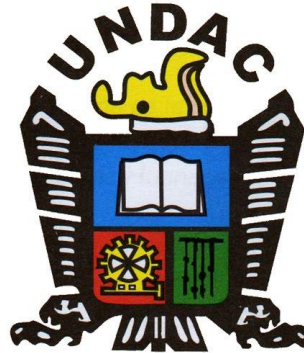


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental  
de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac –**

**Perú - 2019**

**Para optar el Título Profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Rafael Ángel CUEVA PINEDA**

**Asesor:**

**Mg. José Luis SOSA SANCHEZ**

**Cerro de Pasco – Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA**



**TESIS**

**Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental  
de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac –**

**Perú - 2019**

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

---

**Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Javier LOPEZ ALVARADO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Eder Guido ROBLES MORALES**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 108-2023-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**“Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú - 2019”**

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. CUEVA PINEDA, Rafael Ángel

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería Geológica**

Índice de Similitud  
25 %

**APROBADO**

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 05 de setiembre del 2023

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villa Requiza Garbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Dedicado, al círculo familiar, que siempre se encuentra en apoyo incondicional para lograr llegar a las metas y superar obstáculos que nos presenta la vida. Esfuerzo de padres en guiarnos y educarnos con gran cariño, esposa que siempre confía y tiene fe con mucho amor, hijos que muestran respeto y solidaridad respaldando el cumplimiento de las metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

En el proceso de investigación y redacción de esta tesis, he contado con el apoyo y la colaboración de numerosas personas y entidades, cuyas contribuciones han sido fundamentales para la culminación de este trabajo. Quiero expresar mi sincero agradecimiento a;

Mi asesor de tesis Magister Q.E.D. Ramiro Ernesto De La Cruz Ferruzo, por su orientación experta.

A mi esposa que ha sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quien estuvo siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre ha sido mi mejor guía de vida.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es caracterizar y analizar la influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos, con el propósito de mejorar la sostenibilidad minimizando los impactos ambientales. Tiene un diseño no experimental transeccional, con un enfoque no experimental y transversal, basado en la observación de eventos, es un diseño transeccional, ya que se recopiló datos en un solo punto en el tiempo y no hay manipulación de variables; al describir las variables y analizando su influencia e interacción en un momento determinado. El muestreo es no probabilística intensional, de la población obtuvimos el resultado de 15 muestras de sondajes y 5 muestras de calicatas, las mismas se ubican en el distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac. Como instrumento de recolección de datos aplicamos la revisión de documentación, revisión de registros y muestras recopiladas en fichas de registros de datos. De la hipótesis planteada, concluimos que el análisis y los resultados respaldan la hipótesis de que el estudio de suelos puede influir en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas. Concluimos que las características del control geológico ambiental como actividad creciente ejercen un papel preponderante durante la perforación de sondajes ya que recoge, almacena e interpreta datos geológicos y ambientales obtenidas en la preparación, durante y al finalizar un sondaje diamantino.

Palabras clave: Control Geológico Ambiental minimización de impactos

## ABSTRACT

The objective of this work is to characterize and analyze the influence of soil studies on the environmental geological control of diamond drilling, with the purpose of improving sustainability by minimizing environmental impacts. It has a non-experimental transectional design, with a non-experimental and transversal approach, based on the observation of events, it is a transectional design, since data was collected at a single point in time and there is no manipulation of variables; by describing the variables and analyzing their influence and interaction at a given time. The sampling is non-probabilistic intentional, from the population we obtained the result of 15 drilling samples and 5 pit samples, they are located in the district of Challhuahuacho, province of Cotabambas, department of Apurímac. As a data collection instrument, we applied documentation review, record review, and samples collected in data record sheets. From the proposed hypothesis, we conclude that the analysis and results support the hypothesis that the study of soils can influence the environmental geological control of diamond drilling at the Las Bambas mine. We conclude that the characteristics of environmental geological control as a growing activity play a predominant role during drilling since it collects, stores and interprets geological and environmental data obtained in the preparation, during and at the end of a diamond drilling.

**Keywords:** Environmental Geological Control minimization of impacts

## INTRODUCCION

En el mundo minero para incrementar las reservas minerales de las empresas mineras, se hace uso de una técnica denominada Perforación Diamantina o Sondaje Diamantino, consistiendo en perforar la roca y profundizarse cortando la roca de manera circular y forma tubular, denominándose a este tipo de muestra “testigos”, así también pudiéndose obtener la muestra en barro o pulverulenta. Para nuestro caso las muestras eran testigos; y que, en ese proceso de obtención del testigo al realizar el corte o perforación, las paredes del taladro o área cortada a veces presenta deslizamientos o “derrumbes” al perforar, trayendo consigo la pérdida de tiempo, pérdida del varillaje o tubería de sondaje por la obstrucción y atascamiento de las varillas de la perforadora. A veces perdiendo o dejando anulado el taladro de perforación, causando pérdidas económicas notorias.

Es por ello que se hace uso de un aditivo de características arcillosas, que su composición es de una arcilla llamada Montmorillonita, que tiene la propiedad de adherirse a las paredes del taladro, formando una película que no permite que sucedan esos derrumbes. Esta arcilla incrementa un polvo de mineral de Baritina por tener un alto peso específico, al no ser muy reactivo al ambiente geológico de los taladros perforados. Pero si puede contaminar suelos agrícolas perjudicándolos ambientalmente. Elemento mineral que utilizamos como control de contaminante en el análisis de las muestras por su característica de poca dilución y mantener una contaminación en su forma soluble, a diferencia de otros desechos contaminantes propios de los sondajes

Y para poder dar solución dicho inconveniente es conveniente conocer las características geológicas del suelo, como fisiografía, profundidad del suelo contaminado, potencia del suelo contaminado permeable, profundidad de suelo, capa



o manto de roca o suelo impermeable, porosidad, humedad, elasticidad y otras características que se obtienen solo con un estudio de suelos detallado.

Y así poder aplicar el control geológico ambiental en las zonas de exploración por sondaje diamantino, especialmente en las plataformas de sondaje donde se ubican las Perforadoras o Castillos de sondaje.

## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.1. Delimitación temporal.....	2
1.2.1. Delimitación del Universo .....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema General .....	3
1.3.2. Problemas Específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
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 .....	7
2.2. Bases teóricas científicas .....	12
2.3. Definición de términos básicos .....	16
2.4. Formulación de Hipótesis .....	19
2.4.1. Hipótesis General.....	19
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	19
2.5. Identificación de las variables.....	19
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores .....	20

## **CAPÍTULO III**

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

3.1. Tipo de Investigación .....	22
3.2. Nivel de investigación.....	22
3.3. Métodos de investigación .....	23
3.4. Diseño de la investigación .....	23
3.5. Población y muestra.....	24
3.6. Técnicas e instrumentos recolección de datos.....	24
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	25
3.8. Tratamiento estadístico .....	25

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo.....	26
4.1.1 Ubicación geográfica.....	26
4.1.2 Equipos de muestreo, materiales y documentación.....	33
4.1.3 Plan de muestreo geológico .....	34
4.1.4 Datos obtenidos in situ .....	38
4.1.5 Controles geológicos ambientales del proyecto.....	53
4.1.6 Recuperación de áreas en las plataformas de perforación .....	65
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	72
4.3 Prueba de hipótesis .....	74
4.4 Discusión de resultados.....	74

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Cuadro de operacionalización de variables.....	21
<b>Tabla 2</b>	Ubicación de Zonas de Exploración.....	27
<b>Tabla 3</b>	Caudales Hidrológicos de la Zona de Estudio.....	30
<b>Tabla 4</b>	Clasificación de suelos .....	32
<b>Tabla 5</b>	Ubicación de la zona III.....	38
<b>Tabla 6</b>	Ubicación de Zona IV.....	38
<b>Tabla 7</b>	Ubicación de las calicatas para la toma de muestras de suelo .....	49
<b>Tabla 8</b>	Cuadro de muestreo con presencia de Baritina .....	52
<b>Tabla 9</b>	Valores Total Real en mg/Kg PS Máximo Baritina con Bario .....	52
<b>Tabla 10</b>	Resultado de Análisis Químico de los suelos en los sectores de Alto Fuerabamba y Azuliaja. ....	53
<b>Tabla 11</b>	Zonas de exploración.....	56

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación de Zonas de Exploración .....	27
<b>Figura 2</b>	Ubicación de Puntos de Muestreo.....	32
<b>Figura 3</b>	Ubicación de Zonas III y IV .....	39
<b>Figura 4</b>	Calicata Z1 .....	41
<b>Figura 5</b>	Calicata Z2.....	42
<b>Figura 6</b>	Calicata Z3.....	44
<b>Figura 7</b>	Calicata Z4.....	47
<b>Figura 8</b>	Calicata Z5.....	49
<b>Figura 9</b>	Ubicación puntos de calicatas.....	50
<b>Figura 10</b>	Panorámica de pilas de suelo superficial .....	56
<b>Figura 11</b>	Pila de suelo superficial zona I .....	57
<b>Figura 12</b>	Panorámica de vía de acceso .....	57
<b>Figura 13</b>	Retiro de maquinaria.....	66
<b>Figura 14</b>	Retiro de la tina de lodos.....	67
<b>Figura 15</b>	Panorámica de poza de recolección de lixiviados de residuos .....	70

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

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

El porvenir de las empresas en el rubro de la minería, dependen de la exploración y/o reconocimiento de yacimientos minerales para su sostenibilidad en el tiempo. La buena relación empresa – comunidad, dependerá de la coexistencia. Y para poder cumplir con la normativa ambiental y ecológica que se requiere para desarrollar un trabajo sustentable y sostenible XSTRATA PERU S. A., dentro del Programa de Exploración a través de Sondajes Diamantinos en la zona de Las Bambas, requiere un control geológico ambiental para no contaminar los suelos.

El estudio de suelos nos permite conocer las características físicas y geológicas del suelo, desde la secuencia litológica, las diferentes capas y su espesor, la profundidad del nivel de agua subterránea, hasta la capacidad de resistencia de un suelo o una roca. Al realizar el estudio de suelos también se analizan las características geotécnicas y geológicas del lugar a intervenir.

Al no contar con un estudio de suelos como control geológico ambiental, previo a los sondajes diamantinos, se produce la contaminación del suelo (suelos agrícolas) y acuíferos; con elementos químicos filtrados y la degradación física de los suelos superficiales.

Estudios que nos permiten conocer la repercusión en el componente ambiental suelo y por ende la filtración de elementos a nivel de los acuíferos, aguas edáficas y aguas freáticas. Análisis que generarían datos para llevar de mejor manera el control ambiental en el cierre del proceso de sondajes, que permitan mitigar los impactos ambientales.

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

El proyecto presente, se estableció en los límites de la investigación relacionado a términos de espacio, tiempo y universo para ubicar nuestro problema en un ambiente homogéneo y definido (Sabino,1986), y estas son:

### **1.2.1. Delimitación espacial.**

El proyecto presente se ejecutó en el departamento de Apurímac a 10 Km. al oeste del distrito de Challhuahuaco, provincia Cotabambas a 4200 m.s.n.m. en las zonas de Ferrobamba (margen derecho del río Fuerabamba, límite de campamento), Chalcobamba (Considerada zona I, entre quebradas Itana y Characacocha) y Sulfobamba (cabecera de microcuenca de Pampuca).

Existen 71 comunidades contiguas al área de trabajo, involucra 507 familias, como la Comunidad Campesina de Huancuire que es la más representativa en la zona de Chalcobamba situada en el distrito de Coyllurqui que tiene una historia amplia, con instituciones distintivas y una gran conexión territorial reconocida por el estado como Pueblo Indígena u Originarios.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La información empleada en el proyecto comprende información generada desde el mes de septiembre del año 2018 hasta enero del año de 2019.

### **1.2.3. Delimitación del Universo**

El universo de esta investigación está compuesto por los sondajes diamantinos realizados en la mina Las Bambas en el departamento de Apurímac, Perú, durante el período comprendido entre septiembre de 2018 y enero de 2019. Esto incluye tanto los sondajes diamantinos como las calicatas ubicadas en las



zonas de Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba, que forman parte de la zona de estudio. Además, se considera la información generada en estas áreas y las comunidades circundantes que podrían verse afectadas por las actividades de sondaje.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es la influencia del análisis de los suelos en la regulación geológico ambiental de los sondajes diamantinos realizados en la mina Las Bambas, situado en Apurímac, Perú durante el año 2019?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Qué estudios de suelos contribuyen en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú – 2019?
- b. ¿Cómo se desarrolla el control geológico ambiental en un sondaje diamantino en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú - 2019?
- c. ¿Cuál es el cumplimiento de las normativas ambientales y los procedimientos de control geológico en los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas -Apurímac – Perú – 2019?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Caracterizar y analizar la influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina las bambas en el departamento de Apurímac – Perú – 2019, con el propósito de mejorar la sostenibilidad y gestión responsable de esta actividad, minimizando los impactos ambientales.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Identificar los estudios de suelos que contribuyan en el control geológico ambiental, en sondajes diamantinos en la mina Las Bambas -Apurimac – Perú – Perú – 2019.
- b. Caracterizar el desarrollo del control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurimac – Perú – 2019
- c. Estimar el grado de cumplimiento de las normas ambientales y los procedimientos de control geológico en los sondajes diamantinos en la mina las Bambas – Apurimac – Perú - 2019.

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

Los sondajes diamantinos son una herramienta eficaz con que cuenta la exploración minera y petrolera en el Perú y el mundo, pero al momento de su ejecución trae consigo la expulsión de lodos de perforación, emulsiones, así como residuos de lubricantes las que contaminan el suelo y por ende las capas de material agrícola de cosecha y siembra del terreno de las comunidades aledañas al proyecto en las Bambas.

**Justificación ambiental**, la conservación y preservación del medio ambiente son objetivos cruciales en la actualidad. Al enfocarse en cómo el estudio de suelos puede influir en el control geológico ambiental, la presente investigación podría contribuir a una reducción de los impactos negativos en los ecosistemas circundantes, promoviendo prácticas de exploración mas amigables con el medio ambiente.

**Justificación Económica**, mejorar las prácticas de exploración a través del estudio de suelos podría resultar en una operación minera más eficiente y sostenible. También al disminuir la contaminación de los terrenos de cultivo de la comunidad, se hace posible que no se vean perjudicados los comuneros en

sus siembras y cosechas, a la vez que la empresa minera no incremente sus costos operativos.

**Justificación Práctica,** desde la vista práctica, tiene implicaciones directas para la industria minera y las prácticas de exploración, los resultados podrían proporcionar directrices para la planificación y ejecución de sondajes diamantinos más sostenibles y responsables desde una perspectiva ambiental y geotécnica

**Justificación Teórica,** busca llenar un vacío en el conocimiento existente, la falta de estudios detallados de los suelos y su relación con el control geológico ambiental es una brecha que debe ser abordada.

**Justificación social,** la presente justificación radica en su impacto potencial en las comunidades locales y el medio ambiente. La industria minera puede tener un impacto significativo en las comunidades cercanas a las minas, y mejorar el control geológico ambiental a través del estudio de suelos podría contribuir a una convivencia más armoniosa entre la industria y las comunidades. Además, la mitigación de los riesgos geotécnicos puede reducir los peligros para los trabajadores y las poblaciones cercanas.

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

Nos encontramos técnicamente con una limitación metodológica, siendo esta el limitado tamaño de muestra; teniendo en cuenta que la cantidad de muestras no deben de ser mínimas puesto diluye concatenaciones significativas de los datos, ya que según la estadística a mayor cantidad de muestras mejor distribución representativa de los grupos población y/o procesos analizados (Price y Murnan, 2004).

Limitaciones por la poca colaboración de la empresa Xstrata Perú S.A. adjudicada para desarrollar el proyecto de exploración.

A la vez se nos presenta la limitación del investigador del proyecto al acceso a los datos, por la poca concesión a la información de la empresa Xstrata Perú S.A.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es uno de los primeros pasos de un proyecto, cuando se tiene en claro lo que se investigará, el analizar y presentar teorías existentes sobre el problema a investigar, a la vez se incluyen trabajos e investigaciones que existen y todos los antecedentes sobre lo que se va a desarrollar como investigación. El marco teórico refiere fuentes de consulta teóricas que se dispone sobre problemas a investigar.

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

##### **Antecedentes nacionales**

La exploración de la minería resulta una actividad que demuestra la posición, características, reservas, dimensiones, valores de los yacimientos minerales y las condiciones mineralógicas, tal como señala el artículo 8° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (DS N° 014-92-EM).

Según Quinto y Torres (2018) en el proyecto “Tratamiento de lodos de perforación diamantina utilizando el sistema Mactube para la calidad de agua en el proyecto minero Pukaqaqa compañía NEXA RESOURCES Perú S.A.A. Huancavelica – 2018”, como objetivo el proyecto desea establecer el manejo o tratamiento de lodos de perforación diamantina a través del sistema Mac Tube,

con la meta de una buena calidad de agua en el proyecto minero Pukaqaqa, Es de diseño mixto, como muestras son los lodos de los pozos, trabajo experimental prospectivo longitudinal, explicativo, método científico; donde se concluye que el sistema Mac Tube tiene alta eficiencia reteniendo sólidos respondiendo con rangos por debajo de los estándares de calidad ambiental en la disposición de agua en trabajos de perforación diamantina.

Para Apaza (2014) en la tesis "*Implementación del sistema de gestión ambiental en una empresa de exploración minera con perforación diamantina UDR-200*", Los métodos de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente como herramientas con buen diseño e implementados responden con una mejora, deberán ser menores los impactos al medio ambiente en proyectos de exploración de perforación, al identificar y reevaluar los ambientes principales como el agua, afluentes, etc. Al producir residuos, derrames de hidrocarburos y aceites. Los referidos sistemas de gestión adecuados a políticas y normas inmersas en una legislación, acompañarán al trabajo técnico de investigación generando un sistema de gestión para la Empresa Perfom in E.I.R.L. siguiendo normas internacionales ISO 14001:2004.

Según Encico y Ramos (2021), en el estudio "*Declaración de impacto ambiental del prospecto minero metálico Nueva Santa Rita, para su exploración*", trata sobre el impacto ambiental en la primera etapa de exploración, la metodología es aplicativa o tecnológica, investigación descriptiva, Concluye que bajo las normas y el Reglamento de seguridad e higiene minera, los trabajos serán efectuados con precaución en áreas agrícolas, y evitarán contaminar el drenaje natural, se aplacará la erosión en demasía a causa del agua o fuerzas eólicas que afecten el medio o calidad de agua, a través de generar una cobertura de suelo y de vegetación.

C. Aragón (2018) abordó en su investigación la "Optimización del Control de Procesos en el Proyecto de Perforación Diamantina para Estudios

Geotécnicos Nasa-Antamina mediante la Aplicación del Marco PMBOK 6ta Edición, Caso Explomin del Perú S.A., Ancash, 2018". En esta indagación, se exploró la mejora de los métodos de control tradicionales, la necesidad de esta revisión surgió a raíz de la ineficacia previa de los controles implementados. La metodología se guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), aprovechando sus áreas de conocimiento que ofrecen una exhaustiva compilación de saberes sobre la administración de proyectos y la gestión necesaria para lograr resultados acordes con los objetivos del proyecto. El propósito central es identificar un proceso de control efectivo que pudiera dirigir el proyecto mediante el seguimiento y control del cronograma para evaluar el desempeño. Los objetivos específicos de la investigación, se basaron en el cumplimiento de los procesos geotécnicos ambientales complementada con el estudio de los suelos. Donde se concluye que los objetivos planteados en la investigación sirvieron como base para llevar a cabo la transformación que Explomin buscaba en su proceso de control. Como resultado final, el cumplimiento de los alcances del proyecto se tradujo en el logro del objetivo principal: mejorar el control de los procesos en el proyecto de perforación NASA-Antamina.

K. Delgado V (2009) abordó en su trabajo *"Elaboración e Implementación de un Sistema Informático para la Evaluación Rápida de Impactos Ambientales Mineros"* la fase de identificación de impactos ambientales, intrínseca a los estudios de impacto ambiental y relevante como instrumento dentro de la gestión ambiental. Esta primera parte del proyecto se dedica a definir de manera precisa cada uno de estos conceptos, delineando sus roles en la planificación y monitoreo de la gestión ambiental. Posteriormente, el estudio realiza una exposición exhaustiva de los métodos preexistentes de evaluación de impactos ambientales. Dichos métodos incluyen matrices, diagramas de redes y listas de control, y se destacan sus peculiaridades individuales. Esta comprensión profunda de los métodos existentes sienta las bases para la construcción de la metodología

propuesta en el estudio. El desarrollo de la metodología propuesta comienza con la descripción detallada de un modelo conceptual elegido como base. Este modelo se caracteriza por hacer uso de herramientas de software libre, presentando ventajas económicas, sociales e investigativas en comparación con el software comercial. Además, se crea un plan de mitigación ambiental a partir de una ficha de datos. Esta ficha permite medir el impacto de manera objetiva y definir medidas específicas para la mitigación de dichos impactos. La obra de K. Delgado V (2009) ofrece un enfoque integral para la evaluación de impactos ambientales mineros.

### **Antecedentes internacionales**

Según Andrade-Covelo-Vega (2005) en su trabajo "*Uso de Arcillas Especiales para Depuración de Aguas Residuales*". Sostienen que el derramar residuos industriales, ocasionan problemas a recursos hídricos en amplias regiones perjudicando ecosistemas y la salud de la comunidad, la exigencia a aumentado generando normativas que restringen los elementos tóxicos en los vertidos industriales.

Castañeda (2019) en su tesis "*Riesgos ambientales sobre agua y suelo por disposición de cortes de perforación en el campo Castilla*", realiza un análisis de inseguridad ambiental a consecuencia del vertido de elementos de perforación en el Campo Castilla de Ecopetrol, en base a un análisis descriptivo se ubicaron riesgos ambientales relacionados al proceso. Concluye que se genera un impacto negativo al mal disponer los cortes de perforación ocasionando alteración en producción vegetal del suelo, cambio cíclicamente del agua subterránea, eutrofización de los cuerpos lenticos, el analizar los riesgos de impacto ambiental previene futuros impactos al recurso natural y socioeconómico.

D. Guerrero (2019) en su estudio "*Evaluación de Modelos de Mitigación Basados en Estudios Geológicos y Geotécnicos para la Estabilización de Taludes en el Barrio El Pesebre, Municipio de Lebrija, Santander*", ejecutó diversas tareas



donde se destacan las visitas técnicas y la ejecución de un estudio geológico-geotécnico completo. Este estudio englobó aspectos como topografía, geología, uso del suelo, cobertura vegetal, análisis hidrológico, caracterización geotécnica, evaluación de ensayos de laboratorio y sismología. Los resultados del modelo geológico-geotécnico condujeron al análisis de la estabilidad y la formulación de tres alternativas de medidas de mitigación estructurales para el control de la erosión en la zona. Este proceso de trabajo representó una oportunidad sobresaliente para adquirir experiencia y habilidades en la ejecución de actividades técnico-administrativas, siempre en concordancia con las regulaciones pertinentes relacionadas con la geotecnia. Además, se adquirieron habilidades para la interacción efectiva con profesionales de diferentes campos, como ingeniería civil, ingeniería ambiental, geología, tecnología en geotecnia y obras civiles. A través de esta experiencia, se ampliaron los conocimientos en el campo de la geotecnia y su interpretación, con un enfoque en abordar problemas de erosión que afectan la meseta de Bucaramanga.

En el estudio de E Castillo, H. Garcia y M López (2014) "*Propuesta geotécnica y ambiental para la estabilización y recuperación de los taludes del relleno sanitario El Cucharo del municipio de Sangil-departamento de Santander*", el objetivo del proyecto es poner en marcha una propuesta geotécnica, para la estabilización y recuperación de los taludes naturales y artificiales conformados en el relleno sanitario El Cucharo del municipio de San Gil, Santander, sitio de disposición final de residuos sólidos en el que se ha presentado problemas de tipo ambiental y sanitario que tienen una antigüedad de 6 años. Para garantizar la estabilidad de la masa de relleno y prevenir un alto impacto ambiental que genere impactos a los recursos agua, suelo, fauna y flora al presentarse eventos de desequilibrio del terreno y fugas de lixiviados y biogás, es necesario desarrollar actividades técnicas orientadas a resolver los diferentes problemas que se originan por las fluctuantes condiciones ambientales, que se presentan en su

suelo, obteniendo como respuesta una alternativa de carácter geotécnica que ofrezca una opción de solución.

Para A. Sanabria (2019) *“Establecimiento de indicadores que permitan la evaluación del desempeño ambiental (EDA) en el proyecto minero Las Palmeras-Gecelca s.a E.S.P., mediante directrices de la NTC-ISO 14031”*. Establecer indicadores que contribuyan a la Evaluación del Desempeño Ambiental-EDA partiendo de las directrices dadas en la NTC-ISO 14031 de 2015, para la creación del Sistema de Gestión Ambiental del Proyecto Minero Las Palmeras-Gecelca S.A E.S.P, el estudio se enmarca en el ámbito descriptivo, la adaptación de estos indicadores Gecelca S.A E.S.P., responderá cifras y datos para conocer su desempeño ambiental, la presión que las actividades desenvueltas ejercen a los componentes ambientales (agua, aire, suelo) para así fomentar prácticas o medidas que aminoren el consumo directo o indirecto de los recursos. Así mismo, que estos indicadores son pieza clave para identificar aquellos materiales, insumos, residuos y recursos naturales, que requieren una gestión direccionada al ahorro pues esto se traduce en menos costos económicos, compromiso con la responsabilidad social y ambiental empresarial, incremento en la confiabilidad que se conciba en clientes, colaboradores y entidades fiscalizadoras; en otras palabras mejoran su competitividad.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

La presente investigación está sustentada con las bases teóricas relacionadas a la influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina las Bambas – Apurímac – Perú – 2019. En ese sentido, hay que mencionar la definición de la contaminación de suelos, siendo esta el resultado negativo en el cambio de las características físicas, biológicas o químicas del medio ambiente, a consecuencia de las malas prácticas ambientales de la actividad humana, sumándole a ello la contaminación natural del ambiente como incendios forestales, erupciones volcánicas, la actividad

humana es la que ha permitido acelerar la contaminación (La contaminación del suelo: una realidad ONU FAO 2019).

El mismo autor, señala que con la presencia de compuestos químicos realizados por la mano del hombre u otra propia de la misma naturaleza, que afectan el suelo, pero son los compuestos químicos que vulneran más el medio ambiente, debido a que estos agentes están siendo producidas a mayor proporción por la gran variedad de actividades económicas realizadas por el hombre para su propio desarrollo, siendo el manejo de hidrocarburos el que lidera la contaminación actual, seguida de otras actividades como los desechos industriales, desechos sólidos y otros desechos como disolventes, metales pesados y plaguicidas. En resumen, la ineficiencia de los procesos y actividades realizadas por el hombre son el resultado de la contaminación.

**La contaminación ambiental**, en otro sentido hace alusión a la contaminación de todos los recursos que incluyen el agua, el suelo, la atmósfera, cuyo causal son las sustancias indeseables en mayores concentraciones, persistentes en el tiempo, y esto puede afectar a la salud y el bienestar de las personas de manera significativa (Silva S- Correa F, 2009). En ese sentido, el daño ambiental es la consecuencia de la afectación o modificación de los recursos naturales en sus condiciones naturales, debido a la presencia indiscriminada de los valores límites permisibles de las sustancias contaminantes, que evidentemente están perjudicando de manera conexas la salud de la humanidad, resultando también perjudicial, y específicamente al daño del suelo, esta puede perder su productividad total o parcialmente.

**El suelo**, es un medio natural importante para el hombre, del cual realiza sus actividades, que se ha formado por la acción de procesos erosivos, al desintegrar las rocas superficiales, cuyo contenido orgánico se debe a los animales y plantas que al morir son desintegrados y se transforman en materia orgánica que contribuyen con los ciclos globales que permiten la vida, según

definición de la Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015).

Los suelos pueden clasificarse por textura (fina o gruesa), también por estructura (floculada, agregada o dispersa), que determina su porosidad; que a la vez determina la circulación de agua en mayor o menor medida.

**El Estándar de calidad ambiental (ECA)**, establece el nivel de concentración de sustancias, elementos, químicos y biológicos presente en el aire, suelo o agua, siendo expresados en medias máximas, mínimas u otros rangos, según señala el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2005).

**Estudio de suelos**, tiene por finalidad, dar a conocer las características del suelo, las mecánicas y físicas; es decir, todo lo concerniente al suelo. El estudio de suelos, se solicita normalmente para saber qué tipo de cimentación es ideal para una obra de construcción (MINAM, 2005).

**Contaminación del suelo debido a trabajos de perforación diamantina**, "La perforación diamantina, un procedimiento muy utilizado en la exploración geológica y minera, nos indican preocupaciones en relación con la contaminación del suelo. Los fluidos de perforación, las partículas suspendidas y los productos químicos utilizados durante el proceso pueden introducirse en el suelo, afectando su composición química y física. Esto puede llevar a la liberación de metales pesados y sustancias tóxicas en el suelo, alterando su capacidad para sostener la vida vegetal y afectando negativamente la salud del ecosistema circundante" (Johnson, A., 2017).

**Sondajes de exploración**, tienen una apariencia de pozo profundo, utilizados para la obtención de información de recursos geológicos en los cuerpos mineralizados que están ubicados en niveles inferiores, esto es conocido como sondajes infill drilling, permite una mejor optimización de la información de los recursos, es realizado bajo una malla de perforación de 30 x 30m. (Marjoribanks, 2010).

**Los sondajes Diamantinos**, perforación que se realiza empleando una broca diamantada, son operaciones de exploración que, de no controlar la manipulación de materiales, de insumos, equipos y combustibles en dicho proceso, se corre el riesgo de contaminar de manera irrecuperable la zona de uso agrícola o social (Marjoribanks, 2010).

**Los equipos de perforación**, según Pees, por muchos años se consideró a la Perforación como un trabajo artesanal o empírico y no como una técnica especializada, es citado Rodolphe Leschot como el inventor del primer núcleo de perforación en 1863. (Pees, 2004).

La perforación diamantina es diferenciada de otro proceso prospectivo geológico por extraer un núcleo sólido del sub suelo, para ser examinado en superficie. El instrumento de la perforación es la broca de diamante, que está compuesto por diamantes industriales instalados en una matriz metálica blanda, dichos diamantes están diseminados por toda la matriz, el accionar se sustenta en que la matriz se consume poco a poco durante la perforación y van aflorando los diamantes. La broca es montada en un vástago del taladro, a la vez está conectado a un taladro giratorio. Al inyectar agua en la tubería de perforación, para desprender los trazos de roca producidos por la broca que se conocen como “revoques” a la vez disminuir el calor generado por fricción que causa el contacto de la broca y la roca, también reduce el desgaste y las rasgaduras de las brocas. Una broca con diamantes reales resultaría costoso, son generados para cortar rocas específicas o estudios específicos posee muchos canales para el lavado. (De la Vergne, Jack, 2003, p. 4-12).

**Geología Ambiental**, es el estudio geológico del ambiente, a través del diagnóstico y mitigación de los problemas ambientales, su posible degradación y maximizando la probabilidad de un buen uso ambiental (Escobedo, et al., 1994).

**Control Geológico ambiental**, es aquel que aplica los principios geológicos a la investigación del ambiente, el control que utiliza la geología

ambiental, para mitigar posibles problemas de contaminación. Ley del Sistema General de Gestión Ambiental, Ley N° 28245

### 2.3. Definición de términos básicos

**Suelo**, es el medio natural que permite el desarrollo de otros ecosistemas, como plantas. El suelo, tiene distintas capas o también conocidos como horizontes que tienen una composición mineral, agua, aire, y otras sustancias naturalmente presentes en el suelo, de acuerdo a lo manifestado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018).

El suelo según su textura puede ser fina o gruesa, y por estructura puede ser floculada, agregada o dispersa, que determina su porosidad permitiendo menor o mayor circulación de agua.

**Suelo contaminado**, es el resultado de productos expandidos en la superficie que contienen características químicas que van alterar perjudicialmente al suelo y en consecuencia a las actividades del hombre. (MINAM, 2005).

**Estudio de suelos o estudio geotécnico**, es el estudio que recolecta la información geológica y geotécnica del terreno (Ramiro, 2019).

**Acciones de remediación**, son aquellas que previenen la degradación del ambiente, con acciones que monitoreen de manera activa las zonas contaminadas (Ramiro, 2019).

**Calidad de suelos**, es aquella capacidad de cumplir con las funciones económicas, culturales, ecológicas, arqueológicas y todas aquellas relacionadas a las mejores funciones del suelo, que pudieran sufrir alteración por actividades de un proyecto (CESEL Ingerieros,2013).

**Contaminante**, es un componente químico que degrada, vulnera el estado natural del ambiente, causa efectos negativos para las personas y el ambiente. (MINAM, 2005).

**Derrame**, consiste en la liberación o descarga accidental debido a una mala práctica de los líquidos peligroso o hidrocarburos. (MINAM, 2005).

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**, es la medida que determina el nivel o grado de concentración de sustancias, o elementos físicos, químicos o biológicos presente en el ambiente. Este puede ser expresado en rangos, mínimos o máximos (Ministerio del ambiente-2019)

**Muestra Simple**, representa las condiciones puntuales de la muestra de la población, aplicadas para compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos y benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**El muestreo**, es una actividad por el que recopila información a una porción de la población, con la finalidad de llegar a caracterizar el estudio del suelo para luego ser enviadas al laboratorio (Hernandez , 2006)

**El muestreo dirigido**, a diferencia del muestreo normal, este se utiliza para muestras específicas que ya cuentan con información previa a los resultados (Walpole & Myers, 1996)

**Muestra en profundidad**, es el estudio de las muestras que se toman en las capas u horizontes, para estudiar y evaluar los contaminantes. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**Muestreo de Comprobación de la Remediación (MC)**, su objetivo es dar a conocer las acciones de remediación que se incorporan en el suelo contaminado. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**Patrón de muestreo**, es la distribución del espacio en los puntos del muestro en un plano horizontal. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**Plan de muestreo**, es la proyección documentada de la información y programación que tienen que ver con los criterios de la muestra. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**Punto de muestreo**, es la ubicación de donde se va a realizar la investigación y la toma de muestras. (Ministerio del ambiente-2019)

**Riesgo**, es la posibilidad de que algún contaminante pueda provocar efectos contrarios y dañinos al ambiente y a la salud humana. (Ministerio del ambiente-2019)

**Recolección de datos**, es el agrupamiento y selección de la información de los ambientes naturales de la muestra. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

**Población**, es definida como el conjunto de datos a ser muestreados, no necesariamente representan a un todo cuando se trata de una investigación cualitativa. (MINAM-Guía para muestreo de suelos)

Control ambiental, es el proceso de prevención, remediación o curación de suelos contaminados (Hernández, et al., 2014).

**Los lodos de perforación**, son los fluidos que tienen características dinámicas y en estado de reposo que son necesarias y especiales para mantener la suspensión a los fragmentos de roca en formación de perforación, con la finalidad de evitar una obstrucción en la perforación de las rocas. También se conoce como la suspensión de sólidos como la tixotropía (MacCray y Cole, 2011).

**La baritina** o barita es un mineral no metálico representada en la siguiente fórmula química:  $BaSO_4$ , también llamado baritina o espato pesado, este material no es tóxico y a su vez es un material inerte que llega hasta los 4.5rg/cm<sup>3</sup>. Se precisa que los metales alcalinos no deben pasar de 250 ppm en la dureza total (Klen y Hurlbut, 1997).

**Bentonita**, es utilizada para la arcilla fina que está dispersa y está compuesta de una gran variedad de partículas minerales laminares que posee silicatos aluminicos hidratados, con un tamaño de 0.00390 mm. Es utilizada para los lodos de perforación, siendo esta una roca de origen ígneo (McCray y Cole, 2011).

**Plataformas de perforación**, son estructuras metálicas armadas que ayudan, soportan a toda la infraestructura del equipo, teniendo piso (madera) pozas hechas en el suelo las que deben de ser cubiertas por geomembrana, que no



permiten que los fluidos de perforación y lubricantes usados en el equipo de sondaje diamantino se percola en el suelo natural (Mayorga, 2013).

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Para implementar y desarrollar un procedimiento de control geológico ambiental es necesario saber la influencia que existe entre el estudio de suelos y el control geológico ambiental del proceso exploratorio por Sondaje Diamantino, atreviéndonos a proponer la hipótesis que: El Estudio de Suelos influye en el Control Geológico Ambiental de los Sondajes Diamantinos en la mina Las Bambas en el departamento de Apurímac en Perú.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a. El estudio de suelos contribuye en el control geológico ambiental en zonas donde se ubican sondajes diamantinos.
- b. El control geológico ambiental apoya al diagnóstico y minimiza el impacto de los problemas de contaminación de suelos al mitigar en lo posible la degradación ambiental en zonas de sondaje.
- c. La implementación de prácticas de manejo ambiental adecuadas, basadas en los resultados del estudio de suelos y las normas vigentes, contribuye a mitigar los efectos negativos de los sondajes diamantinos en el entorno geológico y ambiental.

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

La presente investigación presenta las siguientes variables de estudio, siendo una el estudio de suelos, otra el control geológico ambiental y política de la Empresa Xstrata. Estas variables se estudian con las fuentes de autores que sustentan el presente estudio de investigación (Carballo, 2014).

### **Variables Independientes**

Se ha determinado que el Estudio de suelos es una variable independiente. Debido a que el control Geológico ambiental dependerá de la ubicación de las Zonas que nos indique el estudio de suelos donde se aplicará y en qué zonas no es necesario aplicar dicho control.

### **Variables Dependientes**

El control geológico ambiental se está considerando como variable dependiente del Estudio de suelos, mientras que la contaminación de suelos depende del control geológico ambiental, estamos considerando como variable dependiente al control geológico ambiental y a la contaminación de suelos, entendiéndose suelos y tierras de cultivo.

### **Variables Intervinientes**

Creemos conveniente que como variable interviniente se considerará a la Política de la Empresa Xstrata, debido a que ella cubrirá el Costo de Inversión en la Ejecución del estudio de suelos, y la aplicación del control geológico ambiental en las plataformas.

También considerar el sondaje diamantino como variable interviniente puesto afecta a la variable dependiente, esta no puede magnificarse. Así también la Autorización de la Comunidad Campesina de las Bambas es una variable interviniente, pero que a nivel de Gerencia en coordinación con la dirigencia de la Comunidad será resuelto este caso. Las variables intervinientes no serán consideradas para la operacionalización de variables por estar aceptadas.

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

La operacionalización de las variables, permite desglosar todo el contenido de las variables, desde sus dimensiones, indicadores y los autores que lo respalda, forma parte del concepto abstracto y otro empírico que puede ser medible por medio de un instrumento de recolección de datos (Chacón, 2017).

**Tabla 1**

*Cuadro de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Estudio de suelos	Proporcionar información detallada sobre las propiedades y comportamiento del suelo, que permite entender su idoneidad para diferentes usos y actividades. En el contexto del control geológico ambiental, proporciona datos que permiten identificar posibles riesgos geotécnicos, prevenir la erosión del suelo, planificar medidas de mitigación de impactos ambientales que involucren la exploración.	El estudio de suelos, según el número de muestras, y nivel de detalle en caracterización de los suelos, como propiedades físicas, químicas y biológicas.	Fisiografía del suelo Física del suelo	Registro de información fisiográfica Calidad de muestras obtenidas Métodos de análisis utilizados Consideraciones de aspecto geológico ambiental	Planos topográficos Instrumento guía de muestreo. Registro de datos y laboratorio Ficha técnica de Datos.
Control geológico ambiental	El control geológico ambiental implica la aplicación de conocimientos geológicos y geotécnicos para evaluar los riesgos asociados a la actividad humana y tomar decisiones informadas que mitiguen los posibles impactos. Esto incluye la identificación y evaluación de riesgos geológicos, así como la prevención de contaminación de suelos y aguas subterráneas..	Se mide mediante la evaluación de las medidas y acciones implementadas en un proyecto o actividad que involucra intervenciones en el suelo y subsuelo con potencial de impactar el medio ambiente.	Riesgos geológicos Manejo de residuos y desechos	Identificación de riesgos geotécnicos y área de estudio. Medidas de mitigación ambiental, cantidad y tipo de medidas implementadas. Cumplimiento de Normas Ambientales. Adopción de prácticas de restauración de áreas afectadas. Identificación de posibles impactos ambientales.	Ficha de registro de datos. Informes de seguimiento. Normativas del Ministerio del Ambiente (MINAM). Ficha Técnica de Datos

## **CAPÍTULO III**

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

Los métodos y técnicas de investigación son indispensables para el proceso de un estudio, la metodología direcciona el camino que seguirá siendo flexibles, pero las técnicas nos muestran las maneras en la que recorrerá ese camino y son rígidas.

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El presente estudio, de acuerdo a sus variables y objetivos de investigación es descriptiva, correlacional al buscar la relación de ambas variables Estudio de suelos y control geológico ambiental.

Descriptiva, por los objetivos de acuerdo al nivel de conocimiento de la influencia que ejerce el estudio del suelo en el control geológico ambiental en el sondaje diamantino en base a sus propiedades y características.

Correlacional, porque el investigador busca determinar la correlación entre las dos variables presentadas, control geológico y contaminación ambiental. Se desea identificar la relación entre las variables que componen el fenómeno y posteriormente plantear alguna solución (Hernandez, Fernandez y Baptisa, 2007)

#### **3.2. Nivel de investigación**

Consideramos que el nivel de investigación es el exploratorio descriptivo por:

**Nivel exploratorio;** Ubicamos el presente proyecto en el nivel exploratorio porque nos centramos en un estudio inicial y exploratorio de la relación entre el estudio de suelos y el control geológico ambiental en sondajes diamantinos, teniendo como objetivo explorar conceptos y variables sin buscar explicaciones causales; recopilando información preliminar que nos permita comprender los conceptos y variables involucradas en el estudio de suelos y su relación con el control geológico ambiental.

**Nivel descriptivo;** Porque nos enfocamos en describir en lo posible a detalle cómo se realiza el estudio de suelos y el control geológico ambiental en sondajes diamantinos, sin involucrar un análisis de causalidad o explicación de relaciones.

### **3.3. Métodos de investigación**

El método a usarse será analítico de observación – síntesis, Por medio de este método determinaremos la naturaleza de un evento en la medida de su existencia en el tiempo del estudio, que nos permitirá estudiar la ocurrencia del comportamiento que se puedan percibir de forma que podamos registrarlos y cuantificarlos adecuadamente. Utilizaremos el análisis para establecer las características e indicadores de los suelos y los móviles de contaminación, para encontrar las relaciones existentes entre los objetos de estudio presentados.

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

En la investigación presentada se estimó un diseño no experimental Transeccional Correlacional Causal, poniendo énfasis que no se manipularán deliberadamente las variables, fundamentada en la observación de los fenómenos como se presentan para después analizarlos, considerado transeccional Correlacional Causal, puesto describiremos las variables y analizaremos su influencia e interrelación en un momento determinado. Correspondería a un diseño correlacional al tomar una muestra “M” y relacionarla con sus variables:

$$M = O.Y(f)O.X$$

Donde:  $M$  = Es la muestra  
 $O$  = Observación  
 $Y$  = Control geológico ambiental  
 $X$  = Estudio de suelos

### 3.5. Población y muestra

**Población;** caracterizada por el piso o suelo de la zona donde se encuentran instaladas las plataformas de sondaje diamantino que son 150 muestras en total. Que pose sus características propias según la zona, compuestos por minerales resultado de la desintegración de las rocas, materia orgánica, diminutos organismos animales y vegetales, aire y agua.

**Muestra;** del total pudimos obtener el resultado de 15 muestras de sondaje y 5 muestras de análisis de calicatas.

La muestra es del tipo no probabilístico intensional o por conveniencia, al considerar que estas muestras son las más representativas por su ubicación y fácil acceso a las mismas.

### 3.6. Técnicas e instrumentos recolección de datos

Se realizó la investigación de fuentes documentales de datos y la revisión de Informes y documentos de proyectos analizando resultados obtenidos en anteriores estudios las utilizamos como fuente secundaria.

Utilizamos la técnica de laboratorio para determinar el análisis de contaminantes identificando y cuantificando la presencia de sustancias contaminantes.

También en el proyecto aplicamos la observación de campo no experimental para determinar características – particularidades y la recolección de datos en registros y muestras.

Los instrumentos utilizados son; la **ficha de registro datos y una guía de observación o de campo** donde tuvimos el listado de las variables a medir u observar, para analizar y comprender su significado.

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

Se utilizarán técnicas de análisis de diagnóstico o análisis de causa raíz, porque se incluyen en el proceso de descubrimiento de datos, método aplicado generalmente en minería y en sondeos: identificando anomalías, identificando las fuentes de datos para explicar las anomalías y las relaciones causales observando los acontecimientos, apoyándonos de la teoría de la probabilidad, o del análisis de regresión y también del filtrado y análisis de datos de series temporales.

También un paso mas hacia el análisis estadístico, para hallar valores que puedan ser necesarios y nos ayuden a la investigación, se utilizó el programa Excel para trabajar las fichas técnicas.

A la vez debido a que era más fácil determinar valores requiriéndose sólo saber si están CONTAMINADAS O NO CONTAMINADAS las muestras de suelo tomadas de las calicatas, se requirió en análisis de laboratorio. Se informa que Xstrata nos prohibió presentar cuadros con mayores resultados obtenidos, debido a que se encuentra denunciada por personas interesadas y para no perjudicar los trámites legales, no se van a presentar planos, determinadas fotografías y cuadros. Habiendo sido

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Se utilizan técnicas estadísticas Excel para hallar valores que son necesarios a la investigación, siendo nuestro análisis de medición de variables descriptiva de acuerdo a nuestra herramienta que es una ficha técnica con respuestas dicotómicas, nos permite determinar patrones y tendencias de los datos recopilados. Además, las frecuencias también son la base para calcular otros indicadores estadísticos, como la tasa de prevalencia de ciertas características en la muestra encuestada.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Nos muestra el aporte del cocimiento en el gran campo del saber en el cual se estudia un tema determinado, indagando en dar soluciones a determinadas situaciones, siempre manteniendo el rigor científico, metodológico y ético.

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

##### **4.1.1 Ubicación geográfica**

Las actividades de exploración que viene desarrollando Xstrata se ubican en el distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas y en el distrito de Progreso, provincia de Grau, en el departamento de Apurímac. Las principales actividades de ampliación del proyecto de exploración Las Bambas se realizarán dentro del área actual de exploración del Proyecto. Sólo tres calicatas para estudios geotécnicos se ubicarán fuera de los límites del área actual de exploración, haciéndose necesario ampliar el Área del Proyecto de Exploración hacia el sur de la zona de Fuerabamba y Alto Fuerabamba. (**Tabla 2**).



**Tabla 2**

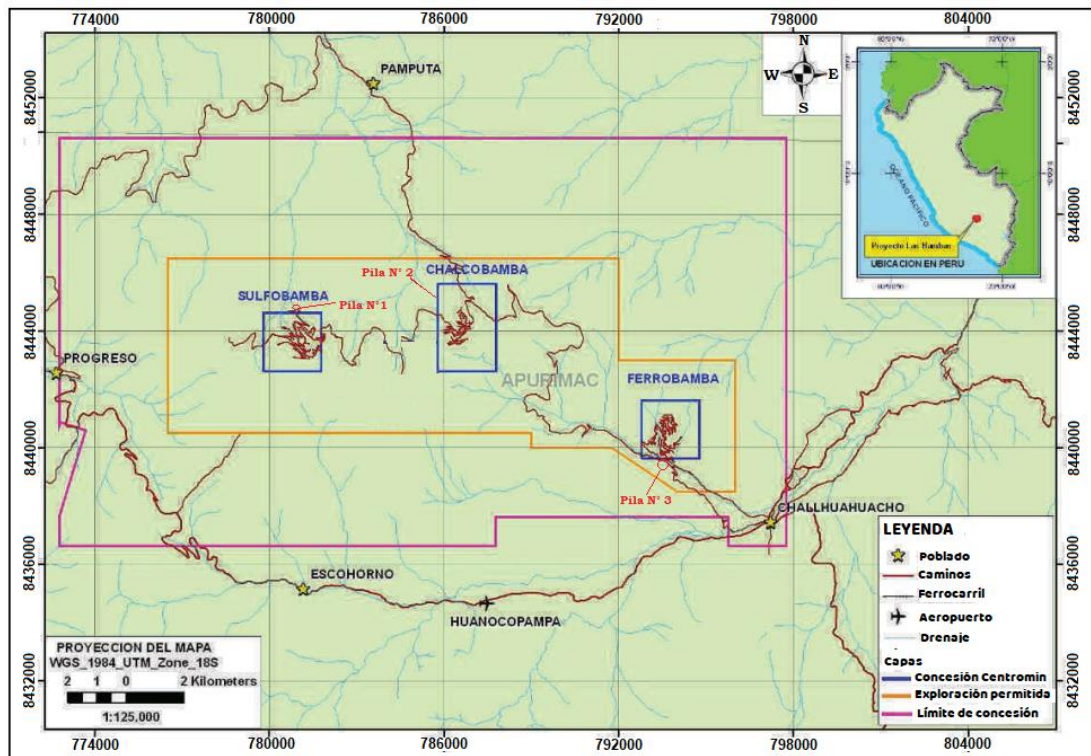
*Ubicación de Zonas de Exploración*

PILA N°	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE (m2)	CAPACIDAD AD (m3)	UBICACION
	N	E			
1	8444900	782230	9800 Sulfobamba	34736	En la parte alta de la quebrada de la micro cuenca Pampuca.
2	8445700	785450	9800 Chalcobamba	34736	Las quebradas de Itana y Characacocha. Zona I
3	8439620	793925	9800	34736	En la margen derecha del río Fuerabamba cerca al campamento

Fuente: Departamento Topografía Xstrata

**Figura 1**

*Ubicación de Zonas de Exploración*



Fuente: XV Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú

**ACCESIBILIDAD** Existen tres rutas de acceso (Lima, Arequipa, y Cuzco) al proyecto de Haquira.

De Lima a Cusco, vía aérea, prosiguiendo por carretera afirmada que tiene varias rutas que son:

- a) Cusco hacia Cotabambas, prosiguiendo a Ñahuinlla luego a Pamputa y llegando a Fuerabamba donde se encuentra el Campamento Las Bambas.
- b) Partiendo del Cusco hacia Anta, seguido a Cotabambas, para llegar a Tambobamba, luego a Challhuahuacho y finalmente al Campamento Las Bambas.
- c) Tintaya - Santo Tomás – Aquira – Challhuahuacho – Campamento Las Bambas.

De la ciudad del Cusco a la zona de estudio existe aproximadamente unos 289.9 Km. ; Son 62,9 Km de trayecto de Cotabambas Campamento Las Bambas. El recorrido en camioneta es de aproximadamente de 7 a 8 horas. Otro acceso a la zona, es a través de la carretera asfaltada Lima-Nasca-Puquio-Abancay, tomando un desvío de la carretera afirmada antes de Abancay, camino a la provincia de Cotabambas.

**CLIMA** El área presenta un clima frígido a semiárido, propio de zonas alto andinas elevadas del sur del país y su posición en latitud que determina la inclinación de llegada de la radiación solar, las limitaciones para la medición de características climáticas en la zona obedece a que no se cuenta con estaciones meteorológicas, la información oficial la obtenemos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Al encontrarse cerca de la cadena central de los Andes conforma un factor que determina el modelo de clima, ya que impide el tránsito de las nubes generando su precipitación. La precipitación pluvial es abundante entre diciembre y marzo. Durante los meses de agosto y junio las temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 0 °C, reportándose temperatura media anual de 7° C . El promedio anual de precipitaciones va de 854 a 1200 mm/año. Se aprecias

dos estaciones bien marcadas que son el verano e invierno, clima clásico de la región sierra. La humedad relativa es estimada con promedio anual de 68%. La evaporación de lagunas y riachuelos es estimada en 700 mm/año como promedio.

Clima Frígido (De Tundra). Este tipo de clima, conocido como clima de Puna, corresponden a los sectores altitudinales de la región andina comprendido entre los 4 mil y 5 mil msnm. Cubre alrededor de 13,0% del territorio peruano (170 mil km<sup>2</sup>). Comprende las colinas, mesetas y cumbres andinas. Los veranos son siempre lluviosos y nubosos; y los inviernos (Junio-Agosto), son rigurosos y secos.

Los vientos que predominan circulan del noreste, con velocidades promedio de 12.2 Km/h o 3,4 m/s (MINEM)

**HIDROLOGIA** La zona de trabajo se encuentra a una altitud por encima de los 4000 m.s.n.m., La hidrología está comprendida por ríos, quebradas, lagunas y afloramientos, que se sustentan gracias a las lluvias de la zona. Estas aguas son utilizadas por las poblaciones del sector, para consumo, para limpieza, consumo de la ganadería y para el riego agrario. Encontramos seis microcuencas que son conformantes del río Santo Tomás, que desemboca en el río Apurímac cuenca amazónica. Las descargas hídricas del Chalcobamba y Fuerabamba varías de 0,06 l/s a 76 l/s/, siendo el río Fuerabamba con un flujo de 57.1 l/s, caudales con un margen de error del 10%.

Las características físico – químicas, dan poca diferencia de concentraciones iónicas disueltas y totales. Los análisis determinan aguas bastante limpias siendo sus valores TSS cercanos o menores a 1 mg/l, siendo el mayor valor 7,005 mg/l, no se encontró presencia de Mercurio Total ni de Cianuro Total. Es decir, las aguas superficiales en la zona a estudiar no están contaminadas con iones metálicos disueltos o en estado sólido, y son aptas para el riego o consumo agropecuario. Los caudales, así como los volúmenes de agua de algunas de ellas tomadas in situ (Tabla 3).

**Tabla 3***Caudales Hidrológicos de la Zona de Estudio*

N°	DESCRIPCION	COORDENADAS		COTA	CAUDAL
		UTM			
		NORTE	ESTE	m.s.n.m.	Q(L/s)
1	Río Fuerabamba	8439874	793972	3780	571.00
2	Pto. Captación Proyectado Operaciones 01	8442808	794413	4304	0.06
3	Manantial en Qda. Ccomercacca	8441512	793565	4027	0.16
4	Antiguo colector (de Centromin)	8441258	793489	4019	0.00
5	Filtración Frente a Antiguo Túnel	8440702	793804	3952	3.70
6	Filtración de acceso	8440699	793801	3951	2.50
7	Manantial en Cacerío Taqueruta	8439802	793750	3811	0.03
8	Confluencia Manantiales en Alto Fuerabamba	8440860	790175	3986	24.00
9	Captación para consumo Humano: SW1	8440396	792552	3829	28.00

*Fuente: Autoridad Administrativa del Agua XI – Apurímac*

**FISIOGRAFIA** La geografía física del área del proyecto se caracteriza por pendientes abruptas en ubicaciones al Cerro Pichacani, aumentando la pendiente a máximas partiendo de la Quebrada Huascachaca en dirección al poblado de Challhuahuacho, existiendo un espacio paralelo al río Fuerabamba constante, encajonándolo y formando la geoforma de valle en la parte baja del proyecto. En la parte media del proyecto se presentan pendientes más llanas, zona Este y Oeste del proyecto, donde se presentan las lagunas Jalancere, Quelloacocha, Totoracocha y un bofedal cercano a Chalcobamba, las pendientes aumentan y se vuelven pronunciadas de la Quebrada Huascachaca en dirección al poblado Challhuahuacho.

Se presentan áreas de cultivo en las zonas de Pichacani y Characacocha, los espacios son mas utilizados para cria de animales. Podemos ubicar 5 unidades fisiográficas: Valle encajonado, quebradas, zona agreste, superficie intra cordillerana y altiplanicie.

**Valle Encajonado**, espacio que presenta pendientes fuertes en los costados formando un espacio en forma de “U”, se aprecia en la ribera del río Fuerabamba.

**Quebradas**, se encuentran presentes en todo el proyecto, son ligeramente abiertas, con pendientes moderadas.

**Zonas agrestes**, con pendientes promedio del 40% aproximadamente, formando un paisaje abrupto, geoformas ubicadas en los extremos laterales del valle.

**Superficie intra cordillerana**, estructura con dirección NE-SO, conformada por cadenas de cerros observables en la parte central del proyecto minero.

**Altiplanicie**, superficies con pendientes más suaves dispersas por toda el área del proyecto minero.

**SUELOS** El clima de la zona delimita el desarrollo del suelo como se ve en los andes peruanos, afectando en el uso de la tierra. En consecuencia afecta el desarrollo de las comunidades. El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor (**Tabla 4**), utilizada es establecida en el Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N° 0062/75-AG). En el área del proyecto encontramos características generales que demuestran que el suelo es típicamente orgánico, En las zonas mas altas el suelo superficial se presenta en las depresiones, y sobre yace en la roca fracturada; en las pendientes planas de las zonas mas bajas el perfil del suelo superficial en su mayoría se comprime a los 50 cm de espesor, en un rango de suelos de arena a arcilla. Se puede establecer una clasificación de suelos según el MIDAGRI para la Región paramosólica o andosólica; con ubicación alto Andina a mas de 4000 msnm, con relieves suaves debido a haber sido glaciares, predominan los “paramosoles”, suelos ricos en materia orgánica ácidos derivados de rocas volcánicas arcillosas, a la ves hay suelos donde predominan las rocas (litosoles), calcárea (rendzinas)

y suelos neutros arcillosos oscuros (chernozems), en las zonas pantanosas cercanas a las lagunas encontramos suelos con alto contenido de materia orgánica llamados “histosoles”. Estas zonas tienen potencial mayor para pastos, la agricultura es limitada.

**Tabla 4**

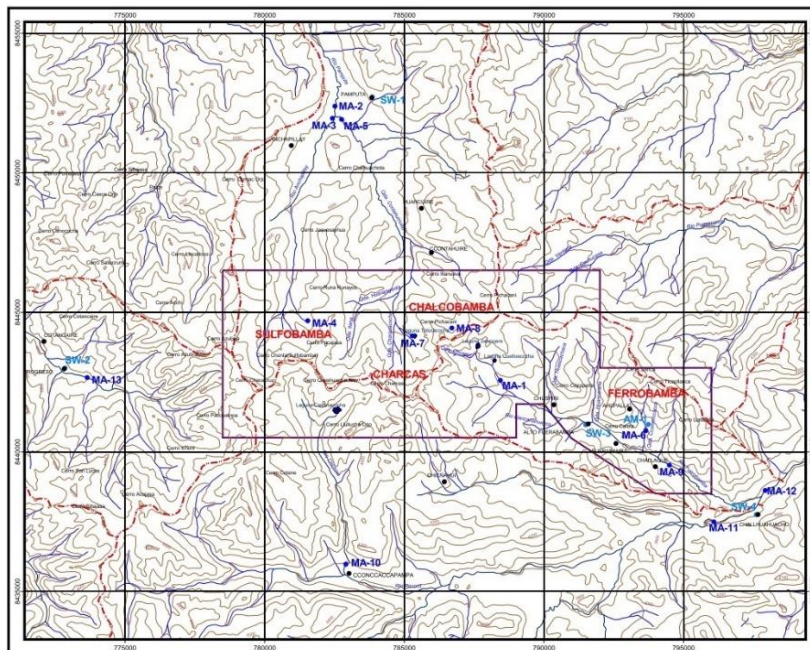
*Clasificación de suelos*

Descripción	Área (Ha)	%
Con capacidad para cultivos en limpio	0,000	0,000
Con capacidad para cultivos permanentes	963,298	10,00.
Con capacidad para pastoreo	4181,596	43,422
Con capacidad para uso forestal	3052,235	31,694
Con capacidad para protección	1433,075	14,881
<b>T O T A L</b>	9630,204	100,000

*Fuente MIDAGRI*

**Figura 2**

Ubicación de Puntos de Muestreo



*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

#### **4.1.2. Equipos de muestreo, materiales y documentación.**

Se realizó una caracterización megascópica in situ en los diferentes intervalos del suelo, con la toma de imágenes fotográficas (**Figura 2**) y midiendo semicuantitativa el área a trabajar. Se recabó información de base para describir el impacto, y en el caso de existir alguna de ellas, serán analizadas en el laboratorio.

Para cada una de ellas, se determinó la textura según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) con características según la tabla de colores Munsell, grado de adhesividad, plasticidad, presencia, ausencia, humedad entre otros; registrándose estas características en el Registro de Sondeo Manual.

En cuanto al muestreo, se empleó un barreno AMS con brocas, siendo utilizados para la continuación del perfil del sitio, según el terreno y volumen del material recuperado, coincidiendo con la velocidad y profundidad máxima del sondeo.

Las muestras de suelo fueron recolectadas mecánicamente a través de calicatas y de los sondajes diamantinos.

Asimismo, para los lugares donde no se utilizó el barreno se utilizó el equipo de perforación mecánico helicoidal. Sin embargo, se empleó también lo siguiente:

- Registro de sondeo y cadena de custodia.
- Libreta de campo.
- Pizarra acrílica, plumón acrílico, marcador indeleble grueso y delgado, tablero.
- Bolsas herméticas Ziploc medianas, etiquetas, fichas, talonarios de muestreo, bolsas porta muestras, cinta de embalaje y papel toalla.
- Agua desionizada, Alcohol Isopropílico.

- Pala de mano, Pico de mano, barretillas, lampas, cinta métrica, espátula de acero inoxidable, muestreador T, Flexómetro, cúter, tijeras.
- Balde blanco, aspersores, pizetas, cooler con icepacks, termómetro.
- GPS y Cámara Digital. Las muestras se obtuvieron del cabezal del barreno, a diferencia de las muestras superficiales, que fueron recogidas con pala de mano.

Se realizaron dos Etapas de Muestreo. La primera etapa fue la de Muestreo Aleatorio, de este muestreo del cual se extrajeron 150 muestras de las calicatas aleatorias circundantes a 5 castillos o torres de sondaje diamantino, del total contamos con el análisis de 15 muestras que al ser analizadas dieron como resultado valores mayores a los Estándares de Calidad de Suelo, mejor dicho, el suelo se encontraba contaminado con residuos de hidrocarburos, baritina contenida en fluidos de perforación remanente provenientes del sondaje diamantino. Lo cual nos dio una referencia, para realizar o ampliar el muestreo focalizado más profundo de las calicatas que nos van a dar los parámetros geológicos ambientales (grado de permeabilidad, fracturamiento y tipos de suelo) que permitieron la percolación de los fluidos contaminantes. Los que a su vez nos indicarán que tipo de control geológico ambiental se aplicará a las zonas de operación contaminadas.

#### **4.1.3. Plan de muestreo geológico**

Se elaboró un plan de muestreo con la información y objetivos del muestreo; definiéndose, el área donde se focalizan los esfuerzos de muestreo y objetivos de muestro, tipo de muestreo como el muestreo aleatorio y el focalizado, ubicación geográfica de puntos de muestreo UTM WGS 84, para el mapeo respectivo y determinación de las zonas de muestreo de interés.

Asimismo, es importante tener en cuenta el muestreo de identificación (MI) que viene a ser el objetivo de investigar la presencia de contaminación en el suelo



con la toma de muestras representativas a fin de conocer si el suelo supera o no los estándares de calidad ambiental (D.S. N° 002-2013-MINAM).

#### **4.1.3.1. Métodos de muestreo**

Los métodos de muestreo aplicados fueron: el muestreo de calicatas o recortes y testigos de sondaje.

##### **a) Calicatas**

Las muestras de cortes o calicatas fueron colocadas en un pequeño ciclón para mezclarlas uniformemente, luego se las cuartea y colocada en una bolsa de plástico, etiquetando y cerrando herméticamente con grapas de aluminio. Aproximadamente 5 kilogramos de muestra son enviados para su análisis correspondiente a los laboratorios de SGS en Arequipa. En el laboratorio SGS en Lima, las muestras de RC fueron secadas y hendidas; una hendidura de 1 kilogramo entonces fue pulverizada a una malla menos 140 y posteriormente se analiza la muestra de pulpa de 5 gramos.

##### **b) Testigos de perforación**

Después de determinar la gravedad específica, los testigos son transportados al laboratorio de preparación de muestras, para ser seccionados o divididos en dos partes iguales, partiéndolos a lo largo del testigo (a lo largo del eje) asegurando que ambos lados sean representativos de la mineralización y las características estructurales de la muestra. El lado derecho del testigo es colocado en una bolsa de plástico, pesado, etiquetado, y enviado al laboratorio analítico de Xstrata; las muestras pulverizadas fueron pesadas y colocadas en sobres separados. El lado izquierdo del testigo es devuelto al depósito especial para su almacenamiento correspondiente.

#### **4.1.3.2. Preparación de la muestra**

Las bolsas de plástico conteniendo las muestras de testigo fueron transportados a los Laboratorios de Xstrata para la preparación de la muestra, donde las muestras se trataron con el siguiente proceso:

- La muestra completa con cuidado fue cargada en una trituradora primaria que evita cualquier derrame.
- Fue chancada y triturada, limpiándola con aire comprimido.
- La muestra chancada entonces fue pasada a trituradoras secundarias y terciarias hasta que la mayor parte de la muestra lograra un tamaño de grano de menos malla -200.
- Fue homogenizada y posteriormente cuarteada hasta obtener un tamaño final de la muestra de un kilogramo.
- El contenedor con la muestra de un kilogramo fue colocado en un horno donde fue secado durante 12 horas en una temperatura de 75 °C.
- La muestra secada fue pulverizada a un tamaño de grano de – 200 en un 100%. Si algunas muestras permanecieran sobre el tamiz, este material fue presentado de nuevo en el pulverizador hasta que toda la muestra pasara el tamiz de malla – 200.
- La muestra pulverizada fue homogeneizada mecánicamente entonces a mano sobre una estera de goma. La muestra homogeneizada fue dividida en cinco partes iguales, cada uno se cubrió con papel (periódico) de cera y colocándose en sobres Manila.
- Los sobres son marcados uno a uno con el número de taladro de sondaje, la longitud del testigo recuperado, número de análisis y la fecha de preparación de la muestra.
- Al igual que las muestras obtenidas de las calicatas.

El primer sobre fue enviado al laboratorio analítico con una orden de trabajo que contiene el número de taladro de sondaje, el número de la muestra, el intervalo de la muestra, y análisis requerido. El tercer sobre de cada muestra fue enviado al laboratorio analítico como contra muestra. El segundo sobre de muestra fue enviado al laboratorio SGS como una comprobación. Cualquier sobre restante de la muestra fue colocado en una bolsa de plástico sobre la cual fue escrita el número de taladro de sondaje y el espacio entre testigo y testigo.

#### **4.1.3.3. Análisis de la muestra**

A parte del Análisis por contenido de Hidrocarburos, Baritina en Bentonita y residuos de lodos de perforación. (**Tabla 10** pg. 65) Las muestras de calicatas fueron analizadas en el laboratorio SGS en Lima, Perú. RC muestras de agujeros HAC-01 por HAC-20A fueron analizados por el método ICP para 32 elementos; a diferentes intervalos se analizaron por Au (30 gramos - Ensaye al Fuego) y el ensaye de cobre por el método húmedo y lixiviación.

#### **4.1.3.4. Características de las Muestras**

Los hidrocarburos, lodos de perforación, bentonita, sondajes diamantinos son los contaminantes que se analizaron.

Al inicio se hizo un muestreo aleatorio teniendo conocimiento de la presencia de suelo contaminado.

Luego se realizaron muestreos focalizados utilizando una distribución sistemática.

De acuerdo al tipo de suelo se tomaron la profundidad para el muestreo tomando en consideración el material suelo.

Las muestras fueron tomadas por cada metro perforado de profundidad.

La distribución y número de muestras se dieron por cada 15 -20 metros lineales perimétricamente en el área de excavación.

#### 4.1.4. Datos obtenidos in situ

Como técnica o método in-situ que nos permite obtener información del suelo adecuado para determinar propiedades con la menor alteración del mismo como una calicata cuya profundidad permitirá apreciar claramente el perfil del suelo permitiéndonos determinar los distintos horizontes del suelo, a la vez los datos de los sondajes realizados. También se emplearon planos geológicos, secciones geológicas, datos de muestreos para determinar zonas de uso industrial y agrícola o de uso social y humano, cuadernos de campo y fotografías.

El lugar será en la Zona III (**Tabla 5**) y Zona IV (1 200,0 Ha) (**Tabla 6**) contiene un perímetro de: 7 860 y 16 000 m respectivamente. Esto está ubicado en el departamento de Apurímac, a nivel de 3 700 y 4 600 m.s.n.m.

**Tabla 5**

*Ubicación de la zona III*

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
3	8440500	791000
4	8441700	791000
5	8441700	789000
12	8440000	791755
13	8440000	789000

*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

Para un mejor reconocimiento de estas áreas, se les denominó Alto Fuerabamba (Zona III) y Azuljaja (Zona I).

**Tabla 6**

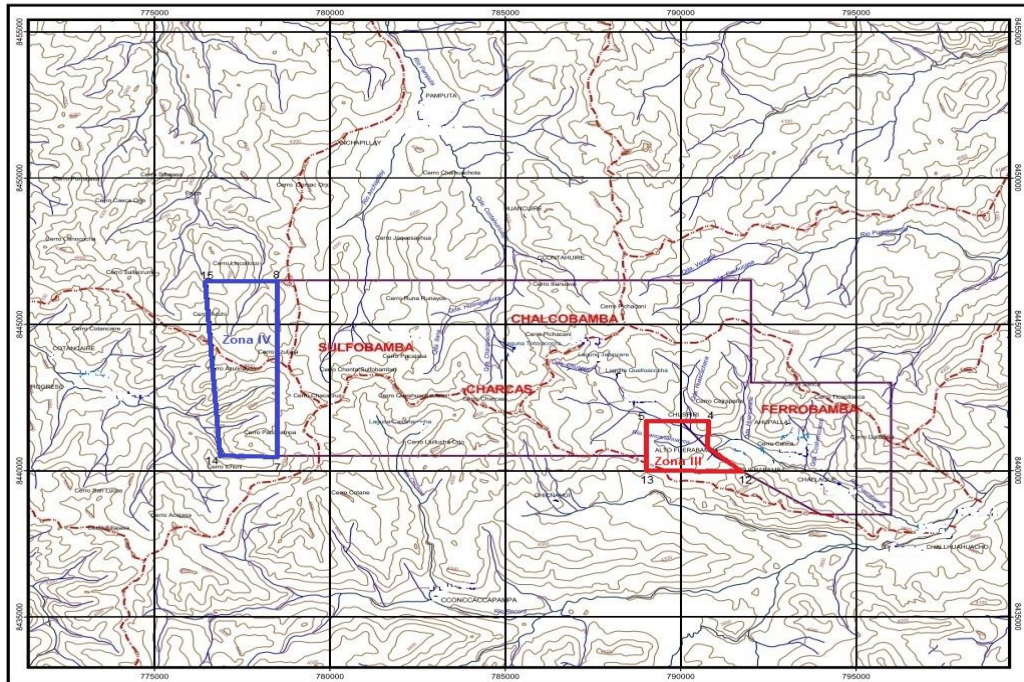
**Ubicación de Zona IV**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
7	8440500	798500
8	8446500	798500
14	8440500	777000
15	8446500	776500

*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

**Figura 3**

*Ubicación de Zonas III y IV*



*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

En cuanto al procesamiento de la información, se emplearon técnicas de muestreo tal como indica la Guía de manejo de Suelos dada por el Ministerio de Energía y Minas. A su vez, estos se analizaron en la empresa Xstrata, lo que facilitó el tiempo de la obtención de los resultados, tomándose 05 muestras de suelos que luego fueron cavados con 05 calicatas, 02 en el Alto Fierobamba y 03 en el Azuljaja, del cual se compararon los valores hallados en los suelos agrícolas. Tomando 03 muestras de suelo por cada calicata, a nivel de superficie (0m), de 0,30 m, y de 0,30 a 0,60 m.

En el área de estudio el suelo de naturaleza orgánica, de coloración marrón oscuro a negro. El grosor del suelo varía de 0,5 a 2 m., de acuerdo a la fisiografía. En las zonas altas, el suelo superficial se presenta generalmente en depresiones, y en las pendientes planas y bajas, existe una compresión del suelo a los 0,5 m de espesor, conteniendo arena y arcilla.

#### **4.1.4.1. Calicatas**

##### **Calicata Z1**

Aquí se aprecia un suelo de textura franco arenoso con baja adhesividad y baja infiltración, tiene una tendencia de retención de nutrientes y agua (Figura 4).

*Reacción del suelo (PH):* tiene los presentes rangos de 3,9 a 4,1 clasificados en niveles que superan lo establecido por suelos agrícolas, son suelos ácidos, según informe de Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (1999). Esto puede ser la consecuencia de la acumulación excesiva de ácidos húmedos.

*Contenido de materia orgánica (%):* Los valores son altos en la parte superficial 10,3% y muy bajos 0,3%, lo que da a conocer la presencia de fuentes orgánicas en los suelos.

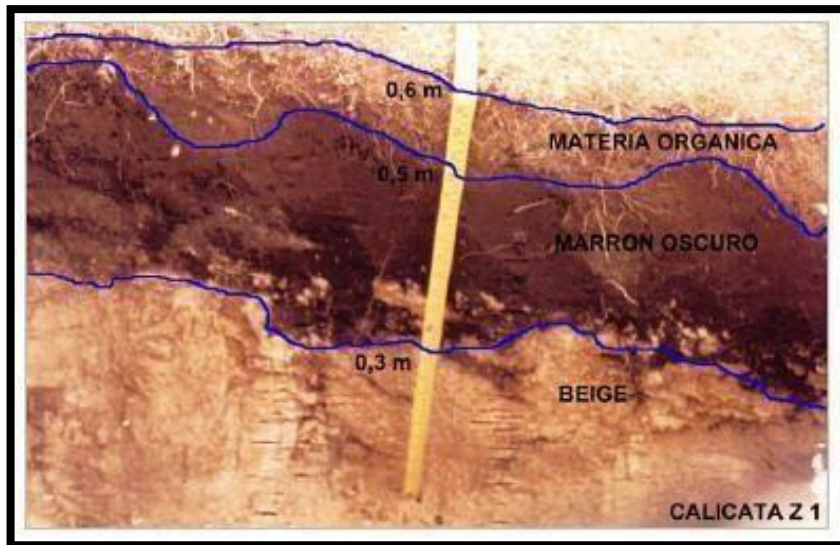
*Contenido de fósforo:* Los valores encontrados están entre 12,6 a 75,7 ppm. También hay valores de 10 a 20 ppm que son bajos y valores >60 ppm muy altos, según escala Olsen.

*Contenido de potasio:* Se encontraron valores de 37 a 55ppm con cifras consideradas muy bajas de 0a 60 ppm.

*Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g):* Aquí los valores son de 7,36 a 25,12 meq/100g habiendo valores bajos y altos, de 5 a10 a meq/100g y 21 a 30 meq/100g. Aquí, se hace evidente la composición granulométrica del suelo, presencia baja de arcillas y materia orgánica. Las relaciones catiónicas señalan un predominio de catión aluminio sobre otros cationes con un porcentaje de saturación de bases es del 8,7° que muestra el suelo.

## Figura 4

### Calicata Z1



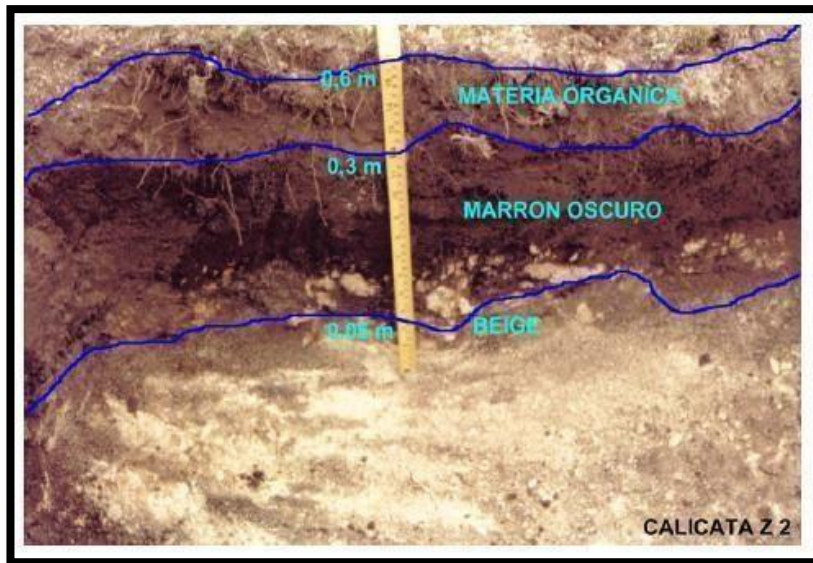
*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

### Calicata Z2

El resultado es un suelo con textura franco arcilloso de baja infiltración y adhesividad, tiende a retener agua y nutrientes, ver en (Figura 5).

## Figura 5

### Calicata Z2



Fuente: Departamento proyectos Xstrata

*Reacción del suelo (pH):* Posee valores en el rango de 3,8 a 4,2 calificados como suelos ácidos, estos superan los establecidos para suelos agrícolas cuyos valores límites son de 6 a 8 UpH.

*Conductividad Eléctrica (dS/m):* con valores mayores a 0,02 a 0,04 dS/m, no superando lo establecidos cuyo valor límite es 2 dS/m. Están situados en suelos no salinos con bajo contenido de sales, aquí prosperan algunas especies vegetales, y que para su incorporación a la agricultura necesitan proceso de recuperación.

*Contenido de materia orgánica (%):* se encontraron valores a nivel superficial 10,2% muy altos, y muy bajos (0,8%), en la zona profunda, lo cual demuestra la existencia de fuentes orgánicas en los suelos que suministran nitrógeno (0,21% en promedio).



*Contenido de Fósforo:* Los rangos están de 5,8 a 10,6 ppm. Valores propuestos de muy bajos (0 – 9 ppm) a bajos (10 – 20 ppm), según escala dada por Olsen (1999).

*Contenido de Potasio:* Los valores oscilan en un rango de 24 a 44 ppm, valores considerados muy bajos (0 – 60 ppm).

*Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g):* Se obtuvieron valores de 5,44 a 17,12 meq/100g, mudando de bajos (5 – 10 meq/100g) a estándar (11 – 20 meq/100g), demuestra una composición granulométrica del suelo, que evidencia una baja presencia de arcillas y materia orgánica que son los elementos que afectan directamente en los cambios de la CIC.

Las conexiones catiónicas nos proyectan una hegemonía del catión aluminio por sobre otros cationes y podemos afirmar que el porcentaje de saturación de bases es del 10% en esta muestra de suelo.

### **Calicata Z3**

Aquí se demuestra una textura franco arenoso, con una baja adhesividad e infiltración. La retención de agua y nutrientes es la característica de este suelo (Figura 6)

**Figura 6**

*Calicata Z3*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

*Reacción del suelo (pH):* Cuenta con valores en un rango de 4,8 a 5,0 calificados como suelos ácidos, niveles que superan los establecidos para suelos agrícolas cuyos valores límites son de 6 a 8 UpH.

*Conductividad Eléctrica (dS/m):* Con valores mayores a 0,1 a 0,2 dS/m, niveles que no sobrepasan los normados para suelos agrícolas cuyo valor límite es 2 dS/m. Según los valores ubica los suelos como no salinos, con poca sal, con algunas especies vegetales, y para su manejo agrícola es necesario de recuperación.

*Contenido de materia orgánica (%):* Con valores hallados son altos a nivel superficial 11,1%, y muy bajos (0,8%), en profundidad, que da a entender que existen fuentes orgánicas en estos suelos que alimentan de nitrógeno (0.29% en promedio)

*Contenido de Fósforo:* Con valores encontrados oscilan en un rango de 4,9 a 5,8ppm. Valores establecidos de muy bajos (0 – 9 ppm), según escala establecida por Olsen (1999).

*Contenido de Potasio:* Con valores hallados oscilan en un rango de 31 a 149 ppm, valores considerados muy bajos (0 – 60 ppm) a normales (121 – 200 ppm).

*Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g):* Encontramos valores de 4,32 a 22,56 meq/100g, rangos bajos (5 – 10 meq/100g) a altos (21 – 30 meq/100g), se observa por la granulométrica del suelo, se evidencia ausencia de arcillas y materia orgánica elementos que participan en forma directa en la variabilidad de la CIC. Para las relaciones catiónicas nos dice que hay una hegemonía del catión calcio encima de los otros cationes y podemos afirmar que el porcentaje de saturación de bases es del 42,3% en esta muestra de suelo.

#### **Calicata Z4**

Se aprecia un suelo de textura media de arena franca, una adhesividad media y baja infiltración. El suelo está caracterizado por presentar una tendencia a retener agua y nutrientes (Figura 7)

*Reacción del suelo (pH):* Con valores entre 4,1 a 4,5 denominados como suelos ácidos, niveles superiores a los regulados para suelos agrícolas cuyos valores límites son de 6 a 8 UpH. según la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (1999)

*Conductividad Eléctrica (dS/m):* Con valores superiores a 0,02 a 0,05 dS/m, datos que no están sobre los normados para suelos agrícolas cuyo valor límite es 2 dS/m. Estos datos los ubica como suelos no salinos, con un contenido bajo de sales, suelos donde sólo prosperan algunas

especies vegetales, y que para su recuperación al agro se necesita proceso de recuperación.

*Contenido de materia orgánica (%):* Con valores hallados son altos a nivel superficial 11,4%, y muy bajos (1,7%), en la zona profunda, lo cual demuestra generadores orgánicos en los suelos que alimentan nitrógeno (0,29% en promedio).

*Contenido de Fósforo:* Con valores oscilantes en un rango bajo 4,9 a 5,8 ppm. Valores referenciados de muy bajos (0 – 9 ppm), según la escala dada por Olsen (1999).

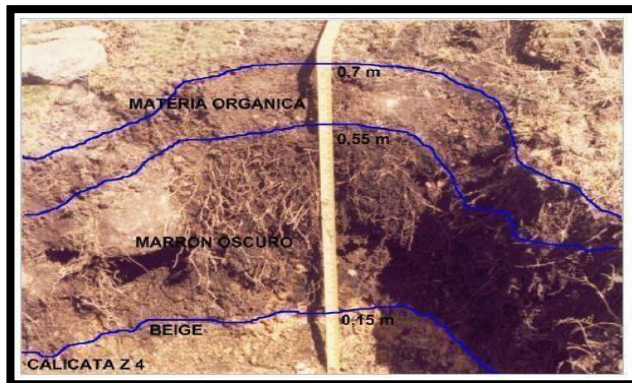
*Contenido de Potasio:* Valores encontrados oscilantes en rango de 31 a 91 ppm, parámetros establecidos como muy bajos (0 – 60 ppm) a bajos (61 – 120 ppm).

*Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g):* Se evidencian valores oscilantes de 5,44 a 17,60meq/100g, cambiando de bajos (5 – 10 meq/100g) a estándar (11 – 20 meq/100g), reflejada por los componentes granulométrica del suelo, que evidencia la ausencia de arcillas y materia orgánica, compuestos que afectan en forma directa la variabilidad de la CIC.

Hay un índice de relaciones catiónicas donde catión aluminio sobre los otros cationes que van aseverar el porcentaje de saturación de bases es del 53,7% en esta muestra de suelo.

## Figura 7

### Calicata Z4



Fuente: Departamento proyectos Xstrata

### Calicata Z5

La presencia de un suelo de textura media de arena franca, con una adhesividad media y baja infiltración. Este suelo se caracteriza por la disposición a conservar nutrientes y agua (Figura 8).

*Reacción del suelo (pH):* Los rangos que presenta están de 4,1 a 4,5 identificados como suelos ácidos, valores que se encuentran sobre los normados para suelos agrícolas por la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (1999), por tener valores límites con 6 a 8 U pH.

*Conductividad Eléctrica (dS/m):* Se encuentra indicadores mayores a 0,03 a 0,22 dS/m, valores por debajo a los normados para suelos agrícolas por la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human. Health (1999), al tener un valor de 2 dS/m como límite. Los indicadores ubican a estos suelos como no salinos, con contenido de sales mínimos, donde existirían algunas especies vegetales, estos suelos para ser utilizados en la agricultura tendrían que ser recuperados.

*Contenido de materia orgánica (%):* A nivel superficial los parámetros encontrados son altos de 12,9%, y valores inferiores de (0,9%), en zonas profundas, que demuestra fuentes generadoras de material orgánico que abastecen de nitrógeno (0,29% en promedio).

*Contenido de Fósforo:* Los valores hallados se encuentran en un rango bajo 4 a 10,6 ppm. Son considerados de muy bajos (0 – 9 ppm) a bajos (10 – 20 ppm), según la escala Olsen (1999).

*Contenido de Potasio:* Los valores de 34 a 135 ppm fueron hallados, considerados de medio a alto, indicadores modelos de suelos alto andinos.

*Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g):* Con valores que oscilan de 6,72 a 16,8 meq/100g, variando de bajos (5 – 10 meq/100g) a normales (11 – 20 meq/100g), valores demostrados por la composición granulométrica del suelo, donde se evidencia la no presencia de arcillas y materia orgánica, compuestos que indican en forma directa la variabilidad de la CIC.

Los lazos catiónicos determinan casi siempre una preponderancia del catión aluminio sobre los otros cationes y podemos decir que el porcentaje de saturación de bases corresponde al 10% en esta muestra de suelo.

**Figura 8**

*Calicata Z5*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

**Tabla 7**

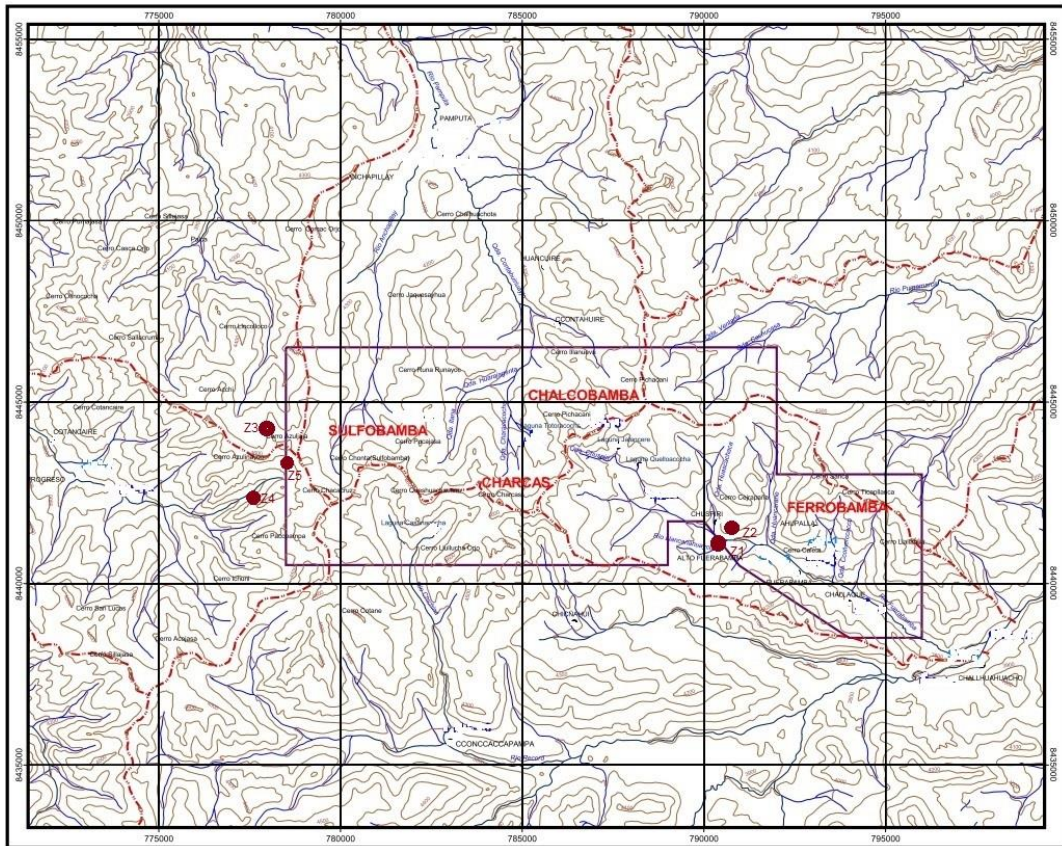
**Ubicación de las calicatas para la toma de muestras de suelo**

Sector	Estación	Norte	Este	Altitud	Lugar
Alto	Z1	8441144	790383	4047	Ariopata
Fuerabamba	Z2	8441495	790621	4045	Ariopata
	Z3	8444210	778006	4445	Qda. NN
Azuljaja	Z4	8442477	777732	4331	Qda. NN
	Z5	8443232	778562	4346	Qda. Progreso

*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

**Figura 9**

*Ubicación puntos de calicatas*



*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

#### **4.1.4.2. Análisis de muestras por laboratorio**

En total se tomaron 150 muestras (solo pudimos acceder al 10%), en base a la Guía de Muestreo de Suelos del MINAM. Siendo nueve pozos (Tabla 8) y 05 calicatas de muestreo los más representativos de los realizados en la zona (Tabla 10), su representatividad se da en relación a la distribución de las mismas del muestreo total, se presentó esta información a solicitud de la empresa Xstrata. Por ser los demás pozos datos confidenciales, debido a encontrarse en trámite legal. En las tablas de resultados de muestreo (Tabla 8 y Tabla 10), el suelo analizado mostró como resultado la presencia de Baritina en suelo agrícola, un promedio de



17,728 Mg/Kg MS. Siendo el ECA Ba = 10,000 Mg/Kg MS para suelo agrícola.

En (Tabla 10 - pág. 60); se observa que las muestras obtenidas en las calicatas, sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental para Suelos (ECA), haciendo de esto un **suelo contaminado**, resumimos que la zona contaminada con Baritina presenta una potencia promedio de 0.35 metros. Se tiene un máximo de 0.50 metros y un mínimo de 0.30 metros, desde la superficie a profundidad. Del estudio de suelos, se determinó que la capa de arcilla en la zona contaminada se encuentra a 0.50 metros de profundidad.

El estrato arcilloso se encuentra por debajo del suelo orgánico, la cual se encuentra contaminada, con Baritina en su composición según el análisis de las muestras tomadas.

El estrato contaminado indica que el suelo contaminado se encuentra por encima de la capa de arcilla roja. El nivel freático se ubica a 01 metro de profundidad en algunos sectores y en otros a 1.50 metros. Varía la profundidad en base a la estación o cambios en frecuencias de las lluvias.

Es probable que debido a las arcillas el nivel freático no se encuentra contaminado al no dejar infiltrar los fluidos de lodo de perforación con el contenido de Baritina en suspensión.

#### **4.1.4.3. Resultados, gráficos, tablas y cuadros**

Según el cuadro presentamos los pozos con datos que también fueron obtenidos por Xstrata. En un listado de 09 pozos, con profundidades de 0.30 y 0.50 metros. La Baritina se presenta en los análisis del suelo entre 16000 mg/kg PS de Ba y 18500 mg/kg PS.

**Tabla 8***Cuadro de muestreo con presencia de Baritina*

CÓDIGO POZO	CODIGO DE LAB.	FECHA DE MUESTREO	PROFUNDIDAD	POTENCIA	COORD. UTM		UNIDAD EN
			Metros	Contaminada	Norte	Este	Mg/Kg PS
PM-3	XsB – 03	2019	0.50 – 0.80	0.30	8440500	791000	17500
PM-4	XsB – 04	2019	0.60 – 0.70	0.10	8441700	791000	16550
PM-5	XsB – 05	2019	0.50 – 0.90	0.40	8441700	789000	18500
PM-7	XsB – 07	2019	0.60 – 0.90	0.30	8440500	778500	16000
PM-8	XsB – 08	2019	0.40 – 0.80	0.40	8446500	778500	18500
PM-12	XsB – 12	2019	0.50 – 0.90	0.40	8440000	791755	18500
PM-13	XsB – 13	2019	0.40 – 0.70	0.30	8440000	789000	17000
PM-14	XsB – 14	2019	0.30 – 0.80	0.50	8440500	777000	18500
PM-15	XsB – 15	2019	0.40 – 0.90	0.50	8446500	776500	18500

*Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Xstrata*

*Nota: Adaptado de resultados de muestreo de identificación que sobrepasan el ECA para suelos de uso agrícola*

**Tabla 9***Valores Total Real en mg/Kg PS Máximo Baritina con Bario*

Parámetros en mg/Kg PS	Uso del suelo		
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parques	Suelo Comercial / Industrial / Extractivo
Bario extraíble (Extractable Barium)	250	250	450
Bario total real en sitios con presencia de baritina. (true total Barium at Barite Sites)	10000	10000	15000

Fuente: Ley General del Ambiente aprobado mediante Ley N°28611

En la **Tabla 10** se presentan los resultados del análisis químico de las muestras de suelo, donde no hay presencia importante de

sustancias derivadas del hidrocarburo, pero sí de los fluidos de perforación, conteniendo baritina.

**Tabla 10**

*Resultado de Análisis Químico de los suelos en los sectores de Alto Fuerabamba y Azuliaja.*

Calicata	Profundidad (m)	Ph (UpH)	CE (Ds/m)	M. O. (%)	N (%)	P ppm	K ppm	Clase Textural	CIC (me/100g)	Suma de Cationes	Suma de Bases	% Saturación de bases
Z 1	0	3.9	0.05	10.3	0.46	75.7	55	Fr.A.	25.12	7.06	2.16	9
	0 -- 0.30	3.9	0.06	7.2	0.31	75.7	37	A.Fr	20.48	4.77	1.07	5
	0.30 -- 0.60	4.1	0.02	0.3	0.02	12.6	44	A	7.36	4.08	0.88	12
Z 2	0	3.8	0.04	10.2	0.33	10.6	44	Fr.A.	17.12	3.93	0.83	5
	0 -- 0.30	4.0	0.03	6.7	0.27	6.8	29	A.Fr	16.00	3.90	1.20	8
	0.30 -- 0.60	4.2	0.02	0.8	0.04	5.8	24	A	5.44	2.02	0.92	17
Z 3	0	5.0	0.11	11.1	0.49	5.8	149	Fr.A.	22.56	11.08	10.58	47
	0 -- 0.30	4.8	0.10	8.2	0.34	4.9	78	A.Fr	17.28	9.79	9.19	53
	0.30 -- 0.60	4.9	0.20	0.8	0.03	5.8	31	Fr.A.	4.32	2.08	1.18	27
Z 4	0	4.1	0.05	11.4	0.44	11.6	91	A.Fr	15.20	3.94	1.24	8
	0 -- 0.30	4.3	0.03	9.4	0.38	9.7	60	A.Fr	17.60	3.20	1.00	6
	0.30 -- 0.60	4.5	0.02	1.7	0.06	6.8	31	A.Fr	5.44	1.91	0.91	147
Z 5	0	4.1	0.08	12.9	0.54	10.6	110	A.Fr	16.80	2.10	0.90	5
	0 -- 0.30	4.5	0.22	10.4	0.31	7.8	135	A.Fr	15.52	2.20	1.26	8
	0.30 -- 0.60	4.2	0.03	0.9	0.02	4.0	34	A.Fr	6.72	2.30	1.17	17

Fuente: Laboratorios de SGS.

#### **4.1.5. Controles geológicos ambientales del proyecto**

##### **4.1.5.1 Plataformas**

La construcción de las plataformas, en lo posible, estarán en espacios donde se minimice el área de afectación del terreno para cumplir con las actividades, la menor perturbación de los suelos y el terreno, se determinarán dimensiones de 12 m. x 12 m. (144 m<sup>2</sup>), espacios que pueden variar de acuerdo a la topografía, es preferible escoger zonas planas que no estén expuestas a movimientos en masa. El terreno deberá contar con una capacidad portante para soportar el peso de los equipos, dependiendo de la profundidad de perforación también se va ganando peso.

Evitar el uso de áreas de exclusión indicadas por zonificación de manejo ambiental, se recomienda el uso de espacios que ya hayan sido intervenidas. A la vez se prohíbe realizar actividades de perforación cerca de nacimientos de agua, o cuencas superficiales, se recomienda distancias mayores a 25 m sobre un cuerpo de agua. En cada plataforma se implementará avisos y señalización informativa y preventiva para evitar accidentes. En estos espacios se instalará el equipo de perforación, una caseta temporal de almacenaje de barras y testigos.

En la primera etapa se realizaron 359 taladros y para la segunda etapa 391 taladros, haciendo un total de 750 taladros, la ubicación definitiva se determinará en base a la información obtenida de los primeros taladros por lo que los puntos de perforación son aproximados y podrán ser reubicados

#### **4.1.5.2 Etapa de construcción y perforación**

En los procesos de construcción de vías de acceso y plataformas, como también en lugares de descargas de lodos, zonas de derrame de líquidos industriales y acumulación de residuos domésticos, en etapa exploratoria, se produjo deterioro de los hábitats terrestres y acuáticos, deterioro plausible en los efectos de elementos pulverizados, contaminación al eliminar cobertura vegetal en zonas de trabajo. Los efectos fueron temporales y de baja magnitud porque presentaron características de reversibilidad.

El incremento de sólidos suspendidos en los cursos de agua aledaños a las áreas de labores, por la emisión de polvos, se redujeron al mínimo o se elimina con las medidas adoptadas en control y mitigación de impactos.

Se almacenó el producto del desbroce en pilas que fueron utilizados en el cierre de las áreas perturbadas.

La construcción de las plataformas fue realizada en zonas seguras donde no existió peligro de huaycos ni deslizamiento de suelos, a la vez se realizaron programas de observación y seguimiento de quebradas y si ejecutaron trabajos de limpieza.

#### **4.1.5.3 Pilas de Suelo Superficial**

Aquí existieron tres puntos de almacenaje de suelos superficiales establecidos en espacios naturales que tuvieron una forma rectangular en un área de 10000 m<sup>2</sup> (500 m x 200m) cada uno y estuvo delimitados para que sean fácilmente identificables.

De la misma manera, se dispuso de puntos en la zona I y otro en la zona II, se toma en cuenta la fisiografía del terreno donde es horizontal y alejado del cauce de las quebradas, también hay una proyección de canales de derivación de 280 m de longitud con 0,30m x 0,50m de sección con el fin de prevenir el ingreso de agua que se pudo haber dado por las escorrentías al depósito. Hay una disposición de los suelos que van alcanzar una altura de 4m de un talud final de 1:1.5, cada una de esta pila tiene una capacidad de almacenaje promedio de 35000 m<sup>3</sup>.

La revegetación de los suelos evitó la erosión y desintegración de nutrientes. Las áreas perturbadas en la pre -operación fueron rehabilitadas en forma consecutiva con los suelos de las pilas almacenadas.

**Tabla 11**

*Zonas de exploración*

PILA N°	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
	NORTE	ESTE		
1	8444900	782230	10000	35000
2	8445700	785450	10000	35000
3	8439620	793925	10000	35000

*Fuente: Departamento topografía Xstrata*

**Figura 10**

*Panorámica de pilas de suelo superficial*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

**Figura 11**

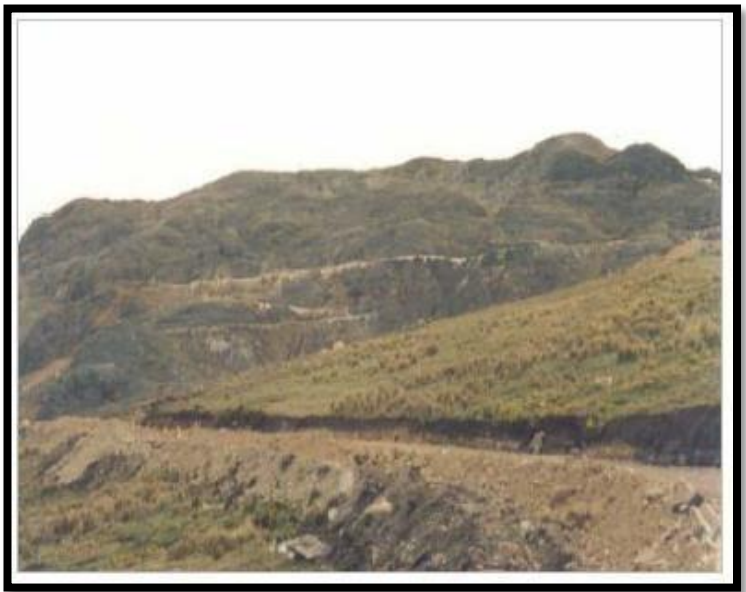
*Pila de suelo superficial zona I*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

**Figura 12**

*Panorámica de vía de acceso*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

#### **4.1.5.4 Demanda de Agua requerida por el proyecto**

El proyecto requirió del consumo de agua, para:

- Material de construcción.
- Riego de vías para control de emisión de material particulado.
- Preparación de lodos.
- Uso sanitario.

La cantidad de agua fue mínima la requerida, para la etapa de perforación, el impacto fue levemente negativo o casi nulo, no fue necesario desvíos ni cambios de caudal.

La toma de agua para cada plataforma se tomó lo mas alejado posible de la corriente de agua (río o bofedal), con la idea de prevención de impacto ambiental, de la misma manera ningún camino o acceso cruzó un cuerpo de agua, para control se tomaron muestreos cada 3 meses de la calidad del agua superficial en la zona de exploración.

#### **4.1.5.5 Volumen de agua de desechos o aguas servidas a generarse**

Un estimado de aguas servidas es un promedio de 190 litros/persona/día, por lo que, se tuvo una producción de 34960 litros/día.

Se construyo una Planta de tratamiento biológico, de 7000 galones/día, cuyo principio es el manejo de fangos activados con aeración extendida.

#### **4.1.5.6 Fluidos de perforación**

Uno de los componentes principales de este proceso, ya sean líquidos, gases o mezcla de fluidos con sólidos, cumplen la misión importante de control del pozo, como suspensión de cortes y su transporte a superficie, la química de estos lodos cambia dentro de un mismo pozo o de pozo a otro pozo, los hay de:



Fluidos base agua, los más comunes, compuesto por suspensión de materiales u otros por disolución de minerales, sales disueltas y compuestos orgánicos, ejemplo Spud Mud que es un lodo utilizado para poca profundidad, es un lodo en base agua, contiene bentonita espesada o floculada con cal, esta permite remoción de cortes grandes a poca profundidad.; Boremax otro lodo que posee propiedades inhibidoras, bajo en coloides, reacciona en condiciones extremas; Baradril-N, diseñado este fluido para el logro máximo, controla efectivamente pérdida de fluidos y estabiliza las formaciones, lodo formulado con salmuera o agua, alta lubricación, estos ejemplos nos especifican componentes principales viscosificadores - controlar filtrados, densificador – control alcalinidad, en ellos la gravedad específica es importante (a mas alta, menos masa densificada se necesita), dureza (a más alta, mayor posibilidad a la corrosión de los ductos atravesados por los lodos), algunos son:

#### **Densificantes**

- **Barita** (sulfato de Sr. Pb o Ba) Baritina o sulfato de Bario, elemento mas utilizado en lodos de perforación por su gravedad específica 4.3 - 4.5 y dureza de 3 - 3.5. (Betejtin, 1997)
- **Galena** (sulfuro de plomo), utilizado hasta los años 2019, utilizado poco por su toxicidad (Op.cit., p.202).
- **Carbonato de calcio** (como Aragonito o Calcita)
- **Hematita** (Oxido de hierro)
- **Illmenita** (FeTiO<sub>3</sub>)
- **Sales disueltas** Especialmente cloruros de sodio y calcio.

#### **Viscosificantes**

Los principales viscosificantes son las arcillas, los más utilizados en lodos de perforación, sobresales la bentonita – rica en montmorillonita, que representa capacidad de intercambio catiónico, (Escobar y Saavedra,

1989), utilizada para dar viscosidad a lodos, donde no es efectiva la bentonita, en algunos casos es reemplazada por los polímeros.

### **Adelgazantes**

El objetivo de este elemento es disminuir la viscosidad del lodo, elementos como los fosfatos- pirofosfatos ácido de sodio (SAPP), Hexametáfosfato de sodio (SHMP) y el fosfato tetrasódico (TSPP), los lignatos (ácidos húmicos y demás lignitos modificados con compuestos básicos. Los fosfatos se degradan a unos 150°F, los tanatos y lignosulfonatos soportan temperaturas hasta 250°F, estos elementos son estables por encima de los 400°F, por lo que son recomendables en lodos lignosulfonatos sometidos a temperaturas altas.

La funcionalidad de los fluidos y lodos son:

- Refrigeración de la broca lubricando los dientes y tubería de perforación.
- Agrupar los ripios perforados fuera de los pozos y cuando están estos elementos sin movimiento los mantiene en suspensión (tixotropía).
- Estabilizan presiones de las formaciones.
- Controla derrumbes de las paredes del pozo.

#### **4.1.5.7 Manejo de lodos**

Se implementó pozos de almacenamiento temporales para los lodos resultados de la perforación, donde el material se sedimentará, y el agua quedó decantada.

El procedimiento de perforación empleó bentonita y otros aditivos, que fueron canalizados en pozos de 2 m<sup>3</sup> cada una, los pozos fueron impermeabilizados para evitar filtraciones con capas de polietileno evitando posibilidad de descargas, estos tanque fueron inspeccionados cuidadosamente porque iniciado el proyecto no se puede reparar de forma

rápida o inmediata, solo hasta que permita todo el proceso de elaboración del hueco, si ocurriese, contaminaría los suelos donde se encuentren ubicados los tanques, uniéndose a los torrentes hídricos se desplazaría hacia los canales fluviales, agrandando el impacto en el medio ambiente. si se generasen decantaciones de aguas, serán controladas en sus parámetros fisicoquímicos antes de ser evaluadas.

Particularmente, en la quebrada de Ccomerccachca se instaló una tubería metálica de diámetro de 24" con longitud de 600 m, cubriendo tramos necesarios, con el fin de conducir el agua natural que proviene de los lugares mas elevados para que no entre en contacto con algún elemento provocado de la perforación, con el fin que circule hasta su cuenca principal que es el río Fuerabamba sin sufrir alteración alguna.

Para la emisión de sedimentos o lodos, estos fueron direccionados a dos pozas de contingencias para la sedimentación. Las pozas estuvieron ubicadas serial mente, con dimensiones de 15 x 50 m, la primera de ellas fue revestida con geomembrana de 1,5 mm y la segunda estará empedrada en paredes y piso de manera que el torrente llegue decantadas y clarificadas al río Fuerabamba ante control de su calidad.

#### **4.1.5.8 Rehabilitación de las pozas de lodos de perforación**

Se planifica en la base de las pozas una capa de paño absorbente con el fin de retener residuos de aceites y grasas para ejecutar el secado de aguas por medio de filtración y evaporación, se realizará el reconocimiento de impactos ambientales para este procedimiento, que cuenta con dos fases separadas (líquida y sólida), resulta un lodo base agua, y el manejo es similar al de agua industrial, y la fase sólida (cortes de perforación) se debe de mezclar con cal viva a estabilizar la cantidad de agua.

Una vez drenado el afluente, utilizaremos el material extraído inicialmente para rellenar las pozas. En zonas alteradas por el proceso de perforación se cubrió la zona con material orgánico por unos 0.30 m. Para culminar utilizando semillas de vegetación de la zona revegetamos, para acelerar la regeneración del suelo, con apoyo de los profesionales del Departamento de Relaciones Comunitarias.

El cierre fue iniciado cubriendo las pozas con el material extraído inicialmente en la construcción. Material que inicialmente fue apilado y almacenado para tal fin.

***Contingencia por rotura de poza de lodos:***

- Apagar cualquier motor o válvula que alimente el derrame.
- Realizar inspección constante de las paredes de las pozas.
- Evaluar y describir en forma precisa las causas de ruptura.
- La adecuación y construcción de las pozas deberán hacerse en forma técnica y adecuada.
- Programar en forma permanente el control de llenado de lodos en las pozas y del sistema de conducción (tuberías).
- Se deberá señalar áreas seguras dentro y fuera de las instalaciones.
- Programar la realización, seguimiento y observación de las cuencas y quebradas, realizar la limpieza en caso necesario.
- Realizar los procedimientos de control, como levantar un dique para frenar el derrame, asegurar la contención o utilizar absorbentes.
- Recobrar en lo posible todos los productos involucrados.
- Luego de un derrame en plena operación, primero evaluar las condiciones del suelo, agua y ecosistema para medir la magnitud del impacto antes de iniciarse las actividades de rehabilitación.

#### 4.1.5.9 Control, muestreo y tratamiento de efluentes

El proceso de perforación produce dos tipos de efluentes:

- a) **Efluentes producidos por la perforación de taladros**, componente de lodos (líquidos y sólidos), que pasan a las pozas de sedimentación para separar por gravedad sólidos de líquidos por gravedad, el confinamiento fue controlado, los cortes fueron sometidos a un tratamiento fisicoquímico considerando criterios como recubrimiento adecuado, monitoreo de lixiviados y cuidados de recubrimiento, posteriormente el efluente líquido si no necesita tratamiento adicional se vierte al ambiente. Si hay presencia de sólidos utilizamos método de zarandas vibratorias para mejorar la separación a través de sus tamices de acuerdo a la granulometría.

Verificar y garantizar que los controles de sólidos se encuentren en óptimas condiciones para que se ejecute una adecuada separación de cortes y el lodo, por medio de inspecciones periódicas.

Otro tratamiento es la solidificación, con la meta de lograr un material tan fuerte que se podría transformar en un material inofensivo previniendo que sustancias toxicas se disuelvan al contacto del medio ambiente, utilizando hidrociclones o también con el uso de centrífugas decantadoras.

- b) **La generación de aguas servidas** por la población laboral, serán procesadas en una planta de tratamiento biológico para ser vertidas al cuerpo receptor, para su descarga final al río Fuerabamba, cuando se garantice que están por debajo de los límites permisibles.

Los monitoreos tendrán una frecuencia en base a la normatividad vigente.

#### 4.1.5.10 Obturación de los taladros

Para asegurar la seguridad de las personas, la flora, fauna y la maquinaria del área, deben obturarse los taladros se obturarán de acuerdo al tipo de acuífero interceptado.

Los siguientes procedimientos se aplican dependiendo de la presencia de agua:

**Cuando no se encuentra agua.** Aquí no es necesario la obturación ni sellado. Sin embargo, el taladro deberá cubrirse de manera segura para prevenir el daño de personas, animales o equipo. Se procederá de la siguiente manera:

- Se atiborra el pozo con grava de bentonita hasta 1m por debajo del nivel del terreno.
- Se instala una obturación no metálica, - Se rellena y se emplea un sellante de cemento con la identificación, dirección y ubicación de la perforación, así como el periodo de trabajo.

**Al encontrar agua estática.** Al encontrar con la perforación interceptada un acuífero no confinado, se rellena el orificio de corma completa de 1,0 a 3.5 metros de la superficie con bentonita o componentes similares, posteriormente con cemento iniciando de la parte superior con la bentonita hasta la superficie. Cuando el equipo de perforación ya no está en el lugar al momento de la obturación, es aconsejable el uso de grava y cortes de perforación según el protocolo:

- Ubicar el material sellante iniciando de la parte inferior del pozo llegando a la parte superior del nivel de agua estática.
- Atiborrar el pozo con detritos a 1m por debajo del nivel de la tierra.
- Instalar un sellante no metálico, con inscripción de la empresa

- El relleno deberá ser apisonado a el metro final con material del pozo o utilizar como mínimo de 1m de cemento hacia la parte superficial.

***Cuando se encuentra agua artesiana.*** En el caso de que la perforación intercepta un acuífero confinado artesiano, se obturará el pozo antes de retirar el equipo de perforación.

Para la obturación, se emplea un cemento apropiado o alternativamente bentonita, este material va a contener el flujo de agua.

Procedimiento:

- Rellenar material (cemento o bentonita) obturadores de manera lenta iniciando al fondo del sondaje hasta 1 m por debajo de la superficie.
- El pozo entra en observación por 24 horas. Si hay contención del flujo, se retira la tubería de perforación y se colocará una sellante no metálica a 1m. Posteriormente se rellenará y apisonará el metro final del pozo.
- Extender corte sobrante a 2.5 cm sobre el nivel de tierra original.
- Cuando no se controla el flujo se reiniciará la perforación del pozo de descarga y obturaremos desde el fondo hasta 1 m del nivel superficial.

Al no lograr contener, se reiniciará la perforación del pozo de descarga procediendo a obturar desde el fondo con cemento hasta 1m de la superficie. En superficie la obturación o sellante será como mínimo 1,5m.

#### **4.1.6. Recuperación de áreas en las plataformas de perforación**

Para rehabilitar las plataformas de perforación los realizamos de igual manera a los realizados en los caminos y/o accesos siguiendo los pasos:

- Se aflojó la superficie de las plataformas reduciendo la solidificación para favorecer la infiltración del agua y la revegetación.
- Se modeló la topografía original lo más cercana posible previo a colocar la cobertura de capa de suelo. Al restaurar la cobertura vegetal apoyamos a la

regeneración del suelo, se restituyo los hábitats para favorecer la recolonización de la fauna ahuyentada

El procedimiento de revegetación se inició en el onceavo mes de cada año, para aprovechar las lluvias de los meses de invierno (diciembre, enero y febrero).

De igual modo, si se trata de revegetar formaciones de matorrales, pajonales de Puna, roquedales, se utilizaron especies tales como *Baccharis incarum*, *Baccharis salicifolia* y *Bernadesia sp.*, entre otras.

El departamento de Relaciones Comunitarias observó periódicamente el crecimiento de las especies al menos con visitas en forma semanal por el período de tres meses.

### **Figura 13**

*Retiro de maquinaria*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*



## Figura 14

*Retiro de la tina de lodos*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

### **4.1.6.1 Recuperación de accesos y caminos**

Para combatir la erosión de los suelos en los taludes de los accesos y caminos, se inició la revegetación, al terminar de utilizar estas instalaciones. Las acciones de rehabilitación comprenden lo siguiente:

- Restablecimiento de las vías de drenaje al estado natural.
- Nivelación y perfilado.
- Aflojar las superficies de los accesos disminuyendo la compactación para auxiliar la infiltración del agua y el sembrío de pasturas.
- Al existir rocas sueltas, debieron ser colocadas en forma de muros de contención, que generó estabilidad al talud de posibles desplazamientos, garantizando estabilidad y mejora en el paisaje del terreno a remediar.
- Restituir la topografía original del terreno en lo posible antes de colocar la capa de suelo.

#### **4.1.6.2 Volumen de agua de desechos o aguas servidas a generarse**

Un estimado de aguas servidas es un promedio de 160 litros/persona/día, por lo que, se tendrá una producción de 3200 litros/día.

Se construyó una Planta de tratamiento biológico, de 7000 galones/día, cuyo principio es el manejo de fangos activados con aeración extendida.

#### **4.1.6.3 Volumen de residuos sólidos a generarse**

Los residuos generados son sustancias sólidas y semi -sólidas, resultado de las actividades del proyecto de perforación esto los clasificamos como:

**a) Residuos Industriales:** Residuos conformados por lodos, papelería, madera, plásticos, vidrios, cartón, fibras, en su mayoría están mezclados con líquidos ácidos o alcalinos, aceites pesados, entre otros, considerando también residuos peligrosos.

Generados en espacios de exploración, espacios de estacionamiento de equipos, oficinas y campamentos

Los residuos peligrosos y no peligrosos, serán separados cumpliendo el Reglamento de la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos.

El tratamiento de residuos peligrosos estará a cargo de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS – RS). Los residuos no peligrosos serán ubicados en rellenos sanitarios diseñados para este fin.

**b) Residuos domésticos:** Conformados por restos de alimentos, papelería-cartón, envases varios, y otros similares.

El promedio generados es estimado en 0,50 kg /día/persona y planificando una población de 200 trabajadores produciría 3000

kg/mes, al compactarla serían 500 kg/m<sup>3</sup>, que ocuparía 6 m<sup>3</sup> /mes, por lo que, en la primera etapa que son de dos años se necesitaría un espacio de 144 m<sup>3</sup>.

Los residuos domésticos se dispusieron en un Relleno Sanitario, su construcción cumplió lo nombrado en el Art. 85º del Reglamento de la Ley 27314, Ley General de Residuos Sólidos.

#### **4.1.6.4 Plan de cierre**

En todo Plan de Operaciones, el componente más significativo es el Plan de Rehabilitación. La empresa al término de la etapa de exploración (aprox. 03 años) tiene planificado realizar su Plan de Cierre.

Si el proyecto exploratorio es negativo a los intereses de la empresa, mediante un Plan de Rehabilitación procederán al cierre de operaciones, direccionado a devolver un paisaje compatible con el medio ambiente circundante.

- Plan de prevención, mitigación ambiental.
- Plan de monitoreo ambiental
- Plan de higiene, seguridad y salud.
- Plan de manejo de los residuos, tanto sólidos como líquidos.
- En el plan de cierre el agua será utilizada principalmente para el riego de los frentes rehabilitados y revegetación, con objetivo de minimizar material particulado y el polvo.

#### **4.1.6.5 Instalaciones y maquinaria**

Al término de las operaciones, se ejecutará el retiro de todo equipo y máquina de la zona del proyecto, cumpliendo con el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

Si existieran instalaciones estas serán demolidas y los restos serán colocados en un relleno sanitario doméstico antes de su cierre, por lo que estos no son peligro alguno.

#### **4.1.6.6 Cierre del relleno sanitario**

Con material tratado con cal, cubriremos con una capa de 0.15-0.20 m, añadiéndole otra capa de unos 0.20 m de suelo arcillosos y como capa final de unos 0.30 m suelo orgánico, procedimiento de cierre del relleno doméstico; a fin de proceder a la reforestación del área afectada, los residuos que se consideren peligrosos deberán ser trasladados por una empresa contratada registrada en DIGESA para que se disponga de manera segura, estos materiales generalmente son acumulados temporalmente en contenedores de color rojo.

#### **Figura 15**

*Panorámica de poza de recolección de lixiviados de residuos*



*Fuente: Departamento proyectos Xstrata*

El relleno sanitario cuenta con una superficie de 7212.80 m<sup>2</sup>, con medidas de 56m x 128,8m, su proyección es para 4 años, para 72 m<sup>3</sup> de estimado de acumulación de residuos en dos años.

#### **4.1.6.7 Cierre de la planta de tratamiento de aguas industriales**

El procedimiento para el tratamiento de aguas industriales es:

- Desinstalación y retiro de equipos
- Acopio en bolsas y almacenamiento en contenedores de plástico y almacenados temporalmente en el Almacén de Insumos Químicos para ser trasladados y/o comercializados.
- Nivelación o perfilado del terreno utilizado. Generar menor perturbación morfológica.
- Reinstaurar el suelo superficial.
- Revegetación con especies nativas.

#### **4.1.6.8 Planta de tratamiento de aguas residuales**

Para el campamento de Charcas cumpliendo con la normatividad vigente, se edificará una nueva planta de tratamiento de aguas servidas esta será construida en un área de 8,4m x 14m o 117,6m<sup>2</sup>.

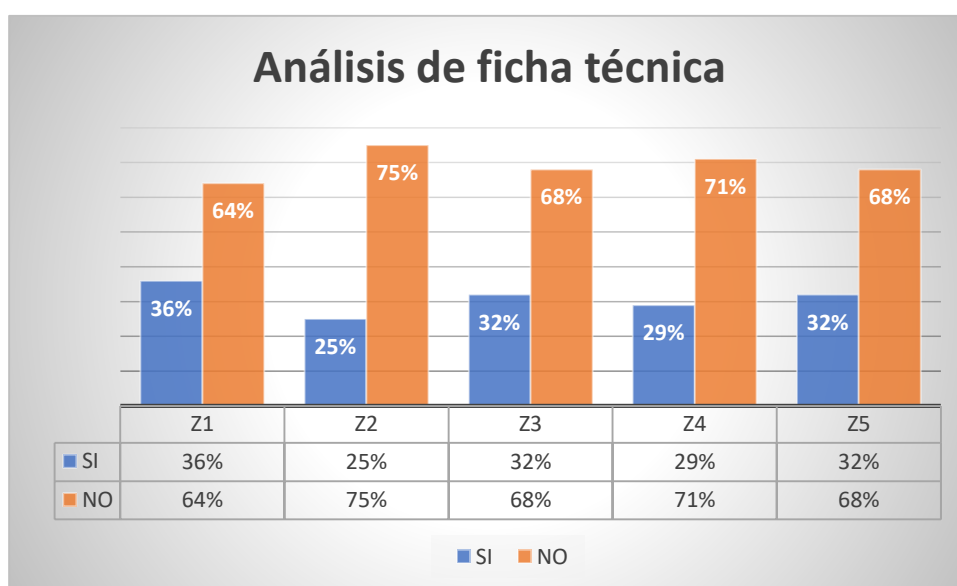
Con el uso de fangos activados se realizó el tratamiento de las aguas residuales, es un proceso biológico aerobio, con exposición prolongada para que las bacterias aerobias degraden la materia orgánica a fin de lograr una depuración del agua a tratar lo más completa posible y se favorezca la autooxidación de las materias vivas engendradas a partir de la DBO, para lograr un fango residual sin olor alguno. Es así que la materia orgánica aportada por el agua a tratar es utilizada íntegramente por solubilización y absorción de las materias en suspensión y de los coloides.

Este procedimiento de oxidación o depuración aérea: no modifica el pH, reducción eficaz del DBO (menos de 15mg/L) y de sólidos en suspensión (hasta 40mg/L).

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

El desarrollo del trabajo, inició con la evaluación geológico ambiental de los pozos de perforación donde se detectó la falta de procedimientos de estudio en el suelo superficial como fisiografía de suelo, el estudio físico del suelo, los riesgos geológicos y los riesgos de manejo de residuos, generando como instrumento de toma de datos descriptivos la **ficha técnica** (ANEXO pág. 108), donde numeramos acciones que se deberían ejecutar en cada zona de calicatas y pozos de sondaje

De la ficha técnica obtenemos el siguiente cuadro estadístico:



Podemos explicar, que de acuerdo a la ficha técnica, encontramos que existe un bajo cumplimiento de realizar actividades de control geológico ambiental.

Análisis de frecuencias:

Respuestas "**Sí**": 36%, 25%, 32%, 29%, y 32%

Calcular el promedio de las respuestas "**Sí**":

$$(36 + 25 + 32 + 29 + 32) / 5 = 154 / 5 = 30.8\%$$

Calcular la desviación estándar de las respuestas "Sí":

Para calcular la desviación estándar, primero necesitamos calcular la varianza.

Varianza =  $\sum(xi - \bar{x})^2 / n$ , donde xi es cada valor de respuesta "Sí",  $\bar{x}$  es el promedio y n es el número de respuestas.

$$\text{Varianza} = ((36 - 30.8)^2 + (25 - 30.8)^2 + (32 - 30.8)^2 + (29 - 30.8)^2 + (32 - 30.8)^2) / 5$$

$$\text{Varianza} = (27.04 + 34.56 + 2.44 + 2.44 + 2.44) / 5 = 13.984$$

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\text{Varianza}} = \sqrt{13.984} \approx 3.74\%$$

### **Interpretación de resultados:**

La frecuencia de respuestas "Sí" (cumplimiento de acciones de estudio de suelos para el control geológico ambiental, derivada de la ficha técnica (anexo pág. 108)) varía entre 25% y 36%, con un promedio de aproximadamente 30.8%. Esto sugiere que, en promedio, alrededor solo el 30.8% se cumplen con los requerimientos técnicos propuestos.

La desviación estándar de aproximadamente 3.74% indica que las respuestas están relativamente dispersas en torno al promedio, lo que sugiere cierta variabilidad en las respuestas.

En resumen, el análisis indica que el cumplimiento de las acciones de estudio de fisiografía, estudios físicos del suelo, riesgos geológicos y manejo de residuos varía en los 5 sondeos estudiados. El promedio de cumplimiento es del 30.8%, y el valor más frecuente es el 32%. Sin embargo, hay una variabilidad moderada en el cumplimiento entre los sondeos, con un rango del 11%. Estos resultados pueden ser útiles para identificar áreas de mejora y para evaluar la influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondeos diamantinos en diferentes contextos geográficos o ambientales.

### **4.3 Prueba de hipótesis**

Habiéndose realizado el estudio de suelos y analizadas las muestras de las calicatas o pozos de muestreo, se determinó que las zonas de los sectores Fuerabamba y Azuljaja, en la capa de suelo orgánico con una potencia de 0.35 metros aproximadamente que cubre a las arcillas rojas se encuentra CONTAMINADA con Baritina, sobrepasando el ECA para suelos agrícolas.

En relación a la hipótesis planteada, los resultados sugieren que el cumplimiento del estudio de suelos y otras acciones de estudio es relativamente bajo, con un promedio de cumplimiento del 30.8% en los sondajes de la mina Las Bambas. Además, se podría mencionar que el no cumplimiento de estas acciones de estudio, podrían haber llevado a la presencia de contaminantes como la baritina en el subsuelo.

El análisis y los resultados respaldan la hipótesis de que el estudio de suelos puede influir en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas. El bajo cumplimiento de las acciones de estudio puede estar asociado con la detección de contaminantes como la baritina en el subsuelo, lo que subraya la importancia de implementar y desarrollar procedimientos adecuados de control geológico ambiental para mitigar estos riesgos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este análisis se basa en una muestra de 5 zonas estudiadas y que es necesario considerar un análisis más amplio y detallado para obtener conclusiones más sólidas y respaldar completamente la hipótesis planteada. Además, es fundamental identificar las causas del bajo cumplimiento y tomar acciones correctivas para mejorar el control geológico ambiental en la mina Las Bambas.

### **4.4 Discusión de resultados**

El análisis realizado proporciona una visión detallada de la evaluación del control geológico ambiental en los pozos de perforación de la mina Las Bambas. El trabajo comenzó con la identificación de la falta de procedimientos de estudio



en el suelo superficial, lo que llevó a la generación de una ficha técnica como instrumento de recopilación de datos descriptivos. La posterior presentación de los resultados en un cuadro estadístico ofrece una representación visual clara de la situación.

El análisis de frecuencias revela que las respuestas "Sí" (indicando el cumplimiento de las acciones de estudio de suelos para el control geológico ambiental) varían entre 25% y 36%, con un promedio de aproximadamente 30.8%. Esta información sugiere que, en promedio, alrededor de un tercio de las acciones propuestas se cumplen según los requerimientos técnicos. Se evidencia que el cumplimiento de las acciones de estudio de fisiografía, estudios físicos del suelo, riesgos geológicos y manejo de residuos varía entre los 5 sondajes estudiados. El promedio de cumplimiento del 30.8% resalta la necesidad de mejorar la implementación de estos procedimientos. Aunque el valor más frecuente es el 32%, la variabilidad moderada en el cumplimiento entre los sondajes, con un rango del 11%, indica que hay áreas con un mejor cumplimiento y otras que necesitan atención.

La investigación tuvo como propósito determinar la Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental en sondajes diamantinos.

En base al análisis de los datos tomados en campo, los resultados de la ficha técnica elaborada para tal fin respaldan la hipótesis planteada en la tesis que el estudio de suelos influye en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos. Se encontraron contaminantes como la baritina en el subsuelo debido al poco conocimiento de las características geotécnicas, físico químicas del suelo y al no cumplimiento de las acciones de estudio. Esto resalta la importancia de implementar y desarrollar un procedimiento adecuado de estudio de suelos para mitigar riesgos y prevenir la presencia de contaminantes.

Es necesario explorar las posibles causas detrás del bajo cumplimiento de las acciones de estudio en los sondajes diamantinos. Pueden existir factores

técnicos, operativos, logísticos o económicos que afecten la ejecución de estas acciones. Identificar y abordar estas causas puede ser fundamental para mejorar el control geológico ambiental y reducir la presencia de contaminantes en el sub suelo. Como en el proyecto elaborado por Encico y Ramos (2021) en el estudio "*Declaración de impacto ambiental del prospecto minero metálico Nueva Santa Rita, para su exploración*", donde se estudia el impacto ambiental en la primera etapa de exploración. Ellos concluyen que bajo normas y el Reglamento de seguridad e higiene minera, los trabajos deberán ser efectuados con precaución en áreas agrícolas, y evitar contaminar el drenaje natural, se aplacará la erosión en mayor cantidad a causa del agua o fuerzas eólicas que afecten el medio o calidad de agua, a través de generar una cobertura de suelo y de vegetación.

Los resultados subrayan la importancia de una gestión ambiental efectiva en la mina Las Bambas. Un adecuado control geológico ambiental es esencial para proteger el medio ambiente y minimizar el impacto de la actividad minera en la zona. Es fundamental establecer procedimientos y protocolos que garanticen el cumplimiento de acciones de estudio y la prevención de contaminantes. Al respecto Apaza (2014), en su tesis "*implementación de sistemas de gestión ambiental en una empresa de exploración minera con perforación diamantina UDR-200*" dedicadas a exploración con perforación coincidiendo con esta necesidad, los métodos de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente como herramientas con un buen diseño e implementados responden a una mejora, deberán ser menores los impactos al medio ambiente; al producir residuos contaminantes, los referidos sistemas de gestión adecuados a políticas y normas inmersas en una legislación, acompañarán el trabajo técnico de investigación generando un sistema de gestión.

En una comparación de las tesis "Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac" como en la investigación de C. Aragón (2018) sobre la "Optimización

del Control de Procesos en el Proyecto de Perforación Diamantina para Estudios Geotécnicos Nasa-Antamina", se abordan temas relacionados con la mejora de los métodos de control en proyectos de perforación diamantina y estudios geotécnicos. A pesar de que los contextos y enfoques son distintos, hay similitudes en los propósitos y enfoques metodológicos. En la investigación de C. Aragón (2018), la mejora de los métodos de control tradicionales se exploró a raíz de su ineficacia previa, lo que condujo a la necesidad de revisar y optimizar estos procesos. La metodología se basó en los principios del PMBOK, una guía reconocida para la gestión de proyectos, con el objetivo de identificar un proceso de control efectivo que permitiera dirigir el proyecto a través del monitoreo y control del cronograma. Por otro lado, en la tesis "Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas", se busca caracterizar y analizar cómo el estudio de suelos impacta en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos, con la intención de mejorar la sostenibilidad al minimizar los impactos ambientales. Aquí, el enfoque se centra en la influencia específica del estudio de suelos en el control geológico ambiental con el cumplimiento de acciones técnico operacionales que se basaron en resumir fichas técnicas normadas y correlacionadas. A pesar de las diferencias, ambas investigaciones comparten la idea de mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos en proyectos relacionados con la perforación diamantina y los estudios geotécnicos. La utilización de metodologías sólidas y reconocidas, como el PMBOK, en el caso de C. Aragón (2018), y la atención a la influencia de los estudios de suelos en la toma de decisiones en el control geológico ambiental, en el caso de la tesis, destacan la importancia de adoptar enfoques informados y estructurados para abordar los desafíos en este campo.

Nuestro estudio se enfoca en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos. Los resultados muestran que en zonas específicas de los sectores Fuerabamba y Azuljaja, se detectó contaminación con Baritina que

sobrepasa los estándares permitidos. La conclusión sugiere que el cumplimiento de las acciones de estudio es relativamente bajo y que este incumplimiento podría haber contribuido a la presencia de contaminantes. Los hallazgos respaldan la hipótesis de que el estudio de suelos influye en el control geológico ambiental. Sin embargo, se reconoce que el análisis se basa en una muestra limitada y que se necesita un estudio más amplio para validar plenamente estas conclusiones. Además, se resalta la importancia de implementar procedimientos adecuados de control geológico ambiental.

## CONCLUSIONES

Los estudios de suelos en los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas han revelado la identificación de zonas adecuadas para la implementación de medidas de control, como la colocación de geomembranas, destinadas a prevenir la contaminación ambiental. Este enfoque se basa en la caracterización y evaluación exhaustiva de la formación rocosa y del suelo en la región minera, lo que ha permitido identificar parámetros geológico-ambientales clave, como la permeabilidad del suelo orgánico y la impermeabilidad del horizonte de arcilla.

La correlación de los resultados de los análisis geotécnicos y geológicos con el estudio detallado del suelo, que abarcó aspectos como la potencia, el tipo de suelo, la porosidad y la permeabilidad, se ha logrado establecer una estrategia de control geológico ambiental efectiva y adaptada a las condiciones específicas de la mina Las Bambas.

Al determinar los atributos físicos y químicos peculiares, así como los rasgos distintivos de los suelos en la mina Las Bambas, se establece una conexión crucial en el desarrollo del control geológico ambiental de los sondajes diamantinos. Estos estudios de suelos son esenciales para comprender la compleja interacción entre la geología local y el medio ambiente circundante. Uno de los aspectos más destacados de esta relación es la prevención de la contaminación de los suelos, que representa una amenaza significativa para el ecosistema, por ende, las características de contaminación hallados en los estudios de suelos permiten implementar medidas de control ambiental efectivas durante las operaciones de sondaje diamantino.

La observación detallada de los procedimientos de sondaje ha permitido identificar de manera precisa las alteraciones ambientales derivadas de estas actividades, como la degradación de la calidad del suelo, la perturbación de la

topografía, la movilización de la fauna y la pérdida de cobertura vegetal y estructura del suelo.

Se ha logrado un grado significativo de cumplimiento de las normas ambientales y los procedimientos de control geológico en los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas. La puntuación promedio ponderada de estos elementos podría estar alrededor del 92.0%, lo que refleja un enfoque sólido en la gestión ambiental y el control geológico de las actividades exploratorias en la mina

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio de suelos, para determinar el control geológico ambiental a implementar en cada plataforma de sondaje diamantino que se va a realizar.

Se deben almacenar las contramuestras hasta el cierre de minas de la zona de instalación de plataformas de sondaje diamantino.

Se recomienda realizar un levantamiento topográfico más detallado dentro del plan de exploración propuesto en Las Bambas.

Se recomienda ampliar investigación de riesgos ambientales y estrategias que mitiguen impactos que se generen en los procesos de sondaje profundizando riesgos socioeconómicos que se identificaron en la presente monografía.

Los estudios de sondaje eléctrico vertical (SEV), como estudio geofísico práctico se recomienda como procedimiento que permite conocer la granulometría de suelo a profundidad de acuerdo a la resistividad del suelo.

Se recomienda que XSTRATA PERU S. A., realice convenios con las Universidades que poseen las Escuelas de Ingeniería Geológica e Ingeniería de Minas, en lo que se refiere a entrenamientos, stage a docentes universitarios y prácticas a alumnos universitarios de los últimos semestres.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alpole, R. E. & Myers, R. H. Probabilidad y Estadística. 4. Ed. Ciudad de México, McGraw-Hill, 1996.
- Anaya Sanabria Angie P. (2019), Tesis, "Establecimiento de indicadores que permitan la evaluación del desempeño ambiental (EDA) en el proyecto minero Las Palmeras – Gecelca S.A. E.S.P., mediante directrices de la NTC-ISO 14031". Colombia 2019.
- Andrade L. – Covelo E. F. – Vega F.A. estudio Uso de arcillas especiales para depuración de aguas residuales, Las Lagoas – España 2005
- Apaza Samga Victor tesis Implementación del sistema de gestión ambiental en una Empresa de Exploración Minera con perforación Diamantina UDR – 200, Arequipa – Perú 2014.
- Aragón Moncada, Cristian Erick, Tesis Mejora de control de procesos para el proyecto de perforación diamantina para estudios geotécnicos Nasa-Antamina utilizando la guía del Pmbok 6ta edición, Explomin del Perú S.A., Ancash, 2018
- Carballo Barcos, M & Guelmes Valdés; E. L. (2014), Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Universidad y Sociedad [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000100021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021)
- Castañeda Martínez Alexandra monografía Riesgos ambientales sobre agua y suelo por disposición de cortes de perforación en el campo Castilla, Bogota – Colombia 2019
- CESEL Ingenieros, Evaluación ambiental preliminar "HER1" informe final Rev 0, pp 20-22 Lima -2016



Cornelis Klein, Cornelius S. Hurlbut, Manual de Mineralogía Editorial Reverte S. A. España – 1997.

Delgado Villanueva Kiko, Tesis “Diseño e implementación de un sistema informático para la evaluación rápida de impactos ambientales”, Perú-2012.

Escobedo, R., Bendayán, L., Rojas, C., Rodríguez, F. y Marquina, L. (1994). Estudios detallado de suelos de la zona “Fernando Lores” – Tamshiyacu (Región Loreto). [*Documento Técnico N° 05*]. <https://1library.co/document/yunnjpr1y-estudios-detallado-suelos-fernando-lores-tamshiyacu-region-loreto.html>

Enciso Martinez Giovanni – Ramos Ariza Jonel Daniel , estudio Declaración de impacto ambiental del prospecto minero metálico Nueva Santa Rita, para su exploración, Huancayo – Perú 2021.

Guerrero Marín, Dennis Stiven, Tesis “Análisis de modelos de mitigación con base en estudio geológico y geotécnico para la estabilización de taludes barrio el Pesebre municipio de Lebrija, Santander, Colombia-2019

GEOSEISMIC EXPLORACIONES Av. Alonso de Córdova 5710 of 403, Las Condes.  
+56 2 32207433 info@geoseismic.cl Email: info@geoseismic.cl

Hernández y Mendoza. (2018). Estadística Investigativa.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2020). Metodología de la investigación. 2da ed. Editorial Ultra SA: México.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. 6ta Ed. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.: México.

Jenks, W. (1952). Geología de los yacimientos de cobre en "skarn" en la región suroriental del Perú. [*Boletín Sociedad Geológica Perú*]. 59,153-174.

- Marocco, R. (1975). Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas – [Boletín A 27], *Sector Energía y Minas INGEMMET Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/145>
- Marocco, R. (1975). Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. [Boletín A27]. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/145>
- McCray Arthur V – V. y Cole Frank (2011) Tecnología de la perforación de pozos petroleros, Compañía Editorial Continental S.A.
- Marjoribanks(2010) "Geological Methods in Mineral Exploration an Mining", 2da Edición, Springer.
- Marroquín, R. (2013). Matriz operacional de la variable y matriz de consistencia. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle Programa de Titulación. <http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESION-7-MATRIZ%20OPERACIONAL%20DE%20LA%20VARIABLE%20Y%20MATRIZ%20DE%20CONSISTENCIA.pdf>
- Mayorga, L. (2013). Programa de perforación marina en la plataforma de Yucatán. (*Tesis de Licenciatura*), Universidad Nacional Autónoma de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/197483>
- Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para el muestreo de suelos. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

Ministerio del Ambiente (2019) Estándar de calidad ambiental [Estándar de Calidad Ambiental - Informes y publicaciones - Ministerio del Ambiente - Plataforma del Estado Peruano \(www.gob.pe\)](#)

Quinto Capani Juan - Torres Llacctahuaman Efraín estudio Tratamiento de lodos de perforación diamantina utilizando el sistema Mactube para la calidad de agua en el proyecto minero Pukaqaqa compañía Nexa Resources Perú S.A.A. Huancavelica – 2018.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, La contaminación del suelo: una realidad oculta Roma,2019

Pees, S. T. (2004) Inventor and History. Obtenido de Oil History:

<http://www.petroleumhistory.org/OilHistory/pages/Diamond/inventor.html>

Perforación diamantina de exploración

[Perforación diamantina de exploración ContenidoyHistoria \(hmong.es\)](#)

Price, J. y Murnan, J. (2013). Limitaciones de la investigación y la necesidad de informarlas. *Revista estadounidense de educación para la salud*, 35(2), 66-67.  
<https://doi.org/10.1080/19325037.2004.10603611>

Ramiro De la Cruz F Lima Perú; 2019

Research Journal 2018, Vol 3, No. 8.1, pp. 176-185 Revista de la Universidad Internacional del Ecuador.

ResearchGate Dr. C. Eudaldo Enrique Universidad Técnica de Machala. Ecuador Hoja 42, octubre, 2018 .

Sandra Silva Arroyave – Francisco Correa Restrepo, estudio Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica, Medellín – Colombia 2009.

Sabino Carlos A. (1986). El proceso de investigación. Caracas: Editorial Panapo, p. 53

## **ANEXOS**

**Instrumento de recolección de datos: Ficha Técnica 001**

<b>FICHA TECNICA – 001</b>	
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS XTRATA PERU S.A.	
IDENTIFICACION DE LA VARIABLE / INDICADOR	
Nombre :	
Unidad de medida :	
Ubicación UTM :	
Fecha :	
Hora :	
DESCRIPCION SUELO	
Definición	
Marco conceptual	
Características organolépticas	
Tipo de suelo-textura-compactación-humedad	
Muestreo de identificación:	
Muestreo de detalle	
Muestreo de nivel de fondo	
Clasificación SCUS	
Relación de DCR calidad de roca	
FISIOGRAFIA	
Pendiente máxima :	
Pendiente mínima :	
Geoforma :	
Orientación de máxima pendiente :	
Metas / Objetivos :	

## Instrumento de recolección de datos: Ficha Técnica 002

VARIABLE I ESTUDIO DE SUELO	
<b>DIMENSION FISIOGRAFIA DEL SUELO</b>	
1. Se cuenta con cartografía geológica detallada y descripción de zonas específicas a ocupar.	
2. Se presenta descripción del contexto geológico	
3. Contamos con datos de ángulos de estabilidad de taludes	
4. Contamos con definiciones de parámetros de cohesión, ángulo de fricción y densidad para taludes.	
5. Se presenta la descripción del perfil del suelo en el sondaje.	
6. Se contempla estudio de riesgos geológicos, laderas inestables, karst, disoluciones, inundaciones, subsidencias, colapso, etc.	
7. Contamos con la descripción de la morfología del suelo.	
<b>DIMENSION FISICA DEL SUELO</b>	
8. Contamos con características litológicas de rocas aflorantes y recubrimientos, espesores, grado de meteorización, cambio de facies, etc. Planos a escala 1:250 a 1:2500	
planos de discontinuidad y posibilidad de afectación por agua. Planos a escala 1:250 a 1:2500.	
10. Se realiza la prospección para completar el modelo geológico de la zona.	
11. Se realizaron ensayos in situ para caracterizar los materiales de recubrimiento y de la base rocosa.	
12. Contamos con análisis de la vegetación y uso de suelos.	
13. Se ejecutaron ensayos de laboratorio para determinar las características geomecánicas del terreno, tanto de los suelos de recubrimiento como de bases rocosas.	
14. Se cuenta con la clasificación; con que tipos de suelos se cuenta en cada sondaje	
VARIABLE II CONTROL GEOLOGICO AMBIENTAL	
<b>DIMENSION RIESGOS GEOLOGICOS</b>	
15. Se tiene condiciones topográficas favorables para la restauración.	
16. Se cuenta con estrategia de prevención o reducción de filtración de líquidos contaminantes superficiales.	
17. Se hacen propuestas, si es necesario, de posibles medidas correctoras geológico ambientales.	
18. Contamos con gestión de riesgos en la planificación de sondajes	
19. Contamos con los valores límite máximo permisible de los efluentes que pueden causar daño.	
20. Contamos con un técnico o personal capacitado al pie del sondaje	
21. Se cuenta con balsa de lodos planificada de acuerdo al tipo de suelo	
<b>DIMENSION RIESGOS MANEJO DE RESIDUOS</b>	
22. Recogida y tratado de aguas contaminadas de instalaciones de residuos de forma que cumplan la normativa aplicable en material de agua y vertidos.	
23. El cierre de relleno sanitario se realizó con las medidas de protección adecuadas. Previniendo o reduciendo filtraciones de acuerdo a la normativa vigente.	
24. Se encuentra planificada la prevención y reducción de los contaminantes	
25. Existe un plan en caso de pérdidas o derrames, control, procedimientos de evaluación, retirada y gestión de ellos	
26. Cumple con la capacidad propuesta el vertedero	
27. Las características constructivas del vertedero están diseñadas de acuerdo al estudio de los suelos	
28. Se ejecuta de manera eficiente el tratamiento de residuos.	

Cuadro con adecuación de la Lista de verificación para visado y supervisado de estudios y proyectos (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos – País Vasco- España)

## Matriz de consistencia

Problema General	Problemas específicos	Objetivo General	Objetivos específicos	Hipótesis General	Hipótesis Específica
<p>La exploración a través de sondajes diamantinos conlleva a diversos impactos ambientales. La falta de estudios detallados de los suelos en las áreas de intervención puede comprometer el control geológico ambiental, que resultaría en posibles riesgos geotécnicos y daños a los ecosistemas circundantes. De lo que resulta una interrogante ¿Cuál es la incidencia del análisis de los suelos en la regulación geológico ambiental de los sondajes diamantinos realizados en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú - 2019”.</p>	<p>¿Qué estudios de suelos contribuyen en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú – 2019?</p>	<p>Caracterizar y analizar la influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina las bambas en el departamento de Apurímac – Perú – 2019, con el propósito de mejorar la sostenibilidad y gestión responsable de esta actividad, minimizando los impactos ambientales.</p>	<p>Identificar los estudios de suelos que contribuyen en el control geológico ambiental, en sondajes diamantinos en la mina Las Bambas -Apurímac – Perú – Perú – 2019</p>	<p>Para implementar y desarrollar un procedimiento de control geológico ambiental es necesario saber la influencia que existe entre el estudio de suelos y el control geológico ambiental del proceso exploratorio por Sondaje Diamantino, atreviéndonos a proponer la hipótesis que: El Estudio de Suelos influye en el Control Geológico Ambiental de los Sondajes Diamantinos en la mina Las Bambas en el departamento de Apurímac en Perú.</p>	<p>El estudio de suelos contribuye en el control geológico ambiental en zonas donde se ubican sondajes diamantinos.</p>
	<p>¿Cómo se desarrolla el control geológico ambiental en un sondaje diamantino en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú – 2019.</p>		<p>Caracterizar el desarrollo del control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas – Apurímac – Perú – 2019.</p>		<p>El control geológico ambiental apoya al diagnóstico y minimiza el impacto de los problemas de contaminación de suelos al mitigar en lo posible la degradación ambiental en zonas de sondaje.</p>
	<p>¿Cuál es el cumplimiento de las normativas ambientales y los procedimientos de control geológico en los sondajes diamantinos en la mina Las Bambas -Apurímac – Perú – 2019?</p>		<p>Estimar el grado de cumplimiento de las normas ambientales y los procedimientos de control geológico en los sondajes diamantinos en la mina las Bambas – Apurímac – Perú - 2019</p>		<p>La implementación de prácticas de manejo ambiental adecuadas, basadas en los resultados del estudio de suelos y las normas vigentes, contribuye a mitigar los efectos negativos de los sondajes diamantinos en el entorno geológico y ambiental</p>



**FICHA DE EVALUACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: Mg. Alberto Amesquita Altamirano**  
**TITULO DE LA INVESTIGACION. “INFLUENCIA DEL ESTUDIO DE SUELOS EN EL CONTROL GEOLÓGICO AMBIENTAL DE LOS**  
**SONDAJES DIAMANTINOS EN LA MINA LAS BAMBAS – APURÍMAC – PERÚ – 2019”**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN		Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Buena 41 - 60				Muy Buena 61 - 80				Excelente 81 - 100			
Indicadores	Criterios	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<b>1. Claridad</b>	El instrumento cumple con los diseños adecuados																			90	
<b>2. Objetividad</b>	Tiene relación con el título de la investigación																				95
<b>3. Actualidad</b>	Contribuye con la medición de la variable de estudio																			85	
<b>4. Organización</b>	Existe una organización lógica																			90	
<b>5. Suficiencia</b>	Facilitará el procedimiento de los datos																			90	
<b>6. Intencionalidad</b>	Facilitará el logro de objetivos de la investigación																			85	
<b>7. Consistencia</b>	El instrumento se relaciona con la variable de estudio																				95
<b>8. Coherencia</b>	Entre las variables y los indicadores																			90	
<b>9. Metodología</b>	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																			90	

**VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN**

90
----



Firma del Experto Informante

Lugar y Fecha: Apurimac 25 Noviembre del 2019

N° DNI 02384087  
 N° CIP. 26593  
 Teléfono 983 752 643

**FICHA DE EVALUACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: Ing. Miguel Sánchez Sánchez**

**TITULO DE LA INVESTIGACION. “INFLUENCIA DEL ESTUDIO DE SUELOS EN EL CONTROL GEOLÓGICO AMBIENTAL DE LOS SONDAJES DIAMANTINOS EN LA MINA LAS BAMBAS – APURÍMAC – PERÚ – 2019”**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN																					
Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Buena 41 - 60				Muy Buena 61 - 80		Excelente 81 - 100					
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<b>1. Claridad</b>	El instrumento cumple con los diseños adecuados																				90
<b>2. Objetividad</b>	Tiene relación con el título de la investigación																				90
<b>3. Actualidad</b>	Contribuye con la medición de la variable de estudio																80				
<b>4. Organización</b>	Existe una organización lógica																				90
<b>5. Suficiencia</b>	Facilitará el procedimiento de los datos																				90
<b>6. Intencionalidad</b>	Facilitará el logro de objetivos de la investigación																80				
<b>7. Consistencia</b>	El instrumento se relaciona con la variable de estudio																			85	
<b>8. Coherencia</b>	Entre las variables y los indicadores																				90
<b>9. Metodología</b>	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				85

**VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN**

87/100
--------



Firma del Experto Informante

Lugar y Fecha: Apurimac 02 Octubre del 2019

N° CIP. 51775  
Teléfono 961164056

**FICHA DE EVALUACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR:** Ing. César Sánchez Gamarra

**TITULO DE LA INVESTIGACION.** “INFLUENCIA DEL ESTUDIO DE SUELOS EN EL CONTROL GEOLÓGICO AMBIENTAL DE LOS SONDAJES DIAMANTINOS EN LA MINA LAS BAMBAS – APURÍMAC – PERÚ – 2019”

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN		Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Buena 41 - 60				Muy Buena 61 - 80		Excelente 81 - 100					
Indicadores	Criterios	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<b>1. Claridad</b>	El instrumento cumple con los diseños adecuados																		90		
<b>2. Objetividad</b>	Tiene relación con el título de la investigación																		90		
<b>3. Actualidad</b>	Contribuye con la medición de la variable de estudio																		90		
<b>4. Organización</b>	Existe una organización lógica																		90		
<b>5. Suficiencia</b>	Facilitará el procedimiento de los datos																		90		
<b>6. Intencionalidad</b>	Facilitará el logro de objetivos de la investigación																		90		
<b>7. Consistencia</b>	El instrumento se relaciona con la variable de estudio																		90		
<b>8. Coherencia</b>	Entre las variables y los indicadores																		90		
<b>9. Metodología</b>	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																		90		

**VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN**

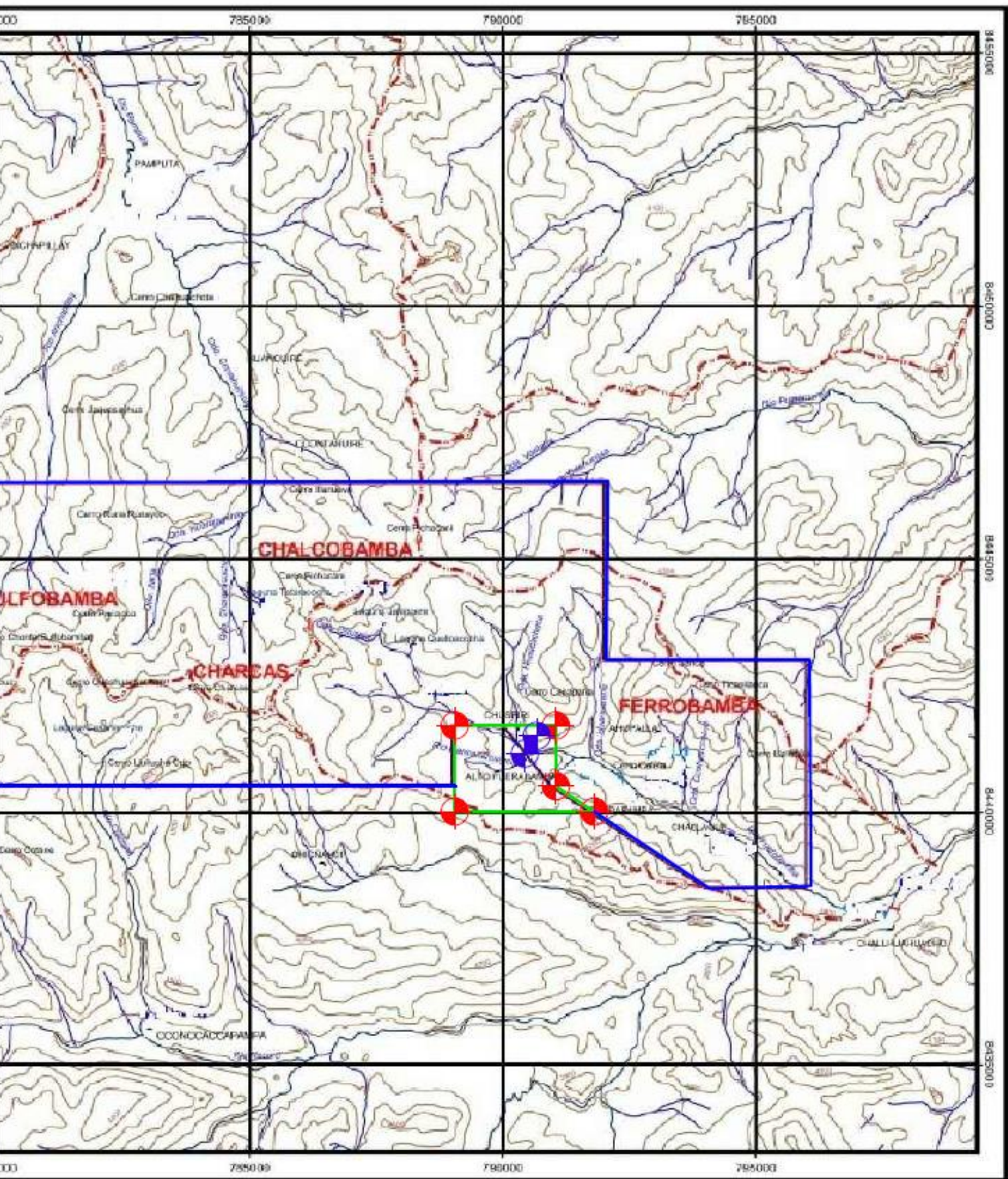
90
----



Firma del Experto Informante

Lugar y Fecha: Lima 15 Enero del 2020

N° CIP. 35796  
Teléfono 989307560



Escala gráfica



### LEYENDA

- Centros poblados
- Puntos de muestreo de:
- Punto de muestreo calicata Z
- Punto de muestreo sondaje PM
- ∩ Límite de cuencas
- Límite de proyecto
- Zonas de estudio
- ∩ Ríos



**UNDAC**  
Universidad Nacional Daniel A Carrion

Influencia del estudio de suelos en el control geológico ambiental de los sondajes diamantinos en la mina las Bambas Apurimac - Perú - 2019

Límina	Elaborado por
Ubicación del Proyecto y muestras	XSTRATA - Topografía
Dibujado por	Escala:
Cueva Pineda Rafael	E = 1 / 100000