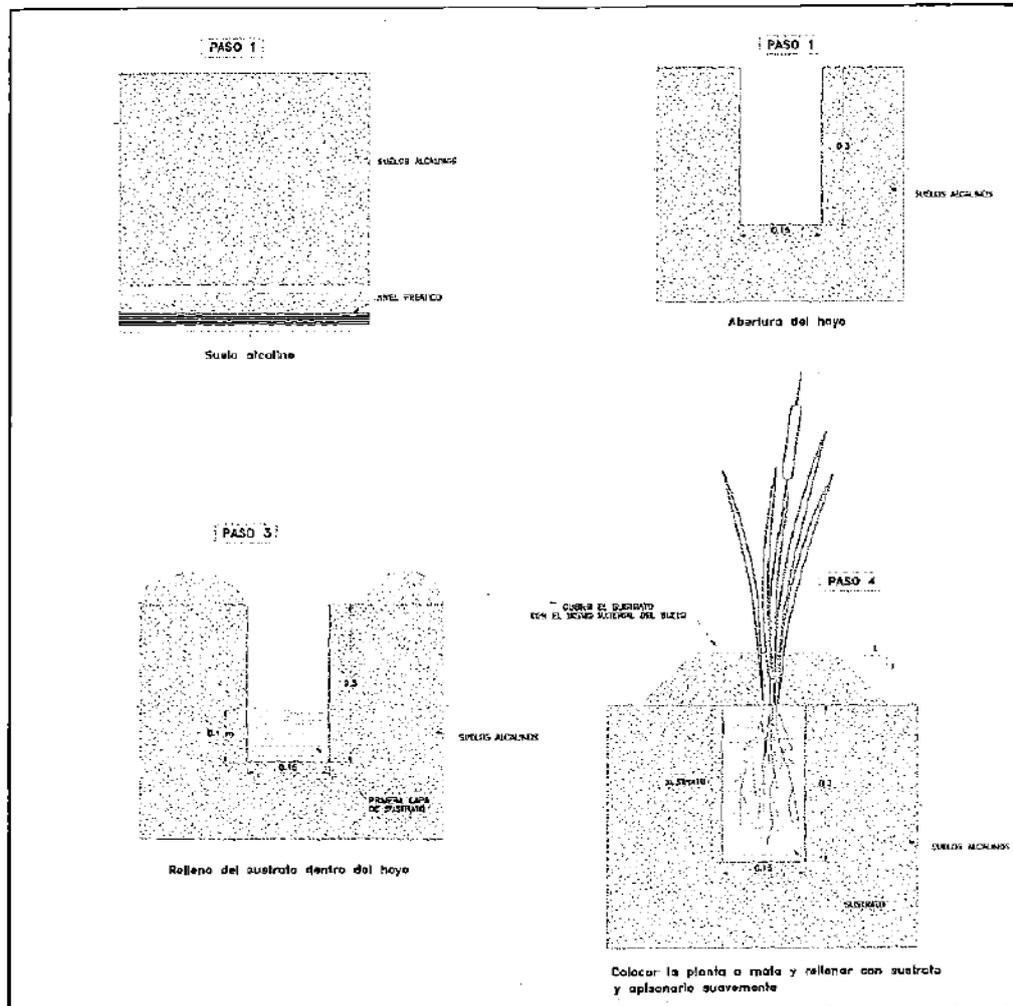
Los suelos alcalinos no requirieron de preparación mecánica sobre estos se colocó dos tipos de vegetación que son: gramíneas (Agrostis y Calamagrostis rigida) y las totoras (Schoenoplectus Califomicus y Juncus arcticus); ambas será dispuestas sobre planicie del delta Para más detalle se muestra la figura siguiente donde tenemos el procedimiento de revegetación en suelos ácidos neutralizados con gramíneas, sobre los sectores "A", "B" y "C" que corresponde a las gramíneas, y al sector "H" que corresponde a las totoras, sobre los cuales se excavaron los hoyos para el respectivo trasplante de la planta. Para más detalle se muestra la figura siguiente donde tenemos el procedimiento de revegetación en suelos alcalinos con gramíneas.

**Figura N° 2: Procedimientos de revegetación en suelos ácidos neutralizados con gramíneas**



Fuente: Cesel S.A.

**Figura N° 3: Procedimientos de revegetación en suelos ácidos neutralizados con totora**



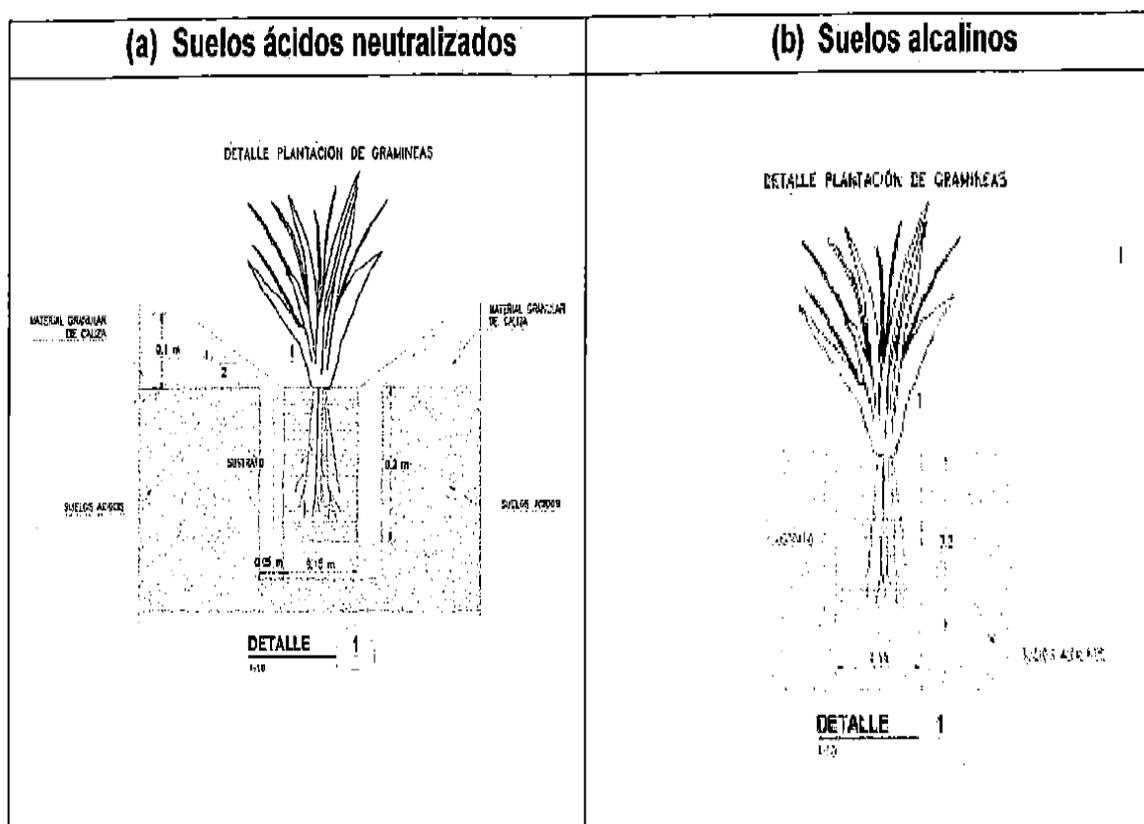
**Fuente:** Cesel S.A.

#### **4.1.2.3. Trasplante de la especie vegetal**

##### **Trasplante para gramíneas**

Las gramíneas fueron colocadas en hoyos en una dimensión de 15 x 15 x 20 cm de profundidad, pero antes se agregó sustratos preparados (75% de topsoil, 25% de estiércol de vacuno y una fertilización química para asegurar el prendimiento).

**Figura N° 4: Detalle de colocación de sustratos en gramíneas en suelos ácidos y alcalinos**

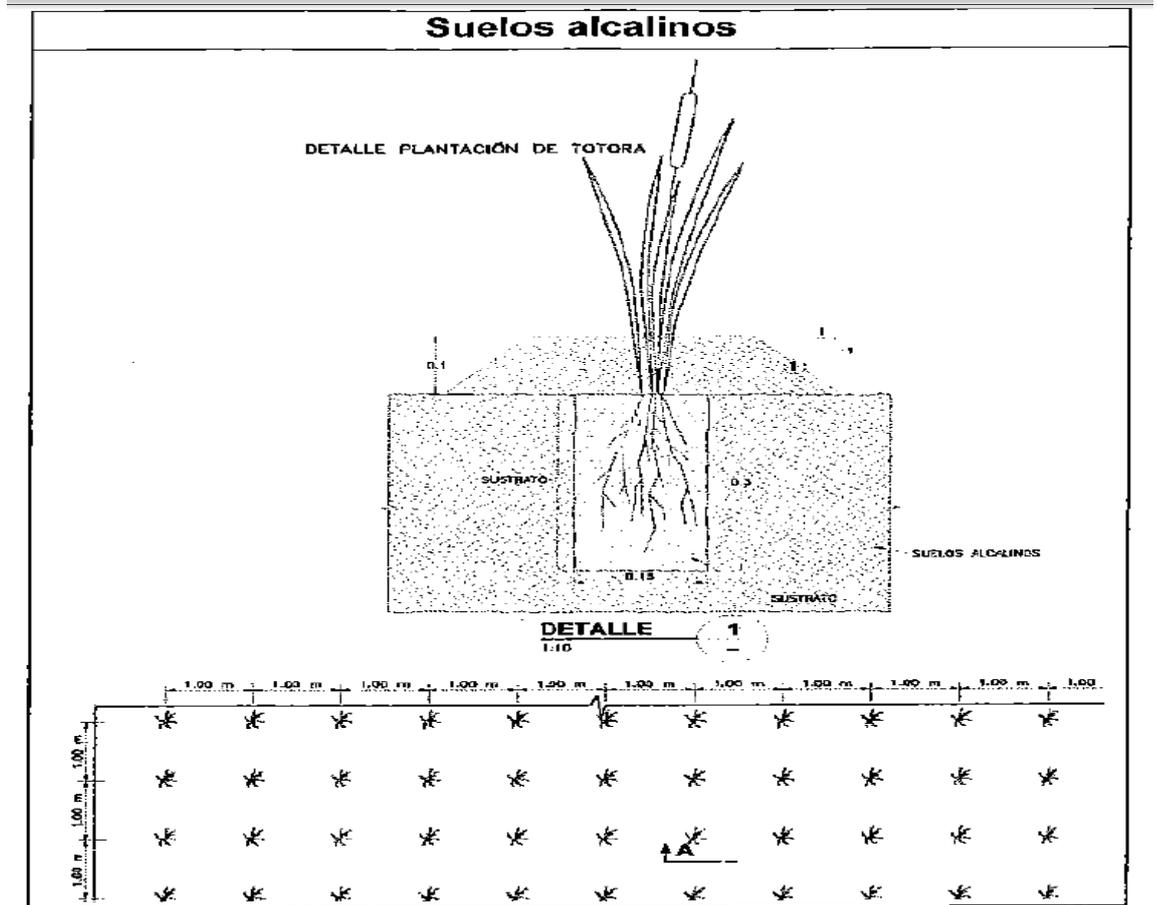


Fuente: Cesel S.A.

### Trasplante de totoras

Las totoras fueron colocadas en el sector H que corresponde a áreas muy húmedas y que son las primeras en cubrirse con agua en las épocas de creciente del río y además casi mayor parte del año se encuentran cubiertas por agua; por lo tanto, este sector presenta condiciones muy favorables para el crecimiento y desarrollo de las totoras que tiene una alta tolerancia al anegamiento. La especie que se utilizó fue el *Juncus articus*. Las totoras extraídas fueron colocadas en hoyos que tuvieron dimensiones de 15 x 15 x 30 cm de profundidad, pero antes se agregaron sustratos preparados (75% de topsoil, 25% de estiércol vacuno y una fertilización química)

Figura N° 5: Detalle de colocación de sustratos en gramíneas en suelos ácidos y alcalinos



Fuente: Cesel S.A.

#### 4.2.2 Evaluación del agua y suelo del Delta Upamayo

Teniendo las especificaciones técnicas de remediación, a la fecha para nuestra evaluación se tuvo que recurrir a información de resultados últimos del año 2021 y a la visita de campo para ello presentamos la siguiente información:

Para el análisis damos a conocer los puntos de monitoreo en la tabla siguiente:

**Tabla N° 11: Ubicación de estación de monitoreo - agua**

N°	Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud
		Norte	Este	
1.	LDUpa 1	8792452	361972	4101
2.	DU-03	8792632	360322	3917
3.	DU-01	8794563	361432	4097
4.	DU-02	8792979	361702	4092

**Fuente:** Elaboración propia

En la imagen siguiente se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo mencionados:

### Ilustración 1: Ubicación de los puntos de monitoreo-Agua



Fuente: Activos mineros

Tabla N° 12: Ubicación de estación de monitoreo - suelo

N°	Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud
		Norte	Este	
1.	S-Zona A	8793032	360673	4091
2.	S-Zona H	8792697	360704	4095
3.	S-Zona B	8792487	361447	4091
4.	S-Zona C	8793128	361354	4091
5.	S-Zona D	8793681	361519	4092
6.	S-Zona F	8794153	361482	4093
7.	S-Zona G	8794147	361585	4090
8.	S-Zona E	8793855	361781	4090

**Fuente:** Elaboración propia

### **Ilustración 2: Ubicación de los puntos de monitoreo-Suelo**



**Fuente:** Activos mineros

#### **4.2.2.1 Evaluación del agua del Delta Upamayo**

Nuestros resultados están basados en las actividades de campo y a los resultados tomados del monitoreo realizado por activos mineros en octubre del 2020, para ello interpretaremos de la siguiente manera:

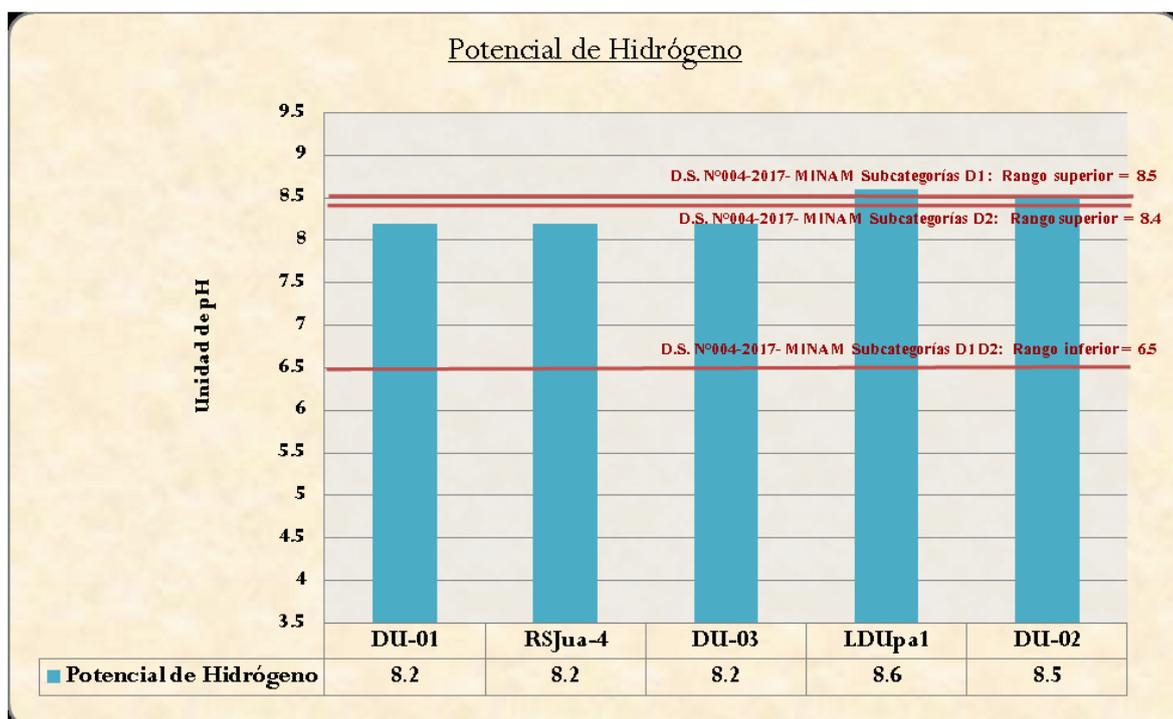
**Tabla N° 13: Resultado de Comparación de Parámetros – Agua Superficial  
– Zona Delta Upamayo**

Parámetro	Unidad	Estaciones de muestreo					D.S. N°004-2017-MINAM Categoría 3		
		Delta Upamayo					D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de Animales
		DU-01	RSJua-4	DU-03	LDUpa1	DU-02	Agua para riego no restringido (*)	Agua para riego restringido	
Fecha de monitoreo		01/10/2020	01/10/2020	01/10/2020	01/10/2020	01/10/2020			
Hora de monitoreo		12:30	13:15	15:00	15:50	16:10			
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0.06	0.07	0.03	<0.01	<0.01	10	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	6.86	6.74	7.31	7.13	6.97	≥ 4	≥ 5	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8.2	8.2	8.2	8.6	8.5	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4	
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	427.57	876.22	179.53	33.32	325.03	1000	1000	
<b>INORGÁNICOS</b>									
Aluminio Total (Al)	mg/L	0.728	0.128	0.3	0.098	0.691	5	5	
Arsénico Total (As)	mg/L	0.0086	0.0059	0.0144	0.0082	0.0095	0.1	0.2	
Bario Total (Ba)	mg/L	0.0787	0.04072	0.06081	0.03917	0.08424	0.7	**	
Berilio Total (Be)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.1	0.1	
Boro Total (B)	mg/L	0.024	0.026	0.019	0.013	0.022	1	5	
Cadmio Total (Cd)	mg/L	0.0004	0.00042	0.00087	0.00024	0.00045	0.01	0.05	
Cobre Total (Cu)	mg/L	0.0118	0.0121	0.0368	0.0114	0.0178	0.2	0.5	
Cobalto Total (Co)	mg/L	0.002	0.00116	0.00057	0.00015	0.00188	0.05	1	
Cromo Total (Cr)	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.1	1	
Hierro Total (Fe)	mg/L	1.06	0.37	1.72	0.65	1.16	5	**	
Litio Total (Li)	mg/L	0.016	0.037	0.007	<0.004	0.013	2.5	2.5	
Magnesio Total (Mg)	mg/L	41.06	82.22	24.68	10.01	31.68	**	250	
Manganeso Total (Mn)	mg/L	4.84545	10.98238	1.81972	0.1209	3.92899	0.2	0.2	
Mercurio Total (Hg)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001	0.01	
Níquel Total (Ni)	mg/L	0.0029	0.0021	0.0014	0.0006	0.0028	0.2	1	
Plomo Total (Pb)	mg/L	0.01092	0.0086	0.05351	0.02003	0.0156	0.05	0.05	
Selenio Total (Se)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.02	0.05	
Zinc Total (Zn)	mg/L	0.101	0.174	0.252	0.076	0.149	2	24	

**Fuente:** Activos mineros

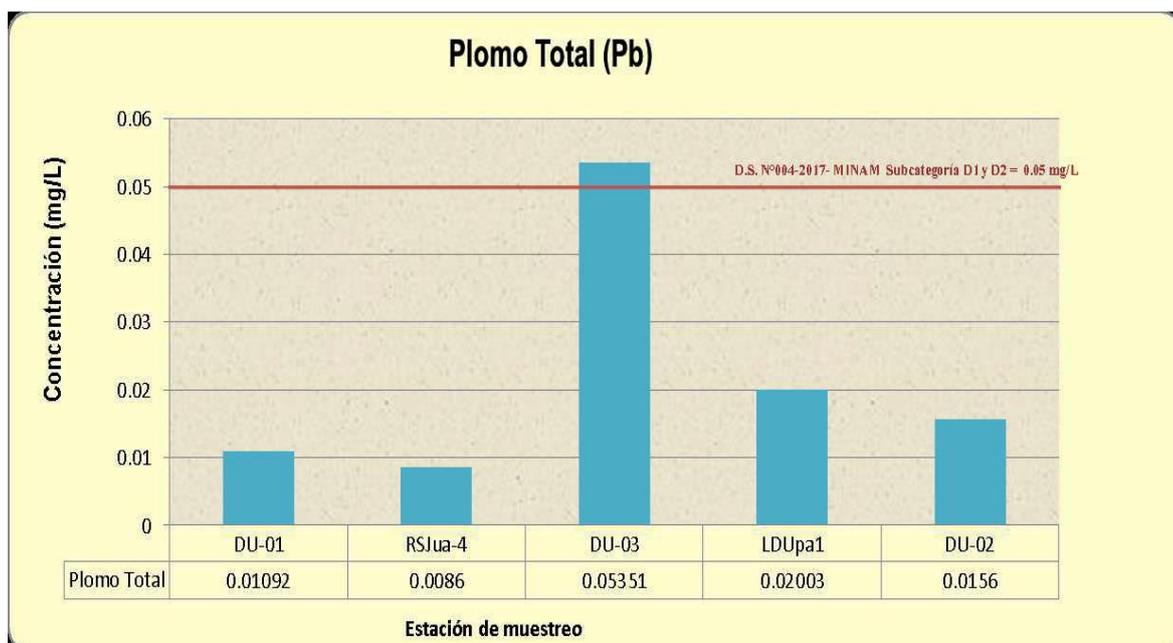
Asimismo, mostramos los siguientes gráficos de los principales parámetros que pasan de los estándares de calidad ambiental para agua enfocados al material de los pasivos ambientales del Delta Upamayo:

**Gráfico N° 1: Resultados del potencial de hidrogeno (pH)**



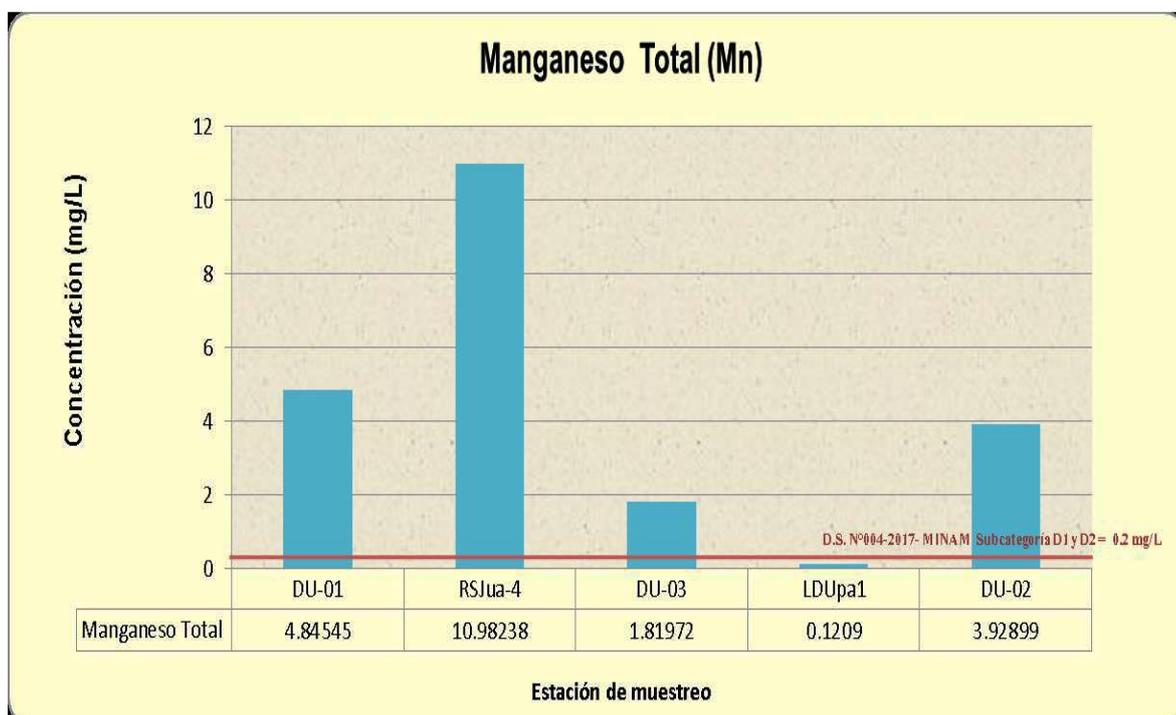
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 2: Resultados del plomo (Pb)**



Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 3: Resultados de manganeso (Mn)**



**Fuente:** Activos mineros

### **Interpretación de resultados**

En la Tabla N°13 y gráficos N° 01, 02 y 03 presenta los resultados de las estaciones de monitoreo DU-01, RSJua-4, DU-03, LDUpa1 y DU-02; los cuales son comparados con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias” Categoría 3 – D1: Riego de Vegetales y D2: Bebidas de Animales, observando lo siguiente:

- Para el caso del parámetro de Potencial de Hidrógeno en las estaciones de monitoreo DU-01, RSJua-4 y DU-03 registró valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos por el ECA- Agua Categoría 3, Subcategorías D1 y D2. Sin embargo, las estaciones LDUpa1 y DU-02 cuenta con resultados ligeramente ácidos que superan el rango máximo establecido por las subcategorías D1 y D2.

- Para el caso del parámetro de Plomo total en las estaciones de monitoreo DU-01, RSJua-4, LDUpa1 y DU-02 presenta concentraciones de entre 0.0086 mg/L y 0.02003 mg/L, los cuales se encuentran por debajo del valor máximo que establecen las subcategorías D1 y D2. Caso contrario con la estación DU-03 la cual obtuvo de concentración 0.05351 mg/L, éste valor supera lo establecidos por el ECA - Agua, Categoría 3 el cual indica como máximo 0.05 mg/L para las Subcategorías D1 y D2.
- Para el parámetro de Manganeso total en las estaciones de monitoreo DU-01, RSJua-4, DU-03 y DU-02 con concentraciones que oscilan entre 1.81972 mg/L y 10.98238 mg/L, los cuales superan los lineamientos establecidos por el ECA- Agua, Categoría 3 el cual indica como máximo 0.2 mg/L para las Subcategorías D1 y D2.

Esta presencia de pH, plomo y manganeso por las visitas realizadas se evidencia su presencia que supera los estándares de calidad ambiental por lo siguiente:

- Al contorno de la remediación hay presencia que al 100% no fue cubierto principalmente al contorno del río San Juan esto hace que la presencia de metales se evidencia en estos lugares tal como podemos observa en las siguientes imágenes de la investigación realizada.

**Imagen N° 7: Material descubierto al contorno del río San Juan**



- Como se evidencia en la siguiente imagen en los sectores “A”, “B” y “C” se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, por lo que observa presencia de reacciones de oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan lo cual se evidencia en los resultados de plomo y manganeso altos. Recordemos que los sectores “A”, “B” y “C” son lugares con ligeramente neutros.

**Imagen N° 8: Perdida de vegetación en las zonas “A”, “B” y “C”**



- Por otro lado, en la siguiente imagen en los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, asimismo el material calcáreo está reaccionando generando oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan lo cual se evidencia en los resultados de plomo y manganeso altos. Recordemos que los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, son lugares con alta presencia de acidez.

## Imagen N° 9: Perdida de vegetación en las zonas “D”, “E”, “F” y “G”



### 4.2.2.2 Evaluación del suelo del Delta Upamayo

**Tabla N° 14: Resultado de Comparación de Parámetros – Suelo – Zona  
Delta Upamayo**

Parámetros	Unidad	Estaciones de muestreo								ECA Suelo <sup>(1)</sup>		
		Delta Upamayo								D.S. N°011-2017-MINAM		
		S-Zona A	S-Zona H	S-Zona B	S-Zona C	S-Zona D	S-Zona F	S-Zona G	S-Zona E	Suelo Agrícola <sup>(2)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(3)</sup>	Suelo Comercial <sup>(4)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(5)</sup>
Fecha de monitoreo		02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20			
Hora de monitoreo		13:45	14:25	15:15	15:40	16:00	16:20	16:30	16:50			
<b>INORGÁNICOS</b>												
Arsénico (As)	mg/kg PS	566.5	677.1	456.9	80.8	56.8	49.6	54.5	48.7	50	50	140
Bario Total (Ba)	mg/kg PS	310	453	481	152	131	122	117	116	750	500	2 000
Cadmio (Cd)	mg/kg PS	21.86	25.88	12.63	5.93	1.3	1.02	0.96	1.01	1.4	10	22
Cromo Total (Cr)	mg/kg PS	11.2	10	11.5	8.8	6.4	10.3	8.4	10	**	400	1 000
Cromo Hexavalente (Cr VI)	mg/kg PS	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.4	0.4	1.4
Mercurio (Hg)	mg/kg PS	25.51	23.13	6.65	2.96	1.42	0.51	0.31	0.4	6.6	6.6	24
Plomo (Pb)	mg/kg PS	1629.3	3445.5	2084.8	238.2	171.3	91.1	108.5	114.5	70	140	800
Cianuro Libre	mg/kg PS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.9	0.9	8

Referencia: Informe de Ensayo OCT1087.R20

Nota:

[\*\*] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(3) Suelo residencial/parques: Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(4) Suelo comercial: Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

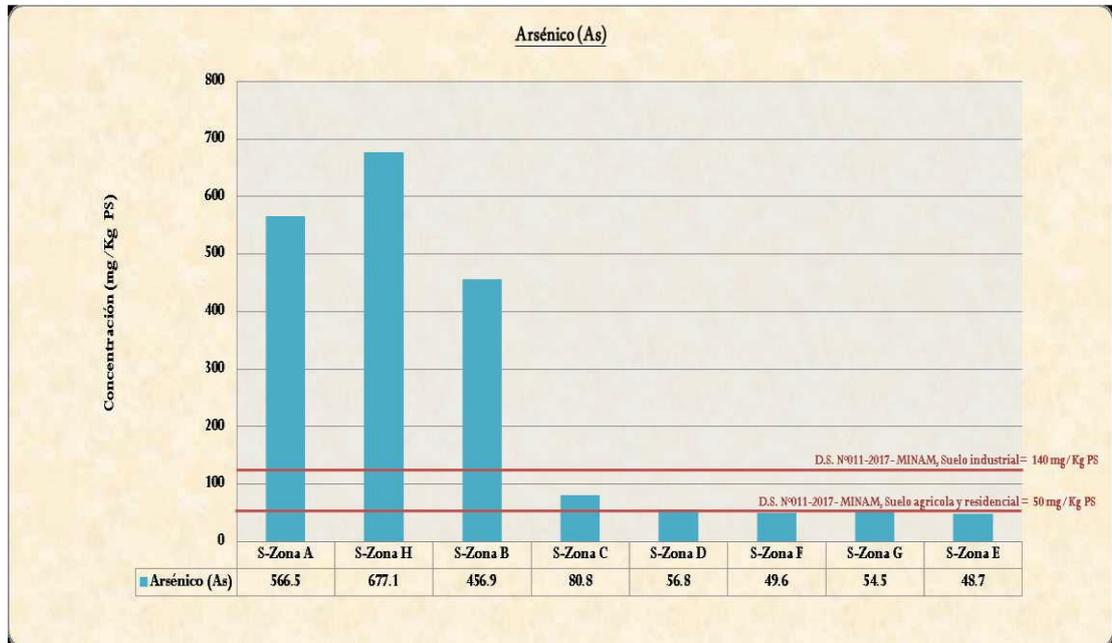
(5) Suelo industrial/extractivo: En el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

PS, peso seco.

**Fuente:** Activos mineros

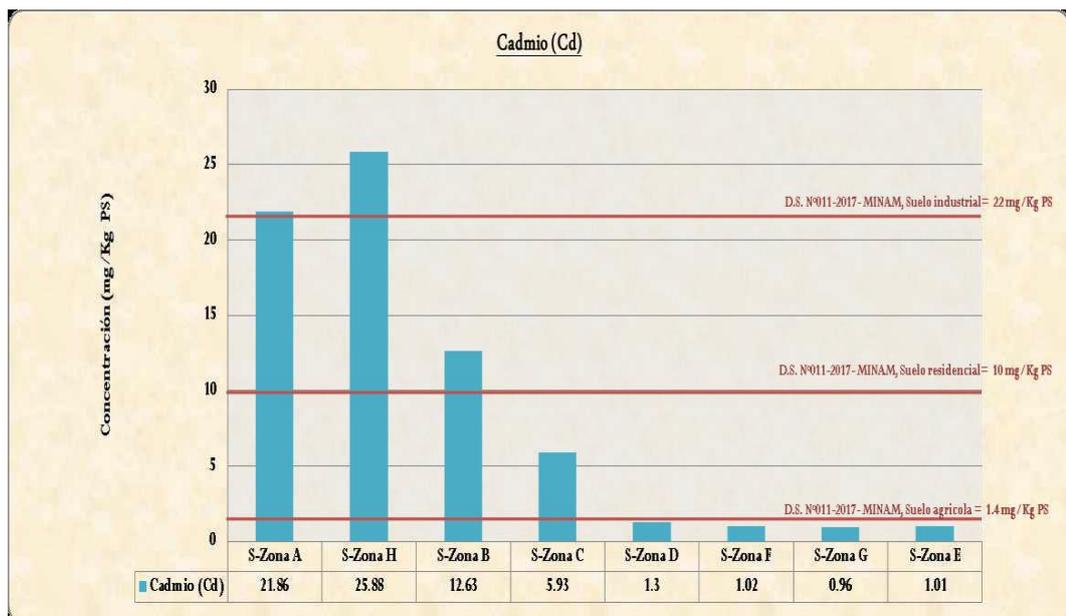
Asimismo, mostramos los siguientes gráficos de los principales parámetros que pasan de los estándares de calidad ambiental para suelo enfocados al material de los pasivos ambientales del Delta Upamayo:

**Gráfico N° 4: Resultados del arsénico (As)**



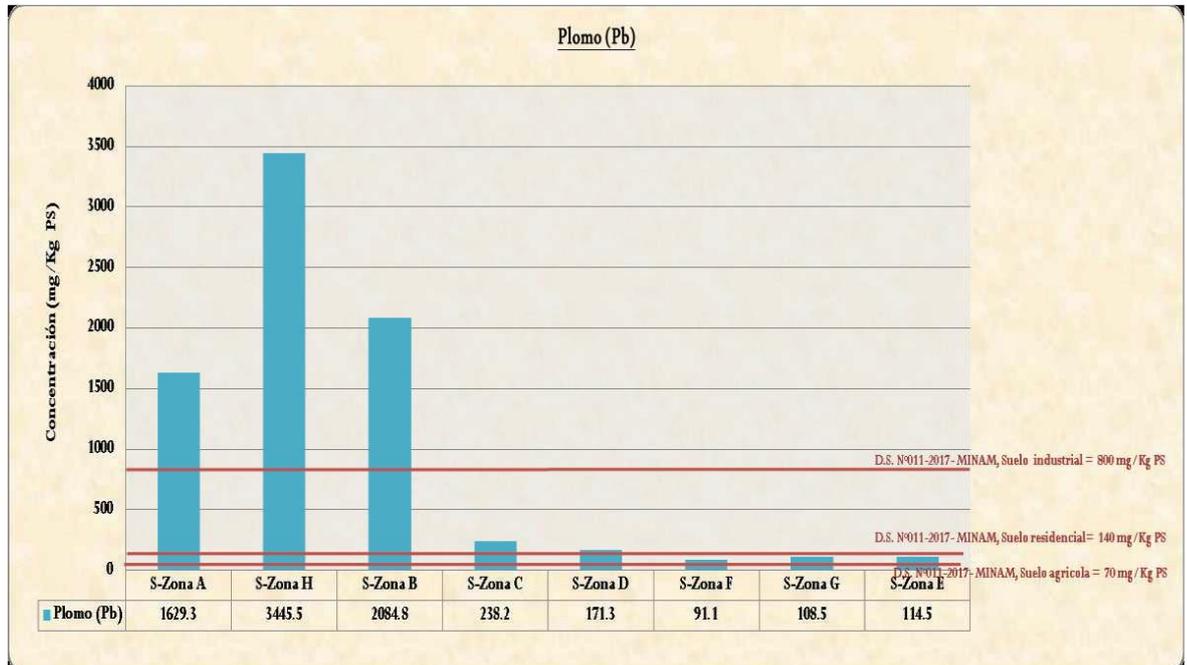
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 5: Resultados del cadmio (Cd)**



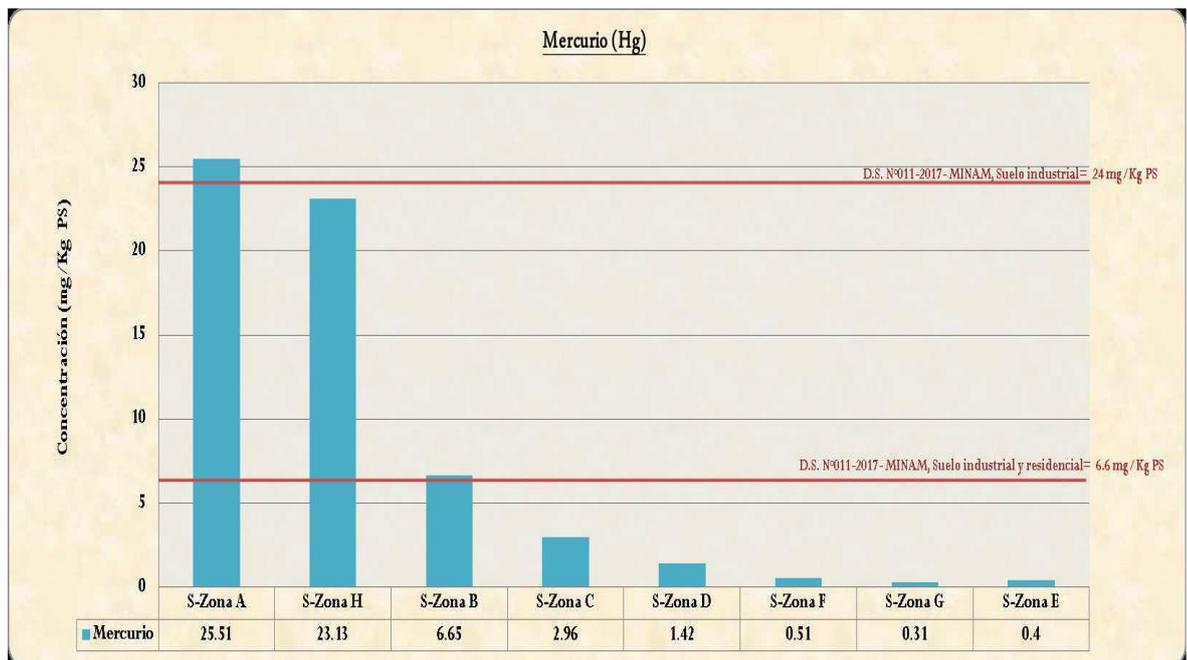
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 6: Resultados del plomo (Pb)**



Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 7: Resultados del potencial de mercurio (Hg)**



Fuente: Activos mineros

## Interpretación de resultados

En la Tabla N°14 y gráficos N° 01, 02 y 03 presenta los resultados de las estaciones de monitoreo S-Zona A, S-Zona H, S-Zona B, S-Zona C, S-Zona D, S-Zona F, S-Zona G y S-Zona E; los cuales son comparados con el ECA-Suelo D.S. N°011-2017-MINAM para uso de suelo Agrícola, pasamos de lo permitido en los siguientes:

- La concentración de Arsénico en las estaciones de monitoreo S-Zona A, S-Zona H, S-Zona B, S-Zona C, S-Zona D y S-Zona G; obtuvieron concentraciones que oscilan entre (54.5 mg/kg PS y 677.1 mg/kg PS), por lo tanto, superan los lineamientos establecidos por el ECA – Suelo (50 mg/kg PS – para Suelo agrícola).
- Las concentraciones de Cadmio en las estaciones de monitoreo S-Zona A, S-Zona H, S-Zona B y S-Zona C, oscilaron entre 5.93 mg/kg PS hasta 25.88 mg/kg PS, por lo tanto, superan los lineamientos establecidos por el ECA – Suelo (1.4 mg/kg PS – para Suelo agrícola).
- Las concentraciones de Mercurio en las estaciones de monitoreo S-Zona A, S-Zona H y S-Zona B, oscilaron entre 6.65 mg/kg PS hasta 25.51 mg/kg PS, por lo tanto, superan los lineamientos establecidos por el ECA – Suelo (6.6 mg/kg PS – para Suelo agrícola).
- La concentración de Plomo en las estaciones de monitoreo S-Zona A, S-Zona H, S-Zona B, S-Zona C, S-Zona D, S-Zona F, S-Zona G y S-Zona E cuentan con concentraciones que oscilan entre 91.1 mg/kg PS y 3445.5 mg/kg PS), por lo tanto, superan los lineamientos establecidos por el ECA – Suelo (70 mg/kg PS – para Suelo agrícola).

Esta presencia de arsénico, cadmio, mercurio y plomo por las visitas realizadas se evidencia su presencia que supera los estándares de calidad

ambiental para suelo ECA-Suelo D.S. N°011-2017-MINAM para uso de suelo Agrícola por lo siguiente:

- Mucho de los suelos ya perdieron cobertura ya que el espesor de tierra orgánica fue de 20 cm de cobertura lo cual es muy poco, ya que la zona se muestra fuertes vientos por ser una zona planicie y la alta presencia de lluvias que arrastran el suelo y esto hace en su gran mayoría empiezan a ser descubierta por ello se muestra la alta presencia de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los resultados anteriores

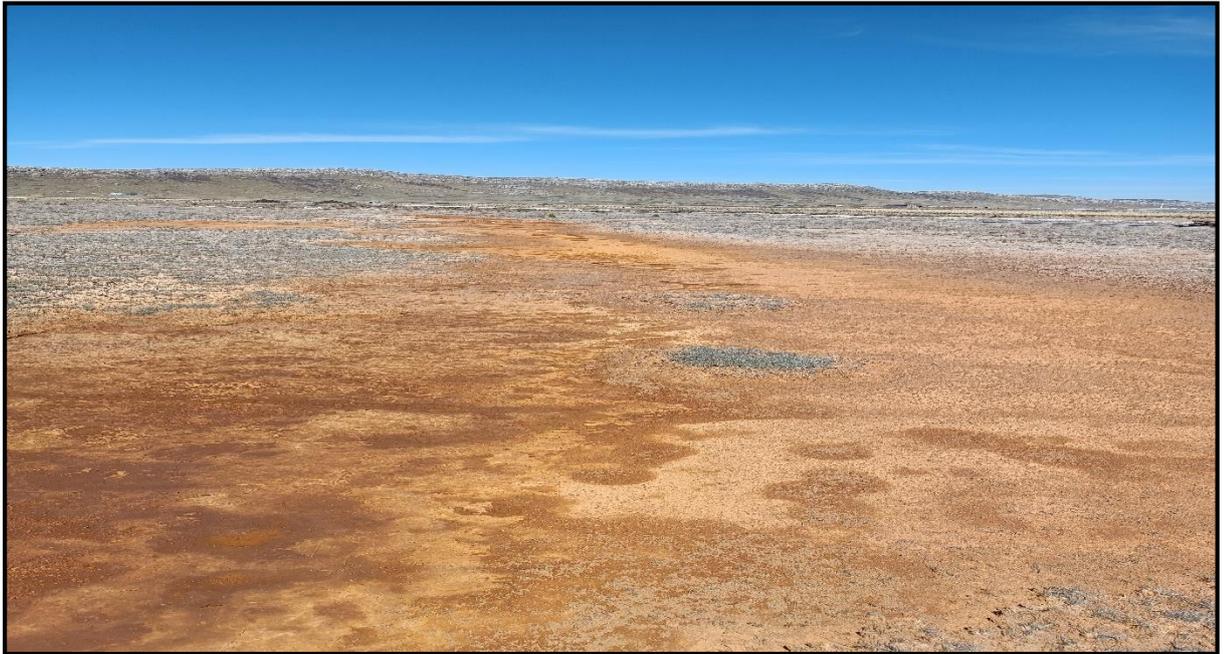
**Imagen N° 10: Material descubierto en planicie del Delta Upamayo**



- La alta presencia de arsénico, cadmio, mercurio y plomo se da más en los sectores “A”, “B”, “H” y “C” esto se debería a que en estas zonas no contiene material calcáreo por lo que no se tiene para que contrarreste la presencia de

lixiviación y presencia de metales, tal como se puede observar en la siguiente imagen.

**Imagen N° 11: Material descubierto en planicie del Delta Upamayo en las zonas “A”, “B” y “C”**



- Al contrario sucede la baja presencia de arsénico, cadmio, mercurio y plomo se da más en los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, esto se debería a que en estas zonas contiene material calcáreo por lo que si tiene para que contrarreste la presencia de lixiviación y presencia de metales, tal como se puede observar en la siguiente imagen.

**Imagen N° 12: Material calcáreo en planicie del Delta Upamayo en las zonas “D”, “E”, “F” y “G”**



#### 4.2.3 Evaluación de los sedimentos del Delta Upamayo

**Tabla N° 15: Ubicación de estación de monitoreo - sedimentos**

N°	Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud
		Norte	Este	
1.	SED-LDUpa1	8792452	361972	4101
2.	SED-DU-03	8792632	360322	3917
3.	SED-DU-01	8794563	361432	4097

4.	SED-DU-02	8792979	361702	4092
5.	SED-Zona A	8793032	360673	4091
6.	SED-Zona H	8792697	360704	4095
7.	SED-Zona B	8792487	361447	4091
8.	SED-Zona C	8793128	361354	4091
9.	SED-Zona D	8793681	361519	4092
10.	SED-Zona F	8794153	361482	4093
11.	SED-Zona G	8794147	361585	4090
12.	SED-Zona E	8793855	361781	4090
13.	SED-RSJua-4	8801242	4110	

Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 3: Ubicación de los puntos de monitoreo-Sedimentos**



Fuente: Activos mineros

### 4.2.3.1. Evaluación de sedimentos del Delta Upamayo

**Tabla N° 16: Resultado de Comparación de Parámetros – Suelo – Zona  
Delta Upamayo**

Parámetros	Unidad de medida	Estación de muestreo													CEQG*
		Delta Upamayo													PEL
		SED-DU-01	SED-RS-Jua-4	SED-Zona E	SED-DU-02	SED-Zona A	SED-Zona H	SED-Zona B	SED-Zona C	SED-Zona D	SED-Zona F	SED-Zona G	SED-DU-03	SED-LDU <sub>pa</sub> 1	
Fecha de monitoreo	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	02-10-20	03-10-20	03-10-20	
Hora de monitoreo	12:25	12:55	16:53	17:15	14:50	14:35	15:18	15:43	16:03	16:23	16:33	09:05	09:50		
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad pH	7.54	7.81	5.17	7.76	7.24	7.88	7.67	7.49	4.61	7.24	6.9	7.92	8.18	**
Conductividad	mS/m	23	48	134	35	102	52	18	95	211	115	191	21	9	**
Arsénico (As)	mg/kg PS	397.7	108.9	675.7	177.4	968.4	643.2	721	1176	838.7	591.2	679.2	118.7	17.5	17
Cadmio (Cd)	mg/kg PS	70.38	7.7	8.71	10.36	33.33	25.22	19.23	82.42	6.57	8.71	8.23	7.07	0.63	3.5
Cromo (Cr)	mg/kg PS	5.6	8.5	3.3	8.2	16.6	8.7	8.6	16.6	9.2	4.6	6.5	8.8	8.9	90
Cobre (Cu)	mg/kg PS	2600	351	955	639	2770	2300	1990	6660	1400	867	970	385	38	197
Plomo (Pb)	mg/kg PS	18238.3	446.8	4576.6	1105.7	2208.7	4205.9	3541	3113	4372.9	2813.9	4226.2	661	62.7	91.3
Mercurio (Hg)	mg/kg PS	14.33	10.41	17.64	24.51	21.46	10.23	9.12	26.34	24.55	27.43	38.64	20.61	0.91	0.486
Zinc (Zn)	mg/kg PS	40360.5	2537.1	6785.5	4713.7	11195.6	14260.5	13694.7	23562.3	4392.8	4109.9	4562.8	2345.5	239.7	315

Referencia: Informe de Ensayo OCT1088.R20

Nota:

PEL (Probable Effect Level) – nivel de efecto probable, concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

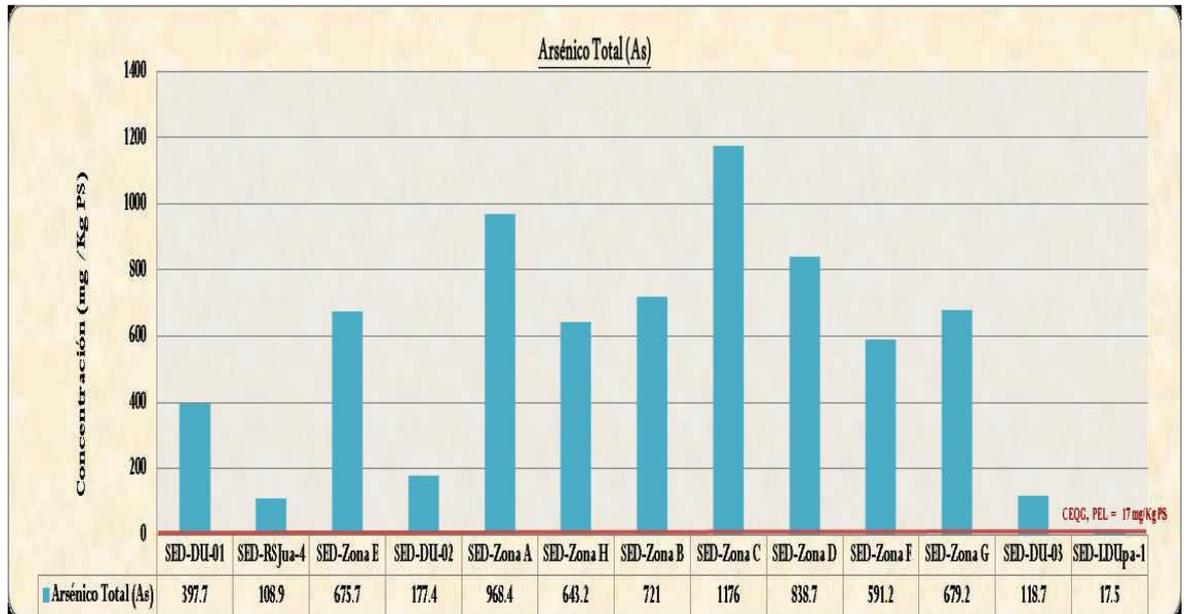
PS, Peso Seco.

(\*\*) El símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el nivel PEL de comparación.

**Fuente:** Activos mineros

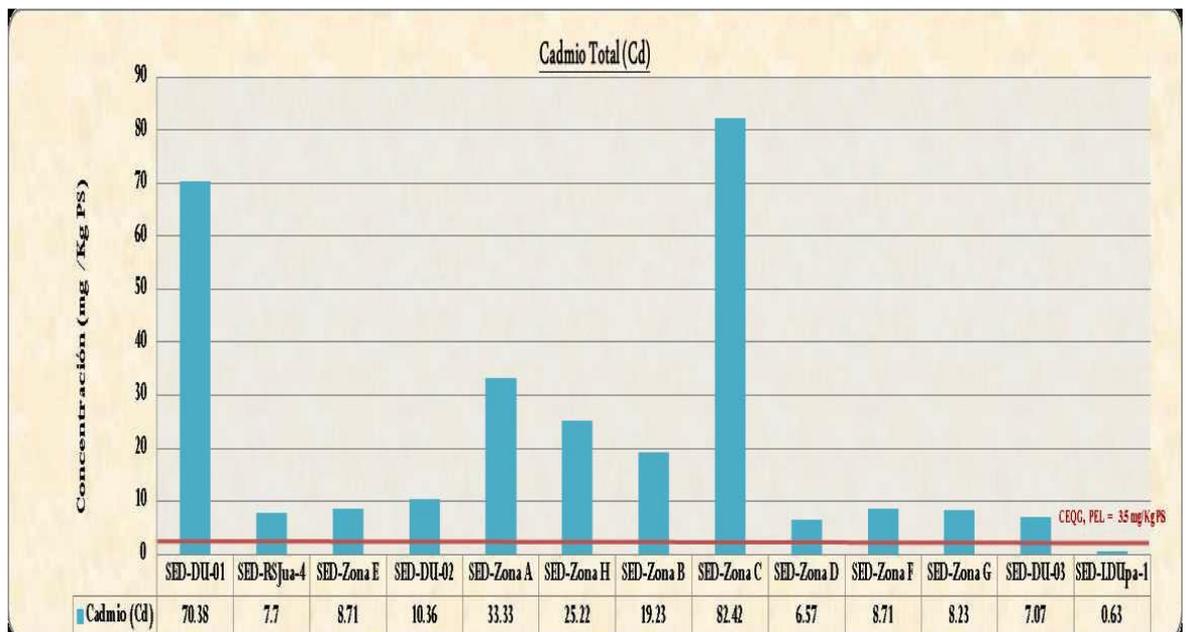
Asimismo, mostramos los siguientes gráficos de los principales parámetros que pasan de los estándares de sedimentos enfocados al material de los pasivos ambientales del Delta Upamayo:

**Gráfico N° 8: Resultados del arsénico (As)**



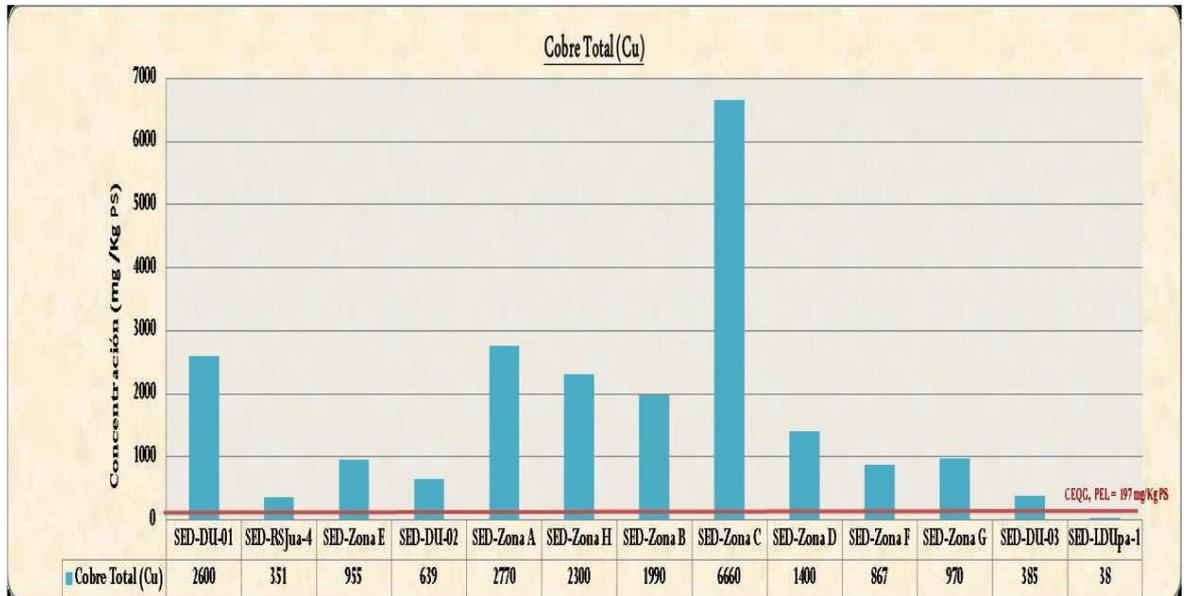
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 9: Resultados del cadmio total (Cd)**



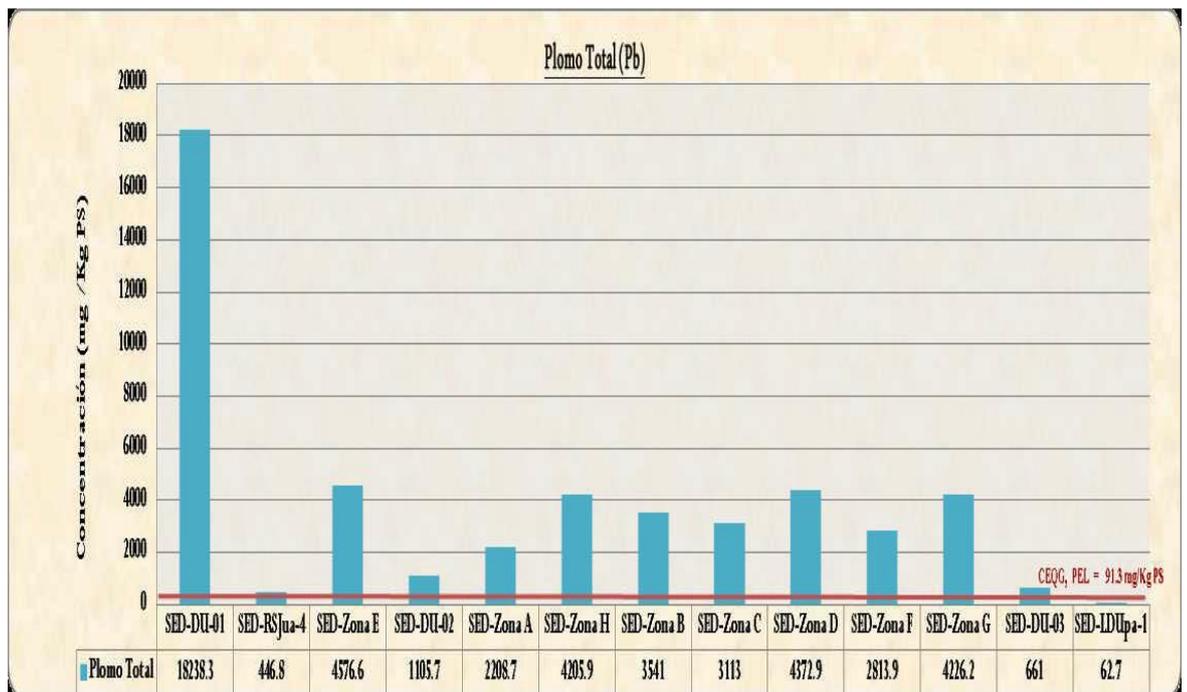
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 10: Resultados del cobre total (Cu)**



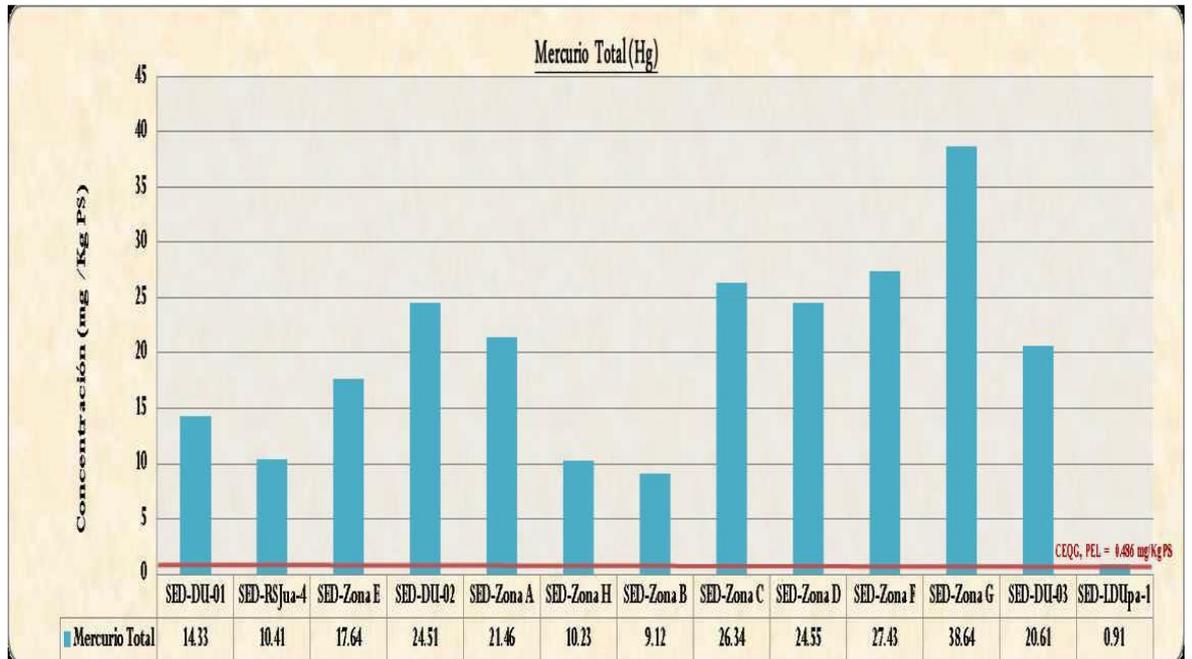
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 11: Resultados del plomo total (Pb)**



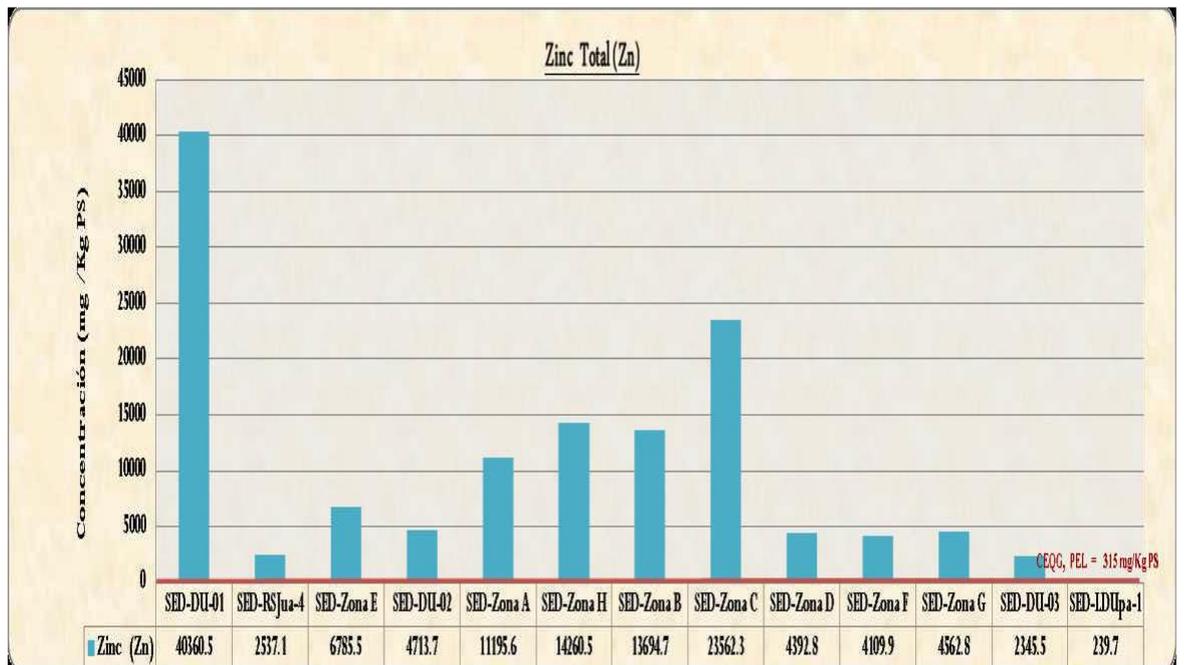
Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 12: Resultados del potencial de mercurio total (Hg)**



Fuente: Activos mineros

**Gráfico N° 13: Resultados del potencial de zinc total (Zn)**



Fuente: Activos mineros

## Interpretación de resultados

En la Tabla N°13 y gráficos N° 08, 09, 10, 11,12 y 13 presenta los resultados de las estaciones de monitoreo SED-LDUa1, SED-DU-03, SED-DU-01, SED-DU-02, SED-Zona A, SED-Zona H, SED-Zona B, SED-Zona C, SED-Zona D, SED-Zona F, SED-Zona G, SED-Zona E y SED-RSJua-4; los cuales son comparados con las directrices referenciales canadienses PEL (Probable Effect Level - nivel de efecto probable)., pasamos de lo permitido en los siguientes:

- En las estaciones de monitoreo SED-LDUa1, SDU-03, SED-DU-01, SED-DU-02, SED-Zona A, SED-Zona H, SED-Zona B, SED-Zona C, SED-Zona F, SED-Zona G y SED-RSJua 4: Los resultados de Cadmio no cumplen con las directrices referenciales canadienses PEL (Probable Effect Level - nivel de efecto probable).
- Estaciones de monitoreo SED-LDUa1, SDU-03, SED-DU-01, SED-DU-02, SED-Zona A, SED-Zona H, SED-Zona B, SED-Zona C, SED-Zona D, SED-Zona F, SED-Zona G, SEDZona E y SED-RSJua 4: Los resultados de los parámetros analizados cumplen con las directrices referenciales canadienses PEL (Probable Effect Level - nivel de efecto probable), a excepción del Arsénico, Cobre, Plomo, Mercurio y Zinc que no cumplen las directrices referenciales.

Esta presencia de arsénico, cobre, plomo mercurio, zinc y cadmio por las visitas realizadas se evidencia su presencia que supera con las directrices referenciales canadienses PEL (Probable Effect Level - nivel de efecto probable) por lo siguiente:

- Como se mencionó anteriormente los suelos ya perdieron cobertura ya que el espesor de tierra orgánica fue de 20 cm de cobertura lo cual es muy poco, ya que la zona se muestra fuertes vientos por ser una zona planicie y la alta presencia de lluvias que arrastran el suelo y esto hace en su gran mayoría empiezan a ser descubierta por ello se muestra la alta presencia de sedimentos a los contornos del Delta Upamayo

### 4.3 Prueba de hipótesis

Finalizado la investigación evaluaremos la hipótesis donde planteamos la siguiente hipótesis:

*“El resultado del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco no cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento (Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera)”.*

La hipótesis planteada al inicio de investigación es válida ya que como se pudo evaluar el cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco no cumple con los criterios técnicos de la Ley 28271 y su reglamento, ya que como se pudo verificar la calidad de agua al contorno de la remediación superan los estándares de calidad para agua, asimismo para el caso de suelo y sedimentos en la mayoría de los puntos de monitoreo no cumplen con las normativas planteadas, por lo tanto no se cumpliría con el objetivo de la Ley 28271 donde indica lo siguiente *“La presente Ley tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por éstos, destinados a su reducción y/o eliminación, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema circundante y la propiedad”.*

Asimismo, podemos mencionar que la estabilidad física del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo al contorno de la remediación se ve afectada, pero se encuentra estable por lo cual se estaría cumpliendo con la hipótesis planteada. La estabilidad química del cierre final de la remediación ambiental del Delta Upamayo se está deteriorando por falta de mantenimiento y por ende la estabilidad biológica se evidencia poca presencia de flora por lo tanto casi nada la presencia de fauna. Por lo tanto, en las dos últimas hipótesis específicas no cumplen con lo planteado en la investigación.

#### **4.4 Discusión de resultados**

Concluida con la investigación puedo concluir en los siguientes:

- En la actualidad en la remediación del Delta Upamayo se evidencia que se tiene muy pocos trabajos de mantenimiento rutinario lo cual hace que el viento y lluvias arrastran el suelo colocado.
- En el lugar de investigación se evidencio que la captación de agua para riego se está sacando del río San Juan lo cual estas aguas aparentemente no son de buena calidad por lo que estaría incrementando los contaminantes a la zona remediada.
- En los sectores “A”, “B” y “C” se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, por lo que observa presencia de reacciones de oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan lo cual se evidencia en los resultados metales altos en el agua del río San Juan y en el suelo. Recordemos que los sectores “A”, “B” y “C” son lugares con ligeramente neutros.

- En los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, asimismo el material calcáreo está reaccionando generando oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan, pero se evidencia que resultados de metales es mínima con respecto a los sectores “A”, “B” y “C” esto se debería a que en estas zonas contiene material calcáreo por lo que si tiene para que contrarreste la presencia de lixiviación y presencia de metales. Recordemos que los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, son lugares con alta presencia de acidez.

## CONCLUSIONES

- i. El proyecto Plan de Cierre se desarrolló en un área de 259 mil metros cuadrados, en una zona próxima al lado norte del lago Chinchaycocha. El objetivo es neutralizar el suelo ácido mediante el extendido de piedra caliza en el Delta Upamayo siguiendo estándares de acuerdo al expediente técnico. La inversión de la obra supera los trece millones de soles que son financiados por el Comité Técnico integrado por las empresas: Sociedad Minera El Brocal S.A., Activos Mineros, Cerro S.A.C. y Aurex S.A., de acuerdo a porcentajes de responsabilidades establecidos por el Ministerio de Energía y Minas” (Activos mineros, 2018).
- ii. En la actualidad en la remediación del Delta Upamayo se evidencia que se tiene muy pocos trabajos de mantenimiento rutinario lo cual hace que el viento y lluvias arrastran el suelo colocado. También se evidencia que el material calcáreo es necesario en las zonas A,B y C ya que esto ayuda a la neutralidad de la acidez y por ende de los metales.
- iii. En los sectores “A”, “B” y “C” se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, por lo que observa presencia de reacciones de oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan lo cual se evidencia en los resultados metales altos en el agua del río San Juan y en el suelo. Recordemos que los sectores “A”, “B” y “C” son lugares con ligeramente neutros.
- iv. En los sectores “D”, “E”, “F” y “G”, se evidencia que la cobertura de gramíneas cada vez está perdiendo su presencia, asimismo el material calcáreo está reaccionando generando oxidación que estas a su vez en temporadas de lluvias están siendo arrastradas al río San Juan, pero se evidencia que resultados de metales es

mínima con respecto a los sectores "A", "B" y "C" esto se debería a que en estas zonas contiene material calcáreo por lo que si tiene para que contrarreste la presencia de lixiviación y presencia de metales. Recordemos que los sectores "D", "E", "F" y "G", son lugares con alta presencia de acidez.

## RECOMENDACIONES

- i. Se debe identificar fuentes hídricas de buena calidad de agua para riego ya que él se viene utilizado aguas del río San Juan está perjudicando incrementado la presencia de contaminantes a la remediación del Delta Upamayo
- ii. La estabilidad física al contorno del río san Juan debe habilitarse muros de contención a fin de evitar el arrastre de material del Delta Upamayo.
- iii. En las Zonas “A”, “B”, “C” y “H” debe también colocarse roca calcárea a fin de evitar la presencia alta de metales en la superficie y así contrarrestar la presencia de oxidación y metales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Activos Mineros (2020)** *“Resultados de monitoreo de suelo, agua y sedimentos de octubre del 2020”.*
- Bareño Cristian (2018)** *“Evaluación de los riesgos generados por pasivos ambientales en la minería de carbón, con enfoque de ecología política: estudio de caso municipio de Rondon (Boyacá)”.*
- Cesel ingenieros (2015)** *“Estudio de Ingeniería de Detalle para ejecutar las obras del Plan de Cierre Integral de los Pasivos “Depósitos de Sedimentos en el río San Juan y Delta Upamayo”- Pasco*
- Cervantes Joel; Quito Samuel (2020)** *“Evaluación de riesgo ambiental generado por pasivo ambiental minero en la calidad de agua superficial”.*
- CEQG Canadian Environmental Quality Guidelines (2018)** *“Guía Canadiense de Calidad de Sedimento para la Protección de Vida Acuática”.*
- García César (2014)** *“Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Canteravilla Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C”.*
- Gamboa Nadia (2015)** *“Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada Párac, distrito de san mateo de Huanchor, Lima”.*
- Lazarte Luz (2019).** *“Propuesta de perfil de proyecto de remediación ambiental: aprovechamiento de residuos mineros en cerro de pasco. Cada año, el número de pasivos ambientales mineros (PAMs) en el Perú se incrementa a un ritmo diferente de los que se logran remediar”.*

**Meza Alex (2018).** “*Evaluación socio ambiental de la ejecución del plan de cierre del botadero Excélsior en la comunidad urbana de Champamarca-2018*”.

**Ministerio de Energía y Minas (2004)** “*LEY N° 28271 Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera*”.

**Ministerio de Energía y Minas (2005)** “*Decreto supremo N° 059-2005-EM Aprueban Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera*”.

**MINAM (2017)** “*Estandar de calidad ambiental – Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM – Categoría 3)*”.

**MINAM (2017)** “*Estandar de calidad ambiental – Suelo (D.S. N°011-2017 – MINAM)*”.

**Páginas de Internet:**

- Guía para elaborar una tesis extraído de <https://www.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/Universia-guia-elaborar-tesis-grado-.pdf>.
- Cómo estructurar una tesis extraído de <http://blog.udlap.mx/blog/2014/10/comoestructurarunatesis/>

## **ANEXOS**

- Anexo N° 01 : Instrumentos de recolección de información análisis de laboratorio
- Anexo N° 02 : Procedimiento de validación y confiabilidad
- Anexo N° 03 : Imágenes de la Investigación realizada

**ANEXO N° 01**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ANÁLISIS DE**  
**LABORATORIO**

## Laboratorio de ensayo de agua superficial



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 1 de 24

Boletín 0152 198

### INFORME DE ENSAYO N° OCT1071.R20

<b>SOLICITANTE :</b>	ACTIVOS MINEROS S.A.C.
<b>DOMICILIO LEGAL :</b>	Av. Prolongación Pedro Miota N° 421 Z.I. San Juan de Miraflores, Lima
<b>SOLICITADO POR :</b>	Hugo Quispe Quispe
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:</b>	SSA N° 322-20 Cadena de Custodia N° 1113-20/CERTIMIN
<b>REFERENCIA :</b>	Delta Upamayo / Río San Juan Vico - Simon Bolívar / Pasco / Pasco Monitoreo Semestral de Calidad de Agua Superficial Depositos de Sedimentos Río San Juan y Delta Upamayo
<b>FECHA DE MUESTREO :</b>	2020/10/01
<b>MUESTRA TOMADA POR :</b>	CERTIMIN S.A.
<b>PROTOCOLO :</b>	IC-MON-016 / IC-MON-006
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Superficial
<b>NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :</b>	8
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS</b>	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN :</b>	viernes, 02 de Octubre de 2020
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Según se indica.
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :</b>	2020-10-02 al 2020-10-10
<b>FECHA DE REPORTE :</b>	sábado, 10 de Octubre de 2020
<b>PERIODO DE CUSTODIA :</b>	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**EDGAR NINA VELÁSQUEZ**  
*Jefe Ambiental*  
CQP. 729

Lima, 9 de Noviembre de 2020

"Este informe es propiedad de la entidad que lo solicita y no debe ser utilizado para fines ajenos a los que fue emitido por el laboratorio. El laboratorio no es responsable de la información que se presente en el informe. Los resultados no se aplican a la muestra si no se ha realizado el análisis en el laboratorio."

## Laboratorio de ensayo resultados



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



**INFORME DE ENSAYO**  
**N° OCT1071.R20**

Registro N° LE-022

### RESULTADOS

Muestras		Ensayos															
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0460 Nor* WGS-84	MA0460 Est* WGS-84	MA0460 Altitud* msnm	MA0140 Oxig(d) mg/L	MA0148 pH Unid de pH	MA0055 Conductiv. µmho/cm	MA0037 CN Wad mg/L 0.005	MA1401 HC03 - mg BC03-/L 1.5	MA1014 Br- mg/L 0.03	MA1014 F- mg/L 0.005	MA1014 Cl- mg/L 0.02	MA1014 NO2- mg/L 0.03	MA1014 NO3- mg/L 0.06	MA1014 SO42- mg/L 0.02
1	RSJua-ab	2020-10-01 08:40	Agua Superficial	8815872	358492	4181	8.84	7.7	288	<0.005	143.2	<0.03	0.058	1.48	0.17	8.08	52.88
2	RSJua-aa	2020-10-01 09:20	Agua Superficial	8815883	358488	4180	7.91	8.1	264	<0.005	138.4	<0.03	0.051	1.09	0.15	7.94	43.55
3	RSJua-10	2020-10-01 10:15	Agua Superficial	8815287	358834	4175	8.89	8.2	2830	<0.005	140.2	<0.03	0.454	27.98	0.48	12.03	2307.58
4	DU-01	2020-10-01 12:30	Agua Superficial	8794583	381432	4097	8.88	8.2	785	<0.005	130.9	<0.03	0.144	10.31	0.20	7.88	427.57
5	RSJua-4	2020-10-01 13:15	Agua Superficial	8801242	381806	4110	8.74	8.2	1300	<0.005	129.7	<0.03	0.197	9.41	0.22	7.51	878.22
6	DU-03	2020-10-01 15:00	Agua Superficial	8792832	380322	3917	7.31	8.2	458	<0.005	123.5	<0.03	0.123	5.87	0.10	0.84	179.53
7	LDUpa1	2020-10-01 15:50	Agua Superficial	8792452	381972	4101	7.13	8.8	250	<0.005	132.5	<0.03	0.085	5.98	<0.03	0.09	33.32
8	DU-02	2020-10-01 18:10	Agua Superficial	8792979	381702	4092	8.97	8.5	894	<0.005	131.7	<0.03	0.132	7.84	<0.03	8.30	325.03

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.  
Las Coordenadas\*, Altitud\*, pH, Conductiv., Oxig (d): son mediciones realizadas en campo.  
Conductiv., pH, Medición realizada a la temperatura del cuerpo.  
Atlicarb\*: Realizado por Laboratorio subcontratado. Informe N° 49305/2020.

TEL: USO INGRESO DE ESTE INFORME DE ENSAYO O INSTITUYE DELITO SANCCIONADO CON INFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

## Laboratorio de ensayo de sedimento



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 1 de 8

### INFORME DE ENSAYO

N° OCT1088.R20

<b>SOLICITANTE :</b>	ACTIVOS MINEROS S.A.C.
<b>DOMICILIO LEGAL :</b>	Av. Prolongación Pedro Miota N° 421 Z.I. San Juan de Miraflores, Lima
<b>SOLICITADO POR :</b>	Hugo Quispe Quispe
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:</b>	SSA N° 322-20 Cadena de Custodia N° 1130-20/CERTIMIN
<b>REFERENCIA :</b>	Delta Upamayo / Rio San Juan Vico - Simon Bolivar / Pasco / Pasco Monitoreo Semestral de Sedimentos en los Depositos Rio San Juan y Delta Upamayo
<b>FECHA DE MUESTREO :</b>	2020/10/02 al 2020/10/03
<b>MUESTRA TOMADA POR :</b>	CERTIMIN S.A.
<b>PROTOCOLO :</b>	IC-MON-017
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Sedimentos
<b>NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :</b>	16
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Bolsas selladas
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS</b>	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN :</b>	domingo, 04 de Octubre de 2020
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Según se indica.
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :</b>	2020-10-04 al 2020-10-13
<b>FECHA DE REPORTE :</b>	martes, 13 de Octubre de 2020
<b>PERIODO DE CUSTODIA :</b>	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**EDGAR NINA VELÁSQUEZ**  
*Jefe Ambiental*  
**CQP. 729**

Lima, 6 de Noviembre de 2020

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."  
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".  
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.  
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.  
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.

## Laboratorio de ensayo resultado



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



**INFORME DE ENSAYO**  
N° OCT1088.R20

Número N°LE-022

### RESULTADOS

Muestras		Ensayos														
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MCM0000 Fecha Monitoreo	MCM0000 Tipo Muestra	MA0460 Nor* WCS-84	MA0460 Est* WCS-84	MA0460 Altitud* mnm	MA1239 Conductiv* mS/m	MA0386 pH Unidad pH	MA0370 Hg mg/Kg PS 0.01	MA1124 Ag mg/Kg PS 0.2	MA1124 Al mg/Kg PS 100	MA1124 As mg/Kg PS 0.2	MA1124 B* mg/Kg PS 2.5	MA1124 Ba mg/Kg PS 1	MA1124 Be mg/Kg PS 0.4	MA1124 Bi* mg/Kg PS 5
1	SED-RSJuaaa	2020-10-02 09:00	Sedimentos	8815880	350488	4180	12	7.85	4.61	8.6	8236	53.5	48.9	198	0.5	40
2	SED-RSJuaab	2020-10-02 09:20	Sedimentos	8815672	350492	4181	9	7.79	124.01	86.1	4760	532.1	8.8	1327	0.4	572
3	SED-RSJua-10	2020-10-02 10:40	Sedimentos	8815267	350634	4175	69	7.66	214.03	96.3	6043	727.1	4.0	181	0.5	95
4	SED-DU-01	2020-10-02 12:25	Sedimentos	8794560	361432	4097	23	7.54	14.33	181	2533	387.7	2.5	59	<0.4	77
5	SED-RSJua-4	2020-10-02 12:55	Sedimentos	8801242	361806	4110	48	7.81	10.41	7.4	8730	108.9	4.7	263	0.7	8
6	SED-Zona E	2020-10-02 16:53	Sedimentos	8793855	361781	4090	134	5.17	17.64	51.9	1037	675.7	<2.5	229	<0.4	51
7	SED-DU-02	2020-10-02 17:15	Sedimentos	8792979	361702	4092	35	7.76	24.51	21.7	11627	177.4	3.7	354	0.6	23
8	SED-Zona A	2020-10-02 14:50	Sedimentos	8793032	360673	4091	102	7.24	21.46	18.9	15928	968.4	3.9	302	1.1	37
9	SED-Zona H	2020-10-02 14:35	Sedimentos	8792697	360704	4095	52	7.88	10.23	48.3	7447	643.2	3.7	575	0.5	42
10	SED-Zona B	2020-10-02 15:18	Sedimentos	8792487	361447	4091	18	7.67	9.12	58.7	8123	721.0	2.7	105	0.5	29
11	SED-Zona C	2020-10-02 15:43	Sedimentos	8793128	361354	4091	95	7.49	26.34	26.2	19125	1176.0	7.2	336	1.8	48
12	SED-Zona D	2020-10-02 16:03	Sedimentos	8793681	361519	4092	211	4.61	24.55	59.9	2014	838.7	2.7	254	<0.4	79
13	SED-Zona F	2020-10-02 16:23	Sedimentos	8794150	361482	4093	115	7.24	27.43	39.2	3745	591.2	3.2	436	<0.4	60
14	SED-Zona G	2020-10-02 16:33	Sedimentos	8794147	361585	4090	191	6.90	38.64	52.1	4746	679.2	4.0	249	<0.4	62
15	SED-DU-03	2020-10-03 09:05	Sedimentos	8792632	360322	3917	21	7.92	20.61	12.5	9219	118.7	5.3	301	0.7	11
16	SED-LDUpa-1	2020-10-03 09:50	Sedimentos	8792452	361972	4101	9	8.18	0.91	1.0	7568	17.5	<2.5	77	0.6	<5

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.  
Las Coordenadas\*, Altitud\*: son mediciones realizadas en campo.  
PS: Peso seco

TELÚSO INCORPORADO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

## Laboratorio de ensayo suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 022



Página 1 de 8

### INFORME DE ENSAYO N° OCT1087.R20

<b>SOLICITANTE :</b>	ACTIVOS MINEROS S.A.C.
<b>DOMICILIO LEGAL :</b>	Av. Prolongación Pedro Miota N° 421 Z.I. San Juan de Miraflores, Lima
<b>SOLICITADO POR :</b>	Hugo Quispe Quispe
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:</b>	SSA N° 322-20 Cadena de Custodia N° 1129-20/CERTIMIN
<b>REFERENCIA :</b>	Delta Upamayo / Río San Juan Vicco - Simón Bolívar / Pasco / Pasco Monitoreo Semestral de Suelo en los Depósitos de Sedimento Río San Juan y Delta Upamayo
<b>FECHA DE MUESTREO :</b>	2020/10/02
<b>MUESTRA TOMADA POR :</b>	CERTIMIN S.A.
<b>PROTOCOLO :</b>	IC-MON-017
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Suelos
<b>NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :</b>	12
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Bolsas Selladas
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS</b>	Muestras en buenas condiciones para los análisis solicitados.
<b>FECHA DE RECEPCIÓN :</b>	sábado, 03 de Octubre de 2020
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :</b>	Según se indica
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :</b>	2020-10-03 al 2020-10-13
<b>FECHA DE REPORTE :</b>	martes, 13 de Octubre de 2020
<b>PERIODO DE CUSTODIA :</b>	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**EDGAR NINA VELÁSQUEZ**  
**Jefe Ambiental**  
**CQP. 729**

Lima, 13 de Octubre de 2020

"Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A."  
"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".  
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.  
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.  
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.

## Laboratorio de ensayo resultado



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



**INFORME DE ENSAYO**  
**N° OCT1087.R20**

### RESULTADOS

Muestras		Ensayos														
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MOM0000 Fecha Monitoreo	MOM0000 Tipo Muestra	MR0460 Nor* WGS-84	MR0460 Est* WGS-84	MR0460 Altitud* mnm	MA1239 Conductiv. mS/m	MA1044 CN Libre mg/Kg PS 0.5	MA1045 Cr(VI) mg/Kg PS 0.4	MA0386 pH Unidad pH	MA0370 Hg mg/Kg PS 0.01	MA1124 Ag mg/Kg PS 0.2	MA1124 Al mg/Kg PS 100	MA1124 As mg/Kg PS 0.2	MA1124 B* mg/Kg PS 2.5	MA1124 Ba mg/Kg PS 1
1	S-Zona A	2020-10-02 13:45	Suelos	8793032	380673	4091	58	<0.5	<0.4	7.86	25.51	20.6	11753	566.5	<2.5	310
2	S-Zona H	2020-10-02 14:25	Suelos	8792897	380704	4095	68	<0.5	<0.4	7.85	23.13	34.2	9661	677.1	<2.5	453
3	S-Zona B	2020-10-02 15:15	Suelos	8792487	381447	4091	11	<0.5	<0.4	6.35	6.65	18.4	11944	456.9	<2.5	481
4	S-Zona C	2020-10-02 15:40	Suelos	8793128	381354	4091	67	<0.5	<0.4	6.16	2.96	1.9	20944	80.8	<2.5	152
5	S-Zona D	2020-10-02 16:00	Suelos	8793881	381519	4092	32	<0.5	<0.4	6.07	1.42	1.5	16519	56.8	<2.5	131
6	S-Zona F	2020-10-02 16:20	Suelos	8794153	381482	4093	18	<0.5	<0.4	5.73	0.51	0.6	19048	49.6	<2.5	122
7	S-Zona G	2020-10-02 16:30	Suelos	8794147	381585	4090	21	<0.5	<0.4	5.99	0.31	0.4	19135	54.5	<2.5	117
8	S-RSjua-A	2020-10-02 08:40	Suelos	8815842	358623	4178	7	<0.5	<0.4	8.13	14.71	1.8	7481	151.5	<2.5	120
9	S-RSjua-C	2020-10-02 09:46	Suelos	8815757	358613	4175	8	<0.5	<0.4	5.90	34.30	23.7	15432	249.8	<2.5	94
10	S-RSjua-B	2020-10-02 10:00	Suelos	8815790	358634	4178	4	<0.5	<0.4	5.78	131.10	70.0	11409	501.4	<2.5	343
11	S-BK-RSjua	2020-10-02 10:55	Suelos	8815304	358684	4178	9	<0.5	<0.4	6.62	40.90	16.9	10395	192.7	<2.5	131
12	S-Zona E	2020-10-02 16:50	Suelos	8793855	381781	4090	39	<0.5	<0.4	5.62	0.40	0.6	19007	48.7	<2.5	116

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
LD: Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.  
Las Coordenadas\*, Altitud\*: son mediciones realizadas en campo.  
PS: Peso seco

**ANEXO N° 02:**  
**PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD**

# Certificado de calibración medidor de oxígeno



## Certificado de Calibración LA - 2122020

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN
- 2 Dirección : Jr. Marmol 581 Urb. Marco Inca S.J.L
- 3 Datos del Instrumento :
- |                         |                       |                             |                          |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Instrumento de Medición | : Medidor de oxígeno* | N° de serie del Instrumento | : 130700090797           |
| Marca                   | : HACH                | N° de serie del sensor      | : 131922593006           |
| Modelo                  | : HQ40d               | Alcance                     | : 0,00 mg/L a 20,00 mg/L |
| Identificación          | : MUL-06              | Resolución                  | : 0,01 mg/L              |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group P.E S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-07-24

6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad (%H.R.)	Presión (mbar)
inicial	25,0	63,7	996,6
final	25,1	61,9	996,6

8 Trazabilidad

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13_26	13679	2020-12-11
Barómetro	GGP-02	P-2673-2019	2021-01-15

9 Resultados de Medición

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,00	0,00	0,00	0,01
8,10	8,14	0,04	0,01

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
- b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es:  $\pm 0,1$  mg/L para 0 mg/L a 8,0 mg/L;  $\pm 0,2$  mg/L para más de 8 mg/L. (\*) Medidor perteneciente al multiparámetro.
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
  - Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
  - Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
  - El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
  - La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2020-07-27

  
ISAIAS CURÍ MELGAREJO  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP P.E S.A.C

# Certificado de calibración termómetro digital



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

*Certificado de Calibración*  
LA-395-2020



Registro N°LC -019

Pág. 1 de 1

1 Cliente : SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN  
2 Dirección : Jr. Marmol 581 Urb. Manco Inca S.J.L

### 3 Datos del Instrumento

. Instrumento de medición : Termómetro digital\* . N° de serie del instrumento : 130700090797  
. Marca : HACH . N° de serie de sensor : 132002582007  
. Modelo : HQ40d . Intervalo de Indicación : -10,0 °C a 110,0 °C  
. Identificación : MUL-08 . Resolución : 0,1 °C

4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.  
5 Fecha de calibración : 2020-07-23

### 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

### 7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23,0	59,3
Final	23,3	61,6

### 8 Trazabilidad

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	G-GP-25	LT-228-2019 INACALDM	2021-09-05
	G-GP-26	LT-216-2019 INACALDM	2021-08-21

### 9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0,00	0,2	-0,20	0,06
10,02	10,2	-0,18	0,11
40,00	40,1	-0,10	0,10

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

### 10 Observaciones

- La profundidad de inmersión del sensor fue de 5,5 cm
  - El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
  - La precisión del instrumento es  $\pm 0,4$  °C
- \* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2020-07-27

ISAIAS CURÍ MELGAREJO  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27069 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY\*

# Certificado de calibración medidor de conductividad

LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019



## Certificado de Calibración

LA-394-2020



Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN
- 2 Dirección : Jr. Marmol 581 Urb. Marco Inca S.J.L.
- 3 Datos del Instrumento
- |                           |                             |                               |                                 |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de Conductividad* | . N° de serie del instrumento | : 130700090797                  |
| . Marca                   | : HACH                      | . N° de serie de sensor       | : 132002582007                  |
| . Modelo                  | : HQ40d                     | . Intervalo de Indicación     | : 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm      |
| . Identificación          | : MUL-06                    | . Resolución                  | : 0,1uS/cm -1uS /cm -0,01mS /cm |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-07-24
- 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPL.

### 7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	22,6	61,1
Final	22,3	63,6

### 8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 99,2 uS/cm	G-GP-S-04.69	CC19257	2020-12-05
MRC 1409 uS/cm	G-GP-S-05.63	CC19205	2023-11-14
MRC 9988 uS/cm	G-GP-S-07.61	CC19148	2023-10-30

### 9 Resultados de medición

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
100,0 uS/cm	99,2 uS/cm	0,8 uS/cm	2,2 uS/cm
1413 uS/cm	1409 uS/cm	4 uS/cm	7 uS/cm
10,01 mS/cm	9,99 mS/cm	0,02 mS/cm	0,05 mS/cm

### 10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
- b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es:  $\pm 0,5 \%$  de la lectura
- \* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2020-07-27

ISAIÁS CURÍ MELGAREJO  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C

# Certificado de calibración medidor de PH



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

## Certificado de Calibración



Registro N°LC -019

LA-393-2020

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN
- 2 Dirección : Jr. Marmol 581 Urb. Manco Inca S.J.L
- 3 Datos del Instrumento
- |                           |                  |                               |                      |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH* | . N° de serie del Instrumento | : 130700090797       |
| . Marca                   | : HACH           | . N° de serie del sensor      | : 14 1742568013      |
| . Modelo                  | : HQ40d          | . Intervalo de Indicación     | : 2,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación          | : MUL-06         | . Resolución                  | : 0,01 pH            |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-07-23
- 6 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

### 7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23,8	58,6
Final	23,5	60,2

### 8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.51	CC651498	2021-12-02
MRC pH 7	GGP-S-02.50	CC647817	2021-11-04
MRC pH 10	GGP-S-03.51	CC650628	2021-11-21

### 9 Resultados de medición

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,00	4,006	-0,006	0,015
7,02	7,004	0,016	0,015
10,01	10,021	-0,011	0,015

### 10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C  
b) El coeficiente de correlación calculado es: 1,0000  
\* La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2020-07-27

  
ISAÍAS CURÍ MELGAREJO  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C

**ANEXO N° 03:**  
**IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA**  
**Suelos descubiertos en remediación del Delta Upamayo**



**Suelos descubiertos en remediación del Delta Upamayo**



**Medición de parámetros físicos en la remediación del Delta Upamayo**



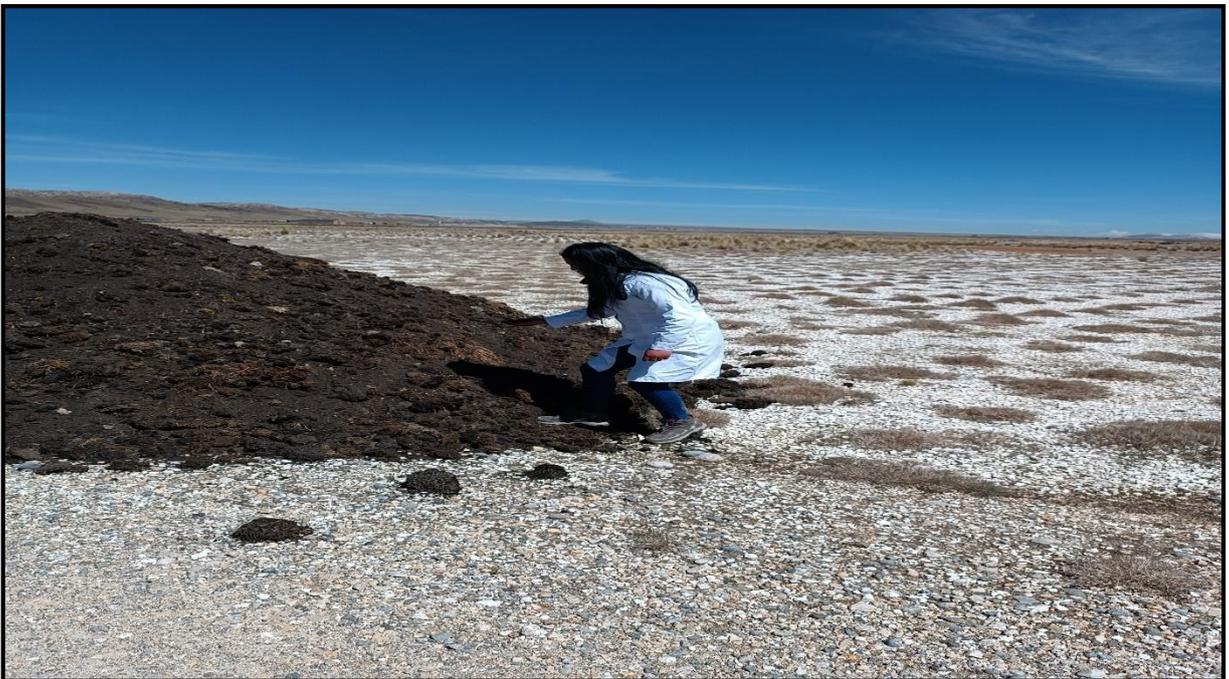
**Presencia de material calcáreo en la remediación del Delta Upamayo**



**Presencia de gramíneas en la remediación del Delta Upamayo**



**Presencia de topsoil en la remediación del Delta Upamayo**



**Vista general de la remediación del Delta Upamayo**

