

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



**T E S I S**

**Método de perforación con aire reverso para el muestreo de los stocks piles**

**Hanancocha y Óxidos en Cerro de Pasco, 2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Richard Jhonatan DIAZ CAMPOS**

**Asesor:**

**Dr. Reynaldo MEJÍA CÁCERES**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

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



**T E S I S**

**Método de perforación con aire reverso para el muestreo de los stocks piles**

**Hanancocha y Óxidos en Cerro de Pasco, 2023**

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

---

**Dr. Julio Alejandro MARCELO AMES**  
**PRESIDENTE**

---

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

---

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



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ingeniería**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 216-2024-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:

**“Método de perforación con aire reverso para el muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos en Cerro de Pasco, 2023”**

Apellidos y nombres del tesista:

**Bach. DIAZ CAMPOS, Richard Jhonatan**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. MEJIA CACERES, Reynaldo**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Geológica**

Índice de Similitud

**14 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 8 de noviembre del 2024



Firmado digitalmente por  
MEJIA CACERES Reynaldo FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento Fecha: 08.11.2024  
10:04:31 -05:00

## **DEDICATORIA**

La presente tesis la dedico a toda mi familia, principalmente a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, a mi abuelo de una forma especial por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por su apoyo incondicional, por su amor, por su paciencia, por su comprensión y por último a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para DIOS, mi familia, mi madre, mi hermano y mi abuelo. Muchas gracias por demostrarme que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.”

Mi agradecimiento también a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica, mi agradecimiento sincero a mi asesor de mi tesis y gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

Gracias infinitas a todos.

## RESUMEN

Los stocks piles de Hanancocha y Óxidos se encuentra en el lado Oeste de tajo abierto Raúl Rojas de la mina Cerro de Pasco, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco. El propósito de la investigación ha sido ejecutar la perforación con aire reverso y el muestreo de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos, en la que se caracterizó geológicamente los dominios litológicos con los cuales se realizó el muestreo y luego las pruebas metalúrgicas. La metodología consistió en una investigación de tipo descriptiva, explicativa y analítica con un diseño observacional descriptivo no experimental y transversal. La población está conformada por los stocks piles Hanancocha y Óxidos; la muestra está conformada está representada por 181 sondajes con un total de 10552.5 m, que corresponde al stock pile Hanancocha y 71 sondajes con un total de 2530 m que corresponde al stock pile Óxidos. Los instrumentos utilizados fueron cuadro de sondajes de pruebas metalúrgicas y los planos de perforación de aire reverso. Los resultados evidencian que se caracterizaron 6 dominios litológicos de los stocks piles, de la misma manera se determinaron muestreos representativos con leyes de oro, plata, plomo y zinc clasificados en categorías muy alto, alto, media y baja, asimismo se realizó las pruebas metalúrgicas conociendo las recuperaciones de cada mineral. Como conclusión se determinó que la perforación por aire reverso es una técnica muy adecuada para muestreo de stocks piles.

***Palabras clave:*** aire reverso, dominio litológico, prueba metalúrgica, muestreo, stock pile.

## **ABSTRACT**

The Hanancocha and Oxides stock piles are located on the west side of the Raul Rojas open pit of the Cerro de Pasco mine, district of Simon Bolivar, province and department of Pasco. The purpose of the research has been to execute the reverse air drilling and sampling of the Hanancocha and Oxides Stock Piles, in which the lithological domains with which the sampling was carried out were characterized geologically and then the metallurgical tests were performed. The methodology consisted of a descriptive and explanatory type of research, with a descriptive, non-experimental, cross-sectional observational design. The population is conformed by the Hanancocha and oxidos pile stocks; the sample is conformed by 181 drill holes with a total of 10552.5 m, corresponding to the Hanancocha pile stock and 71 drill holes with a total of 2530 m corresponding to the oxidos pile stock. The instruments used were metallurgical test drilling rigs and reverse air drilling plans. The results show that 6 lithological domains of the pile stocks were characterized, in the same way representative samples were determined with gold, silver, lead and zinc grades classified in very high, high, medium and low categories, also metallurgical tests were carried out to know the recoveries of each mineral. In conclusion, it was determined that reverse air drilling is a very suitable technique for pile stock sampling.

**Keywords:** reverse air, lithologic domain, metallurgical test, sampling, stock pile.

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda mineral es una actividad fundamental en la industria minera, donde la eficacia y precisión en la caracterización geológica de los depósitos son aspectos críticos para el éxito operativo. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal investigar y evaluar el método de perforación con aire reverso para el muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos, así como realizar pruebas metalúrgicas utilizando el método de flotación y lixiviación de acuerdo con las leyes de cabeza de los Stock Piles.

Los stocks piles Hanancocha y Óxidos representan acumulación de materiales y minerales cuyo origen es el tajo Raúl Rojas las cuales fueron depositadas durante la explotación y/o minado en años anteriores y que poseen importancia económica, cuya caracterización geológica y su muestreo es esencial para optimizar los procesos de extracción y tratamiento mineral. Por lo tanto, este estudio se centra en la aplicación de técnicas avanzadas de muestreo y análisis para comprender mejor la naturaleza y el potencial de estos depósitos.

La presente investigación tiene como objetivos caracterizar geológicamente los dominios litológicos y realizar el muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicados al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas de la Mina de Cerro de Pasco. Este objetivo se enfoca en identificar y describir los diferentes tipos de rocas presentes en los stocks piles, así como en determinar la distribución espacial y la variabilidad litológica en la zona de estudio.

La aplicación del método de perforación con aire reverso permitirá obtener muestras representativas de los depósitos para su posterior análisis. El otro objetivo es realizar pruebas metalúrgicas por el método de flotación y lixiviación según las leyes de cabeza de los Stock Piles. Este objetivo busca evaluar el potencial de extracción y

procesamiento de los minerales presentes en los stocks piles mediante pruebas metalúrgicas especializadas. La aplicación de los métodos de flotación y lixiviación permitirá determinar la respuesta metalúrgica de los minerales a diferentes condiciones de procesamiento, con el fin de optimizar la recuperación de los metales de interés.

La investigación se justifica porque es de vital importancia debido a la necesidad de comprender en profundidad la naturaleza y el potencial de los stocks piles Hanancocha y Óxidos para la industria minera. La aplicación del método de perforación con aire reverso para el muestreo permitirá obtener muestras de alta calidad que reflejen la variabilidad litológica de los depósitos, mientras que las pruebas metalúrgicas proporcionarán información crucial sobre la viabilidad económica y técnica de su procesamiento.

La caracterización geológica de los stocks piles Hanancocha y Óxidos contribuirá significativamente al desarrollo de estrategias de exploración, extracción y procesamiento mineral más eficientes y sostenibles. Además, los resultados de este estudio podrían tener aplicaciones prácticas en la toma de decisiones operativas y en la planificación de futuras actividades mineras en la región.

En general, el presente estudio representa un paso importante hacia la comprensión y aprovechamiento óptimo de los recursos minerales presentes en los stocks piles Hanancocha y Óxidos, con implicaciones significativas para la industria minera y el desarrollo económico regional.

El estudio se estructuró en 4 capítulos. En el Capítulo I se describe la identificación y determinación del problema, también los objetivos de la investigación y la justificación y limitaciones de la investigación. En el Capítulo II se describe el marco teórico, donde se indica los antecedentes de otras investigaciones referidas a nuestro tema de investigación y bases teóricas que describen las variables a analizar. En

el Capítulo III se describe la metodología y técnicas de investigación. En el Capítulo IV se describe los resultados y discusión donde se incluye la prueba de hipótesis. Finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial .....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	3
1.2.3. Delimitación teórica .....	3
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.5.1. Justificación teórica.....	4
1.5.2. Justificación práctica.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	6
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	7
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	10
2.2.1.	Método de perforación con aire reverso ARC .....	10
2.2.2.	Factores determinantes del dominio litológico .....	11
2.2.3.	Muestro del stock pile óxidos .....	13
2.2.4.	Cuarteo de muestras .....	13
2.2.5.	Recolección de muestras .....	14
2.3.	Definición de términos básicos .....	15
2.4.	Formulación de hipótesis .....	18
2.4.1.	Hipótesis general .....	18
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	18
2.5.	Identificación de variables .....	18
2.5.1.	Variable independiente.....	18
2.5.2.	Variable dependiente.....	18
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	18

## **CAPÍTULO III**

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

3.1.	Tipo de Investigación.....	20
3.2.	Nivel de investigación.....	20
3.3.	Métodos de investigación.....	21
3.4.	Diseño de investigación .....	21

3.5. Población y muestra .....	21
3.5.1. Población.....	21
3.5.2. Muestra.....	21
3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos .....	22
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	23
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	23
3.9. Tratamiento estadístico .....	23
3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica .....	23

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	24
4.1.1. Ubicación .....	24
4.1.2. Reconocimiento preliminar .....	24
4.1.3. Procedimientos de campo .....	24
4.1.4. Plan de análisis de datos.....	25
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	25
4.2.1. Características geológicas de los dominios litológicos y muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicados al Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina de Cerro de Pasco.....	25
4.2.2. Perforación 2021 - Hanancocha .....	47
4.2.3. Perforación 2021 - SP óxidos.....	80
4.2.4. Resultado de Leyes Laboratorio Metalúrgico SP Hanancocha.....	95
4.2.5. Resultado de Leyes Laboratorio Metalúrgico SP Óxidos .....	112
4.3. Prueba de hipótesis .....	118
4.3.1. Prueba de hipótesis general.....	118

4.3.2. Prueba de hipótesis específicas .....	119
4.4. Discusión de resultados.....	120
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacional de variables e indicadores .....	19
<b>Tabla 2:</b> Perforación ARC .....	38
<b>Tabla 3:</b> Clasificación por rangos de % de recuperación de muestras .....	45
<b>Tabla 4:</b> Densidades de dominios litológicos – Hanancocha .....	45
<b>Tabla 5:</b> Control de inserción de muestras Blast Hole SP. Hanancocha.....	46
<b>Tabla 6:</b> Control de inserción de muestras - Hanancocha .....	46
<b>Tabla 7:</b> Control de inserción de muestras perforación RC SP. Óxidos .....	46
<b>Tabla 8:</b> Resumen de avance por mes .....	47
<b>Tabla 9:</b> Resumen por etapas.....	49
<b>Tabla 10:</b> Resumen de leyes .....	58
<b>Tabla 11:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21012.....	60
<b>Tabla 12:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21018.....	61
<b>Tabla 13:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21023.....	62
<b>Tabla 14:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21030.....	63
<b>Tabla 15:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21036.....	64
<b>Tabla 16:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21046.....	65
<b>Tabla 17:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21049.....	66
<b>Tabla 18:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21052.....	67
<b>Tabla 19:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21057.....	68
<b>Tabla 20:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21060.....	69
<b>Tabla 21:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21063.....	70
<b>Tabla 22:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21075.....	71
<b>Tabla 23:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21080.....	72
<b>Tabla 24:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21082.....	73

<b>Tabla 25:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21085.....	74
<b>Tabla 26:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21088.....	75
<b>Tabla 27:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21090.....	76
<b>Tabla 28:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21097.....	76
<b>Tabla 29:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21103.....	77
<b>Tabla 30:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21112.....	77
<b>Tabla 31:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21113.....	78
<b>Tabla 32:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21118.....	79
<b>Tabla 33:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21120.....	79
<b>Tabla 34:</b> Leyes de Sondaje RCDHAN21142.....	80
<b>Tabla 35:</b> Resumen de avance por mes – SP Óxidos .....	81
<b>Tabla 36:</b> Resumen por Etapas – SP Óxidos.....	82
<b>Tabla 37:</b> Rango de Valores por elemento – SP Óxidos .....	87
<b>Tabla 38:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21008 .....	89
<b>Tabla 39:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21010 .....	89
<b>Tabla 40:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21014 .....	89
<b>Tabla 41:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21019 .....	90
<b>Tabla 42:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21020 .....	90
<b>Tabla 43:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21024 .....	91
<b>Tabla 44:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21026 .....	91
<b>Tabla 45:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21029 .....	92
<b>Tabla 46:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21035 .....	92
<b>Tabla 47:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21038 .....	93
<b>Tabla 48:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21041 .....	93
<b>Tabla 49:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21045 .....	94

<b>Tabla 50:</b> Leyes de Sondaje RCDSPOX21050 .....	94
<b>Tabla 51:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21001 .....	96
<b>Tabla 52:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21002 .....	96
<b>Tabla 53:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21004 .....	97
<b>Tabla 54:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21005 .....	97
<b>Tabla 55:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21006 .....	98
<b>Tabla 56:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21007 .....	98
<b>Tabla 57:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21008 .....	99
<b>Tabla 58:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21009 .....	99
<b>Tabla 59:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21010 .....	100
<b>Tabla 60:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21011 .....	100
<b>Tabla 61:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21019 .....	100
<b>Tabla 62:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21021 .....	101
<b>Tabla 63:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21027 .....	101
<b>Tabla 64:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21030 .....	102
<b>Tabla 65:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21032 .....	102
<b>Tabla 66:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21040.....	103
<b>Tabla 67:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21042 .....	103
<b>Tabla 68:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21045 .....	104
<b>Tabla 69:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21048 .....	104
<b>Tabla 70:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21054 .....	105
<b>Tabla 71:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21065 .....	105
<b>Tabla 72:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21072 .....	106
<b>Tabla 73:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21089 .....	106
<b>Tabla 74:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21095 .....	107

<b>Tabla 75:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21053 .....	107
<b>Tabla 76:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21057 .....	108
<b>Tabla 77:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21103 .....	108
<b>Tabla 78:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21104 .....	109
<b>Tabla 79:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21119 .....	109
<b>Tabla 80:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21142 .....	110
<b>Tabla 81:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21150 .....	110
<b>Tabla 82:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21154.....	111
<b>Tabla 83:</b> Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21155 .....	111
<b>Tabla 84:</b> Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS.....	114
<b>Tabla 85:</b> Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS.....	115
<b>Tabla 86:</b> Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS.....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Plano geológico del tajo abierto Raúl Rojas.....	31
<b>Figura 2:</b> Dinámica de la Falla de Cerro de Pasco .....	33
<b>Figura 3:</b> Plano en planta – Perforación RC.....	39
<b>Figura 4:</b> Muestras de perforación RC.....	40
<b>Figura 5:</b> Homogenización o cuarteo de muestras de perforación RC.....	41
<b>Figura 6:</b> Muestras para análisis geoquímico.....	42
<b>Figura 7:</b> Muestras metalúrgicas apiladas .....	42
<b>Figura 8:</b> Muestras de logueo, detritos y material fino .....	43
<b>Figura 9:</b> Muestras de rechazos custodiadas en costales.....	44
<b>Figura 10:</b> Plano de los sondajes ejecutados .....	48
<b>Figura 11:</b> Cartografiado superficial .....	50
<b>Figura 12:</b> RLL_CLZ Relleno de Caliza.....	51
<b>Figura 13:</b> RLL_CLZBXH Relleno de Caliza más Brecha Hidrotermal .....	51
<b>Figura 14:</b> RLL_CLZ_OX Relleno Caliza más Oxido. ....	52
<b>Figura 15:</b> RLL_CLZ_PY Relleno Caliza más Pirita .....	52
<b>Figura 16:</b> RLL_BXH Relleno Brecha Hidrotermal. ....	53
<b>Figura 17:</b> RLL_PY_MS Relleno Pirita Masiva.....	54
<b>Figura 18:</b> RLL_PYCHRT Relleno Pirita Chert.....	54
<b>Figura 19:</b> RLL_BXHTB Brecha Hidrotermal con Toba .....	55
<b>Figura 20:</b> VLC volcánico.....	55
<b>Figura 21:</b> VLC Volcánico .....	56
<b>Figura 22:</b> Sondajes representados con leyes.....	59
<b>Figura 23:</b> Sondajes ejecutados – SP Óxidos.....	81
<b>Figura 24:</b> RLL_BXHPY Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita.....	82

<b>Figura 25:</b> RLL_CLZ Relleno de Caliza.....	83
<b>Figura 26:</b> RLL_CLZBXH Relleno de caliza más Brecha Hidrotermal.....	84
<b>Figura 27:</b> RLL_CLZBXH Relleno de caliza más Brecha Hidrotermal.....	84
<b>Figura 28:</b> RLL_BXHTB Relleno brecha hidrotermal con toba.....	85
<b>Figura 29:</b> Sondajes de resumen de leyes– SP Óxidos .....	88
<b>Figura 30:</b> Sondajes de Pruebas Metalúrgicas .....	95
<b>Figura 31:</b> Sondajes de Pruebas Metalúrgicas – SP Óxidos .....	113

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

Toda industria minera en la primera etapa considera la exploración de yacimientos minerales para encontrarlas y evaluarlas. Volcan Compañía Minera S.A.A., posee 3 stocks piles que tienen potencial minero, por lo que es muy necesario elegir el método de muestreo adecuado de acuerdo a las condiciones y características del material que lo constituyen.

Existe muchos métodos de perforación para realizar el muestreo de stock pile, sin embargo, es muy necesario determinar adecuadamente el método de muestreo para tener éxito en los resultados de muestreo de los materiales del stock pile.

El método de perforación por aire reverso (ARC) ha demostrado ser rápido y rentable para obtener muestras de alta calidad, asimismo, uno de sus factores importantes es su disponibilidad de información geológica que proporciona. La selección de un método de muestreo depende de las condiciones de trabajo, la profundidad, las condiciones rocosas y las

preferencias del ingeniero geólogo y también de hallar la calidad de las muestras. La perforación por aire reverso es muy aplicada en detritos y stocks piles y es un método adecuado para determinar las mineralizaciones que existen en ellas, de la misma manera el factor tiempo es uno de los resultados más importantes y sus costos, los cuales están muy relacionados.

La empresa Minera Volcan posee los stocks piles de Hanancocha y Óxidos, ubicados a lado Oeste del Tajo Raúl Rojas de la Mina Cerro de Pasco, los cuales a lo largo de mucho tiempo ha recibido carga procedente del tajo abierto “Raúl Rojas” los cuales fueron depositados durante su explotación. La acumulación de todo el material económico explotado durante muchos años, en áreas de almacenamiento temporal de acuerdo con sus variables mineralógicas y metalúrgicas, los cuales son reportado por la información del muestreo, delimita la principal problemática y en éstos momentos para mantener la sostenibilidad de la explotación se hace necesario el muestreo de dichos stocks piles para la cual la presente investigación tiene como objetivo aplicar la perforación con aire reverso para realizar el muestreo de dichos stocks piles utilizando y obtener leyes confiables previamente a ellos realizar la caracterización de dominio litológicos que poseen los stocks piles.

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

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La investigación se realizó en la zona donde se ubican los stocks piles denominados Hanancocha y Óxidos hacia el lado Oeste del tajo abierto “Raúl Rojas” de la mina Cerro de Pasco, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco.

Extremo A: N 8819788 y E 360186

Extremo B: N 8818786 y E 361706

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La investigación se inició en agosto del 2022 y finalizó en mayo del 2024.

### **1.2.3. Delimitación teórica**

La importancia de la delimitación teórica está sustentada en determinar la aplicabilidad del método de perforación por aire reverso para realizar el muestreo en stocks piles de tal manera que se encuentran leyes de calidad y de esta manera buscar la sustentabilidad de la empresa minera.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo se puede determinar la confiabilidad de la perforación por el método de aire reverso y el muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco, 2023?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo certificar geológicamente usando el método adecuado de muestreo para el comportamiento real de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco, 2023?
- b. ¿Será posible realizar pruebas metalúrgicas por el método de flotación y lixiviación según las leyes de los dominios litológicos de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco, 2023?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar si es óptimo el método de aire reverso para obtener los parámetros de una muestra de calidad en el stock piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco que son obtenidas a través de la perforación con aire reverso, para la sustentabilidad de su explotación.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar mediante las leyes si las muestras obtenidas mediante la perforación con aire reverso son el reflejo real para una interpretación adecuada de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco.
- b. Realizar la prueba metalúrgica por el método de flotación y lixiviación según las leyes de los dominios litológicos de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco.

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

### **1.5.1. Justificación teórica**

La justificación teórica está basada en la obtención de la muestra utilizando el método de perforación con aire reverso para realizar el muestreo de los stocks piles, los cuales son acumulaciones de material con contenido metálico, siguiendo en ambos casos sus procedimientos adecuados.

### **1.5.2. Justificación práctica**

La presente investigación se realizará en respuesta a la problemática que tiene la empresa por determinar los beneficios del método de perforación por aire reverso y obtener muestras adecuadas que benefician a la empresa minera para su explotación.

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

Entre las limitaciones que se encuentran en la presente investigación es la falta de disponibilidad de la base de datos con respecto para un modelo geológico y categorización como un recurso medido para su explotación rentable.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Valenzuela (2015), en su trabajo de investigación “Equipo de sondaje de aire reverso para la investigación de minerales”. La Minería es la madre de todas las Industrias, por ser ella quién aporta las materias primas que las demás actividades procesan para cubrir las necesidades planteadas por el desarrollo de la Humanidad. De esta industria, su primer paso lo constituye la Exploración, esa parte del proceso cuyo objetivo es encontrar y evaluar los yacimientos de minerales útiles. Los métodos exploratorios estuvieron durante muchos años atrasados con respecto a las demás etapas de la industria (explotación y mineralurgia), registrándose en estos últimos años avances significativos tanto en las técnicas de teledetección y muestreo como en el procesamiento geomatemáticos de los datos. Los métodos de exploración actualmente son perforación de diamantina creada a finales del siglo XIX y la perforación de aire reverso o circulación reversa que fue desarrollado en forma continua desde su

comienzo en Australia en los años 1970s y es en la actualidad uno de los métodos preferidos para la exploración inicial, explotación de yacimientos y control de grado de minerales, porque un método rápido y rentable de obtener muestras de alta calidad en la exploración y perforación minera. Chile posee un alto potencial minero gracias a sus recursos naturales y un clima de inversión favorable, lo que se refleja en su positiva evaluación internacional frente a los países competidores. Uno de los factores más importantes es la disponibilidad de información geológica, ya que mientras más detalles se tienen a disposición sobre la mineralización de un país, mayor es su atractivo de inversión. En Chile el puntaje de este factor está muy por debajo de países desarrollados, lo que demuestra las carencias que tiene el país en este aspecto. Con el fin de suplir esta creciente necesidad de innovación nace el desarrollo de “Gea-RC”, una máquina perforadora que se diseñara de acuerdo a las necesidades del mercado nacional, con un bajo costo de fabricación e implementación en comparación a su competencia, fácil adaptabilidad a los distintos tipos de terreno, un manejo completamente asistido, además de un estudio de mantenimientos y reglamentos de seguridad para los operarios.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Mango (2017), en su trabajo de investigación “Optimización de la gestión de la información geológica con Acquire en Mina Cerro Verde” Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (SMCV), una empresa subsidiaria de Freeport-McMoRan Copper and Gold, Inc. (Freeport), opera la mina de cobre de la Unidad de Producción Cerro Verde ubicada en la concesión minera Cerro Verde 1, 2 y 3 en la provincia de Arequipa, departamento y región de Arequipa al sur del Perú. En la actualidad SMCV explota sus reservas a través de minado

a tajo abierto, las cuales vienen siendo procesadas mediante el sistema de lixiviación y concentración de minerales. Como parte a las operaciones mineras en general, SMCV cuenta con un Área de Geología; la cual se encarga de brindar el soporte geológico a las diferentes áreas de SMCV. El soporte Geológico incluye los diversos trabajos relacionados a los procesos Geológicos en SMCV, tales como: Exploraciones Mina y Brown Field. Perforación Diamantina y Perforación Aire Reverso. Gestión de la Información Geológica y Muestrería. Logueo e Interpretación Geológica. Geología Mina. Geotecnia Mina. Hidrogeología. Modelamiento y Estimación de Recursos.

Altamirano y Coba (2021), en su trabajo de investigación “Influencia de los parámetros técnicos de perforación diamantina y aire reverso para disminuir costos por desviación de sondajes en un proyecto minero de Cajabamba, 2020”. Esta investigación se basó en la influencia de los parámetros técnicos de la perforación diamantina (DDH) y aire reverso (RC), para disminuir costos operativos por desviación de sondajes en un proyecto minero. Durante el desarrollo del proyecto fue de suma importancia verificar la trayectoria que seguían los sondajes ya que de esta manera se lograría llegar al objetivo planteado por el área de geología. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: medir la desviación de la trayectoria de los sondajes y calcular los costos perdidos, verificar los parámetros de perforación y controlar los parámetros técnicos de perforación para reducir los costos operativos. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron: revoluciones por minuto (rpm), presión de la corona y empuje. Esta investigación tomó como muestra tres sondajes correspondientes a perforación diamantina y dos de aire reverso. Los datos se tomaron de los reportes diarios de avance de perforación y para datos

de la trayectoria se empleó el equipo Gyro Reflex. Se concluye que, al controlar los parámetros técnicos de perforación, se minimizó las desviaciones de los sondajes y se logró reducir los costos operativos en un total de 32% del costo total.

Apaza (2014), en su trabajo de investigación " Implementación del sistema de gestión ambiental en una Empresa de Exploración Minera con perforación Diamantina UDR – 200". Los proyectos de exploración minera, en su gran mayoría se encuentran en el área de influencia directa de diferentes centros poblados, por esta razón es necesario tomar medidas de prevención para minimizar la contaminación del medio ambiente y evitar que contaminantes afecten directamente a los seres humanos, a la flora y fauna del lugar incluyendo la calidad del aire, agua, suelo y recursos naturales. La contaminación del medio ambiente y las sanciones directas a titulares mineros o terceros que incumplan las normas y leyes referidas a los aspectos ambientales generan pérdidas económicas, por lo tanto, es necesario implementar planes y programas para evitar este desenlace. Según el catastro minero, se está implementando en el Perú los delineamientos territoriales por lo cual, cualquier empresa que inicie sus actividades extractivas deberá presentar al organismo competente el balance económico y el manejo ambiental para evitar el cierre definitivo al proyecto y las multas correspondientes que corresponden al Titular Minero. El que una empresa implemente un sistema de gestión ambiental le permite orientar sus decisiones y esfuerzos, para alcanzar y demostrar un buen desempeño en el campo ambiental, cumpliendo con la legislación vigente, lo que le permite realizar sus actividades en un marco de óptimas relaciones comunitarias con su entorno social. Considerando que la normativa vigente

refiere a la inclusión social y a la mejora de calidad de vida de los pobladores. En los proyectos de exploración minera se pueden trabajar con diversos tipos de perforación, los más comunes perforación diamantina y perforación con aire reverso. En este proyecto se evalúa los aspectos relacionados en trabajos de perforación diamantina en sondajes de 500 a 1000 metros de profundidad.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Método de perforación con aire reverso ARC**

El sistema de circulación inversa básicamente consiste de dos tubos de perforación que generalmente usa aire comprimido como medio de perforación. Como fluidos de perforación, se pueden usar también agua, lodos de bentonita, emulsiones, detergentes, o vapor de aire/agua. El aire comprimido se inyecta entre la tubería interna y externa a todo lo largo de la columna, hasta llegar a la broca. El fluido de perforación sube por el centro del tubo interno con las muestras de roca. La muestra geológica (detritos) pasa por el Swivel lateral, el martinete, la manguera de descarga y por el sistema de ciclón. Es aquí donde la velocidad disminuye y se permite caer a la muestra por el fondo del ciclón de descarga para ser luego recogido en recipientes adecuados.

En este sistema se destruye absolutamente la roca y se saca un detrito. La circulación reversa está más orientada a una primera etapa, donde se han definido algunos objetivos y se quiere chequear qué minerales hay y su ley. Después la exploración pasa a una segunda etapa que es más avanzada; normalmente los rendimientos que se obtienen con la circulación reversa son tres veces mayores que con la diamantina.

La campaña de perforación con aire reverso RC en los proyectos de Stock pile Hanancocha, Óxidos y Miraflores, se realizó con tricono – martillo,

que tiene la función de triturar el material en el fondo del pozo y lo expulsa hacia un cono ciclón en la superficie, utilizando un sistema de bombeo aire a presión.

### **2.2.2. Factores determinantes del dominio litológico**

- a) **Composición mineralógica:** La composición mineralógica de una roca es fundamental para definir su litología. Los minerales presentes en una roca proporcionan información sobre su origen y proceso de formación.
- b) **Textura de la roca:** La textura describe la disposición y el tamaño de los componentes minerales en una roca. La textura puede variar desde fina (granos pequeños y uniformes) hasta gruesa (granos grandes y poco uniformes), y puede influir en las propiedades físicas y mecánicas de la roca.
- c) **Estructura de la roca:** La estructura se refiere a la disposición y la orientación de los componentes de una roca, como las capas, las fracturas y las fallas. La estructura puede revelar información sobre los procesos tectónicos y geológicos que han afectado a la roca a lo largo del tiempo.
- d) **Origen y proceso de formación:** El origen de una roca y los procesos geológicos que han contribuido a su formación son aspectos clave para entender su litología. Las rocas pueden formarse por procesos sedimentarios, ígneos o metamórficos, cada uno de los cuales deja características distintivas en la roca resultante.

### 2.2.2.1. Identificación y caracterización de dominios litológicos

- a) **Observación de campo:** La observación directa en el campo es fundamental para identificar y caracterizar los diferentes dominios litológicos. Esto implica examinar la composición mineralógica, la textura y la estructura de las rocas en su entorno natural.
- b) **Mapeo geológico:** El mapeo geológico es una herramienta importante para delinear y cartografiar los límites de los dominios litológicos. Esto implica registrar la distribución espacial de diferentes tipos de rocas y establecer relaciones geológicas entre ellas.
- c) **Análisis petrográfico:** El análisis petrográfico de muestras de roca en laboratorio proporciona información detallada sobre la composición mineralógica y la textura de las rocas, permitiendo una caracterización más precisa de los dominios litológicos.

### 2.2.2.2. Importancia de los dominios litológicos

- a) Los dominios litológicos son fundamentales para comprender la distribución y la geometría de los diferentes tipos de rocas en una región geológica.
- b) Permiten la interpretación de la historia geológica y los procesos geodinámicos que han ocurrido en una determinada área.

- c) Son cruciales para la exploración y la explotación de recursos naturales, como minerales, petróleo y agua subterránea.

En resumen, el establecimiento de la base teórica de un dominio litológico implica la comprensión de los factores que influyen en la formación y la caracterización de las rocas, así como su importancia en la interpretación geológica y la exploración de recursos naturales.

### **2.2.3. Muestro del stock pile óxidos**

Alternativamente, la muestra puede ser dividida antes de recogerse y antes de ponerse en bolsas, marcada y registrada con información, tal como el número y profundidad del pozo, número de muestra, tipo de información, etc. La muestra geológica obtenida es en forma de detritos llamados “Chips” (muestras astilladas). Muchos usos en todo el mundo, especialmente en los Estados Unidos y Canadá, han establecido las muestras astilladas como una alternativa eficiente comparada con los métodos más convencionales y más costosos.

Se determinó la caracterización geológica de principales dominios litológicos, se obtuvo resultados de muestras de análisis metalúrgico por método de flotación y lixiviación según leyes promedio de cabeza. Asimismo, resultados de muestras de análisis geoquímico, que fueron enviadas a laboratorio interno de Paragsha con un programa estricto de Control de calidad.

### **2.2.4. Cuarteo de muestras**

En el proceso de preparación de muestras o cuarteo se utilizó el cuarteador (Jones). Previamente se hace pasar toda la muestra por el cuarteador para homogenizar o uniformizarla la muestra. Antes del cuarteo debe asegurarse

que el cuarteador haya sido debidamente limpiada, cuidando de que los canales no estén obstruidos por fragmentos de otra muestra; el cuarteador debe estar nivelado, para que luego se vierta la muestra lenta y uniformemente a lo largo de la línea central del cuarteador.

#### **2.2.5. Recolección de muestras**

El método de recolección de muestras es de suma importancia. Dependiendo del tamaño del compresor de aire utilizado y la profundidad del pozo, la muestra se descarga por medio de una tubería de 4-1/2" (114.30 mm) a velocidades entre 1,500 y 4,300 m por min. Se cuenta con un sistema recolector de polvo o muestra y con un sistema para cuartearla y homogeneizarla. (roleo). Las muestras de roca molida proveniente de la perforación se recogen generalmente en intervalos de 0,5, 1, 1,5 o 2 m. El gran diámetro de la perforación se crea un gran volumen de material para cada muestra, que suele ser dividida en terreno para obtener un volumen razonable de manejar y enviarla al laboratorio para su análisis. En condiciones de perforación en seco (por encima del nivel freático) se utiliza un cuarteador para dividir la muestra en terreno (Fig. 3). Extracción de muestras y cuarteo de muestras en perforación de aire reverso; (A) en condiciones secas y (B) con agua. Por lo general, se recoge 1/8 del total perforado. El cuarteador se compone de niveles, cada uno de los que divide la muestra a la mitad. Después de la división total de esta muestra lo que queda como muestra, se recoge en un recipiente o un cubo. Cuando la perforación llega a la profundidad del nivel freático, se puede utilizar un cuarteador rotativo "húmedo". El separador húmedo gira y divide la muestra utilizando una serie de aletas, de forma similar a las aletas de una turbina. Estas dirigen los materiales a una tubería que los canaliza hacia un balde. Pequeñas

muestras representativas de los cuttings se recogen de forma continua durante el proceso de muestreo, se lavan en un colador y se colocan en cajas de plástico con compartimientos llamados "bandejas de cuttings". Los cuttings son cuidadosamente observados y registrados por un geólogo competente. Por supuesto, algunos tipos de información, como detalles estructurales, no son posibles de obtener en ausencia de roca sólida. A pesar de esta desventaja, todavía se puede obtener una gran cantidad de información valiosa de los fragmentos de roca o cuttings. Por ejemplo, los cuttings son mucho más fáciles de examinar con una lupa binocular y pruebas de la fluorescencia o efervescencia se logran fácilmente.

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

#### **Aire reverso**

El sistema de circulación inversa básicamente consiste de dos tubos de perforación que generalmente usa aire comprimido como medio de perforación.

#### **Dominio litológico**

Está referido a los tipos de rocas dependiendo de sus características físicas y químicas.

#### **Óxidos**

Un óxido básico u óxido metálico es un compuesto que resulta de la combinación de un metal con el oxígeno. Cuando reaccionan con agua forman hidróxidos, que son bases, y por eso su denominación.

#### **Stock pile**

El stock piles son la acumulación de material cuyo origen es el tajo Raúl Rojas las cuales fueron depositadas durante la explotación y/o minado en años anteriores.

### **Perforación diamantina**

La perforación diamantina es uno de los métodos de sondaje más usado por excelencia en la actividad minera, debido a la mayor información que es capaz de brindar para el descubrimiento, constatación, estudio y cubicación de los yacimientos minerales.

### **Desmontera**

El desmonte de mina es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.

### **Detritos**

En geología, es el llamado material suelto o sedimento de rocas. Son los productos de la erosión, el transporte, la meteorización química y física y de los procesos diagenéticos (procesos geológicos externos). El material detrítico se acumula en zonas de topografía deprimidas llamadas cuencas sedimentarias.

### **Yacimiento mineral**

Parte de la corteza terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral, la cual por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito es redituable su explotación.

### **Mineralización**

Proceso de sustitución o adición de componentes minerales y/o conjunto de minerales susceptibles de ser o no explotados.

### **Litología**

Es una descripción de las características físicas de una unidad de roca visible en el afloramiento, en muestras de mano o de núcleo o con microscopía de bajo aumento, tales como color, textura, tamaño de grano o composición.

### **Flotación**

La flotación es utilizada en diversos procesos de extracción, como el oro, el cobre y otros metales; es un método de concentración de minerales en húmedo en el cual se procura separar las partículas de mineral útiles de otros compuestos, en la que se aprovechan propiedades físico-químicas superficiales de las partículas para efectuar una separación de materiales desde sus pulpas acuosas por medio de burbujas de gas y a base de sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbica.

### **Lixiviación**

En metalurgia extractiva se conoce como lixiviación al proceso de extraer desde un mineral una especie de interés por medio de reactivos que la disuelven o transforman en sales solubles.

### **Geoquímica**

La geoquímica es la ciencia una especialidad de las ciencias de la Tierra que utiliza las herramientas y los principios de la química y de la geología para explicar los mecanismos detrás de los principales sistemas geológicos como la corteza terrestre y sus océanos.

Estudio de la distribución, proporción y asociación de los elementos químicos de la corteza terrestre y de las leyes que las condicionan.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Realizando la perforación por el método de aire reverso se obtiene resultados de leyes de muestras óptimos de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos ubicado a lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a. Caracterizando geológicamente los dominios litológicos de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco, se realiza un muestreo representativo, proporcional y libre de contaminación.
- b. Al realizar la prueba metalúrgica por los métodos de flotación y lixiviación se obtienen separaciones específicas y recuperaciones de leyes cobre, plomo, zinc y plata de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco.

## **2.5. Identificación de variables**

En la investigación se empleó las siguientes variables

### **2.5.1. Variable independiente**

Método de perforación con aire reverso

### **2.5.2. Variable dependiente**

Muestreo en stock piles

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

**Tabla 1: Operacional de variables e indicadores**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Variable independiente:</b> Método de perforación con aire reverso	Es el sistema de circulación inversa básicamente consiste de dos tubos de perforación que generalmente usa aire comprimido como medio de perforación.	Se realizó con tricono – martillo, que tiene la función de triturar el material en el fondo del pozo y lo expulsa hacia un cono ciclón en la superficie, utilizando un sistema de bombeo aire a presión.	Control de perforación	Número de sondajes	Cuadro de numero de sondajes y metraje de perforación
<b>Variable dependiente:</b> Muestreo en Stock Piles	Es la acción de recoger muestras representativas de calidad de un todo, delimitando morfológicamente de los stocks piles y planificando el programa de perforación de tipo Circulación Inversa (RC),	Consiste en obtener muestras o detritos mediante la perforación vertical con brocas tricónicas, utilizando máquinas perforadoras de gran alcance.	Dominios litológicos  Leyes de sondajes	Número de dominios litológicos de los stocks piles  Valores de los minerales	Tabla de densidades de dominios litológicos  Reporte de muestras

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

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

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación corresponde al tipo descriptivo, explicativo y analítico, porque analiza las características de la población, describiendo los datos; asimismo es explicativo porque explica de forma puntual los procesos para determinar los recursos minerales y analítico porque requiere el uso de la capacidad de pensamiento crítico y la evaluación de los datos permitiendo aumentar su comprensión sobre los recursos minerales y que el investigador encuentre razones de su éxito o fracaso.

#### **3.2. Nivel de investigación**

De acuerdo a Arias (2012), manifiesta que el nivel de investigación es el grado de detalle con el que se trata un fenómeno u objeto de investigación. La presente investigación corresponde a un nivel descriptivo debido a que se describe la información de campo, para luego interpretarla.

### **3.3. Métodos de investigación**

En la investigación se utilizó el método lógico – inductivo, que consiste en realizar un razonamiento partiendo de lo desconocido y buscando generalizar su comportamiento o características en un modelo más amplio y conocido, es decir de lo particular a lo general.

### **3.4. Diseño de investigación**

La investigación corresponde a un diseño observacional descriptiva, no experimental transversal, que tiene como principal función especificar las propiedades, características de un fenómeno, no existe la manipulación de las variables, tampoco la búsqueda de causa efecto. (Sousa, Driessnack, y Costa, 2007, p. 3). Se considera el siguiente diseño:

$M_1 \longrightarrow O_1$

donde:

$M_1$ = número muestras tomadas en que se realiza el estudio

$O_1$ = información relevante

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población está constituida por los stocks piles Hanancocha y Óxidos se encuentran ubicados hacia el Oeste del tajo Raúl Rojas de la mina de Cerro de Pasco, donde se acumuló material de desmonte en pirita y en óxido producto de la explotación del tajo Raúl Rojas.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra está representada por 181 sondajes con un total de 10552.5 m, que corresponde al stock pile Hanancocha y 71 sondajes con un total de 2530 m que corresponde al stock pile Óxidos.

Cabe mencionar que el peso de la perforación varía entre 30 a 60 kg por cada 2.0 metros de perforación. Finalmente, para la toma de muestra se empleó el método no probabilístico.

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

En la investigación se utilizó las siguientes técnicas:

#### **- Revisión documental**

Se considera a la recopilación de información considerando la geológica del área de investigación donde se encuentran los stocks piles, los cuales serán analizadas e interpretadas.

#### **- Observación de Campo**

Se consideraron las observaciones directas efectuadas en el campo, tomando los datos in situ, considerándose una observación detallada caracterizando geometrías, los dominios litológicos.

- Técnica del muestreo de perforación por aire reverso.
- Técnica de homogenización o cuarteo de muestras de perforación por aire reverso.

Los instrumentos a utilizar fueron:

- Guías de Revisión documental.
- Guías de observación.
- Planos en planta de perforación por aire reverso.
- Reporte de muestreo.
- Planos de sondajes representado con leyes.
- Cuadro de leyes de sondajes.
- Plano de sondajes de Pruebas Metalúrgicas.
- Cuadro de sondajes de Pruebas Metalúrgicas.

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

Como argumento de validez se realizó pruebas piloto posteriores a la perforación con un equipo mas sofisticado de menor alcance; también se llevó un control estricto de QA/QC para la confiabilidad en la preparación de las muestras y validación de las leyes.

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

Una vez recolectada la data se realizó el ordenamiento, la clasificación, el registro y luego procesarlo con el Software Ms-Excel 2016 y finalmente analizarlos. Asimismo, se empleó Software AutoCAD Civil 3D 2018 para la elaboración de los planos.

En cuanto al análisis de las muestras, éstas fueron enviadas a un laboratorio especializado y certificado.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Se utilizó fórmulas empíricas establecidas para el tratamiento estadístico de los datos como el método tradicional para el cálculo de leyes y de pruebas metalúrgicas. Asimismo, se aplicó la estadística descriptiva y el uso de Software como Excel en su última versión y el GDMS.

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

En el desarrollo de la investigación se efectuó con el valor de la sinceridad desde la recolección de información, el análisis e interpretación de los resultados. Asimismo, se manejó la confidencialidad de los datos a utilizar sin perjudicar a la empresa minera.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

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

##### **4.1.1. Ubicación**

Los proyectos stock piles Hanancocha y Óxidos se encuentran ubicados hacia el Oeste del tajo abierto Raúl Rojas de la mina Cerro de Pasco, distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco. Los stocks piles son acumulación de material cuyo origen es el tajo abierto Raúl Rojas las cuales fueron depositadas durante la explotación y/o minado en años anteriores.

##### **4.1.2. Reconocimiento preliminar**

Se buscó información preliminar de la zona de estudio, revisión bibliográfica, análisis de datos existentes y evaluación de mapas geológicos, lo que implica en mejorar la contextualización del trabajo de campo y a diseñar estrategias efectivas para la recopilación de información.

##### **4.1.3. Procedimientos de campo**

Los procedimientos de los diferentes procesos desde el muestreo y control de perforación RC, preparación de muestras, logueo de detritos, tomas

fotográficas, registro de muestras en GDMS, envío de muestras a laboratorio entre otros procesos.

Asimismo, se determinó la caracterización geológica de principales dominios litológicos, se obtuvo resultados de muestras de análisis metalúrgico por método de flotación y lixiviación según leyes promedio de cabeza.

#### **4.1.4. Plan de análisis de datos**

Se analizó y procesaron los datos recopilados durante el trabajo de campo, utilizando software Excel y con ello cumplir con los objetivos de la tesis.

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

#### **4.2.1. Características geológicas de los dominios litológicos y muestreo de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicados al Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina de Cerro de Pasco**

Geológicamente el proyecto está ubicado en el flanco este del gran Anticlinal de Cerro de Pasco, y al oeste del complejo de fallas Atacocha- Milpo-Ninacaca, a una altura de 4400 msnm. El marco geológico regional está conformado por rocas sedimentarias cuyas edades van desde el paleozoico (grupo Excelsior y Mitu), Triásico-Jurásico (grupo Pucará), Cretácico (grupo Machay) y Terciario (Capas Rojas) presentando yacimientos de Cu-Pb-Zn-Ag-Au-Bi en vetas, mantos, cuerpos exhalativos-sedimentarios en skarn y de reemplazamiento, disseminaciones de cobre porfirítico y oro en ambiente volcánico epitermal.

La secuencia sedimentaria se encuentra fallada y plegada según lineamientos andinos. Sobre el eje de la falla longitudinal Cerro de Pasco se emplaza el cuello volcánico del mismo nombre el cual a su vez ha sido instruido

por cuerpos hipo abisales y subvolcánicos áridos (pórfido monzonítico cuarífero, aglomerado Rumiallana).

El yacimiento de Pb-Zn-Ag se presenta como grandes cuerpos masivos irregulares emplazados en el contacto del cuerpo sílice-pirita y las calizas del grupo Pucará, y como mantos y vetas en las calizas Pucará. Las principales manifestaciones minerales están muy relacionadas a los sistemas de fracturas, al tipo de roca que cortan y a la alteración hidrotermal (ankerita-siderita). El yacimiento corresponde al mismo tipo de mineralización que se explota en la pared Este del tajo abierto Raúl Rojas, se entiende que son vetas, mantos y cuerpos disseminados alojados en rocas carbonatadas del Grupo Pucará.

La compañía Minera Volcán S.A.A., definió que existe una capa superficial de Óxidos-Sulfuros y en una zona más profunda con sulfuros frescos, basados en sondajes diamantinos, definió que los controles de mineralización son las fracturas que sirvieron como feeders o alimentadores, propiciando la alteración y mineralización en las rocas encajonantes.

**Unidades geomorfológicas.** La morfología del área de estudio es el resultado de los efectos degradatorios causados por los agentes de meteorización, que han actuado sobre las unidades litológicas constituidas por calizas y en menor proporción por areniscas. Dentro de los agentes meteorizantes, que han tenido un papel predominante en el modelado actual del área, tenemos a la temperatura del medio ambiente, las precipitaciones pluviales, la escorrentía superficial y subterránea. En la zona de estudio se reconocen extensas áreas en las alturas andinas representadas por superficies de erosión a las que se denomina Superficie Puna. Las unidades geomorfológicas que pueden encontrarse en el área de estudio son: las zonas de altas cumbres, el

relieve cordillerano y la superficie puna. Regionalmente el área presenta niveles altitudinales que van de 3500 msnm a 5000 msnm.

### **Litoestratigráfica**

#### ***Grupo Excélsior – Paleozoico Inferior – Devónico***

Es la secuencia sedimentaria más antigua de la región, considerada como el basamento. Sur del tajo Raúl Rojas y al oeste de la falla longitudinal Cerro de Pasco, apreciando en este sector un alto estructural, la cual ha servido para dar la morfología de la cuenca y a su vez para la sedimentación de los grupos Mitú y Pucará, probablemente obedece a una tectónica más antigua que la orogenia andina, quizás Hercínica, la que se desarrolló entre finales del Devónico (hace unos +/- 380 m.a.) y mediados del Pérmico (+/- 280 m.a.)

Mc Laughlin (1924), en la mina Excélsior, ubicada al sur de la mina Cerro de Pasco, definió como Formación Excélsior a una secuencia de lutitas negras pizarrosas con intercalaciones de areniscas cuarzosas. Litológicamente está representado por filitas, estas presentan una moderada foliación (capas <1cm), de color gris oscuras con intercalaciones de pizarras negras, con bastante contenido orgánico, no se han podido localizar fósiles dentro del área cartografiado.

#### ***Grupo Mitu – Pérmico Superior***

A diferencia de las secuencias de flujos lávicos (volcánicos catalina), tufos y aglomerados, que se encuentran como por ejemplo en las localidades de Yauli, Morococha, entre otras partes del Perú, se ha podido observar que, el Grupo Mitu es diferente y está representado por un origen deposicional continental. Mc Laughlin (1924) lo definió como secuencias detríticas de color rojo que aflora en la localidad de Mitú, próxima a Chacayán.

Litológicamente está compuesto por: areniscas rojas, limolitas rojas y verdosas, conglomerados con clastos sub-redondeados a angulosos de naturaleza volcánica, sedimentaria y metamórfica. Estos afloramientos los podemos apreciar al sur del tajo Raúl Rojas y al oeste de la falla longitudinal extendiéndose al sur oeste de estas, así como también en algunos sondajes en el Norte del Tajo Raúl Rojas.

### ***Grupo Pucará – Triásico Superior – Jurásico***

El Grupo Pucará es una de las unidades estratigráficas más importantes en el centro del Perú, ya sea como metalotecto, como roca generadora de petróleo o como canteras de sustancias no metálicas. Muchos autores han realizado varios estudios sobre estas secuencias, Mc Laughlin (1924) definió el Grupo Pucará en las cercanías del Goyllarisquizga. Posteriormente, Mégard (1968) subdividió al Grupo Pucará en las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga.

Litológicamente está conformado por una intercalación de; calcarenitas grises de grano grueso (Grainstone), calizas gris azulinas de grano medio (Packstone), calizas gris oscuras a negras con bastante contenido material bituminoso, de grano fino (Wackestone) y dolomías de grano medio, cuyas capas presentan potencias que fluctúan entre 10-30 cm.

### ***Actividad ígnea***

Las edades del emplazamiento de la diatrema ( $15.40 \pm 0.7\text{Ma}$  –  $15.16 \pm 0.3\text{Ma}$ ) de Cerro de Pasco y los diques de cuarzo monzonita fueron estudiados por BAUMGARTNER, Regina (2007), que corresponden al Mioceno medio. Su emplazamiento trajo consigo múltiples eventos explosivos teniendo una extensión de 2.5 Km de diámetro en promedio.

### ***Fragmental Lourdes (FRG\_LOU)***

Es la secuencia más antigua del complejo volcánico de Cerro de Pasco; descrita anteriormente por Boutwell (Bowditch 1935) originalmente llamando a esta roca “fase fragmentaria Lourdes” y la nombró una brecha intrusiva. McLaughlin (1924) lo renombro como el tufo Lourdes. Litológicamente es una brecha polimíctica de color gris claro a blanco con conteniendo de fragmentos silicificados del Grupo Excelsior en una matriz tobácea de composición dacítica cristalolítica.

### ***Aglomerado Rumiallana (AGLR)***

El Aglomerado Rumiallana se ubica en la mitad oriental del complejo volcánico de Cerro de Pasco. Descrita por (Rogers, 1983; Cobbing et al., 1996). Litológicamente es una brecha polimíctica color gris oscuro, con bloques de hasta 1m de diámetro y clastos angulosos y sub-angulosos de filitas del Grupo Excelsior, calizas, chert del Grupo Pucará, intrusivos argilizados, fragmental Lourdes y brechas pre (evento multifase) con una matriz tufácea semi-consolidada.

### ***Cuerpo de Pirita-Sílice***

En la parte oeste del Tajo Raúl Rojas, tiene la forma de un cono invertido achatado en la dirección E-W y buzando ligeramente en el lado oeste. El afloramiento tiene 1800m de largo y más de 300m de ancho Einaudi (1968).

Lacy (1949) ha clasificado la pirita de Cerro de Pasco en seis categorías, de acuerdo con su asociación, aparente sincronización, tamaño de grano y habitat, lo que nos da a entender que este cuerpo de pirita ha tenido multieventos de formación. Einaudi (1977) considera al cuerpo de Pirita como la primera etapa de mineralización de Cerro de Pasco.

### ***Cuarzo Monzonita – Monzonita (QZM)***

Los diques cortan la diatrema de Cerro de Pasco y la secuencia sedimentaria de las calizas del Pucara. con una orientación W-E y NE, Estas fueron provocadas en estadios posteriores a la actividad volcánica de la diatrema (Ward, 1961).

Litológicamente corresponden a diques de textura bimodal porfirítica con fenocristales y cristales de cuarzo plagioclasas y feldespatos 5 – 2 mm, de color gris claro y presentan una argilización moderada.

### ***Brecha CNB (BX\_CNB)***

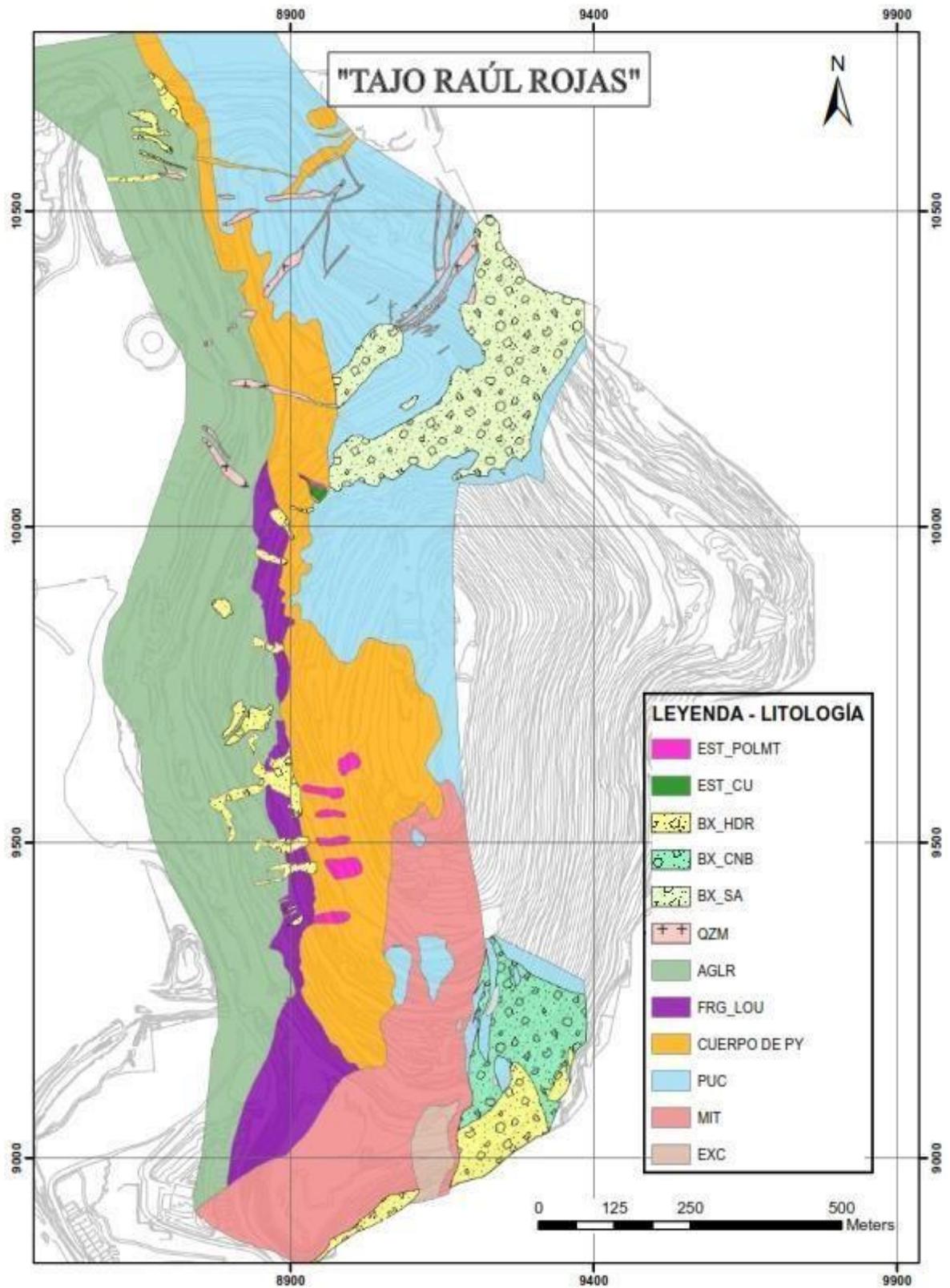
Es una brecha polimíctica, con clastos mineralizados, brechados, calizas, limos y areniscas, con una matriz de polvo de roca y cenizas semiconsolidadas. Se encuentra con fuerte alteración argílica.

El emplazamiento de estas brechas es controlado por el sistema de fallas Huislamachay (N320° y Bz 70°), y con la falla longitudinal (N160° y Bz 75°), como se ha mencionado tenemos clastos de brecha hidrotermal, así como clastos mineralizados con diseminación de Esfalerita-Ankerita.

### ***Brecha Hidrotermal (BX\_H)***

Brechas hidrotermales asociadas a estructuras W-E y éstas a su vez forman cuerpos de brechas cuyas características son de yacimientos epitermales de alta sulfuración con bastante oxidación, en algunos casos solo con una apariencia craquelada, pero con inyecciones de flujos irregulares de sílice-óxidos.

**Figura 1:** Plano geológico del tajo abierto Raúl Rojas



*Fuente: Departamento de Geología. Empresa Minera Volcan (2020)*

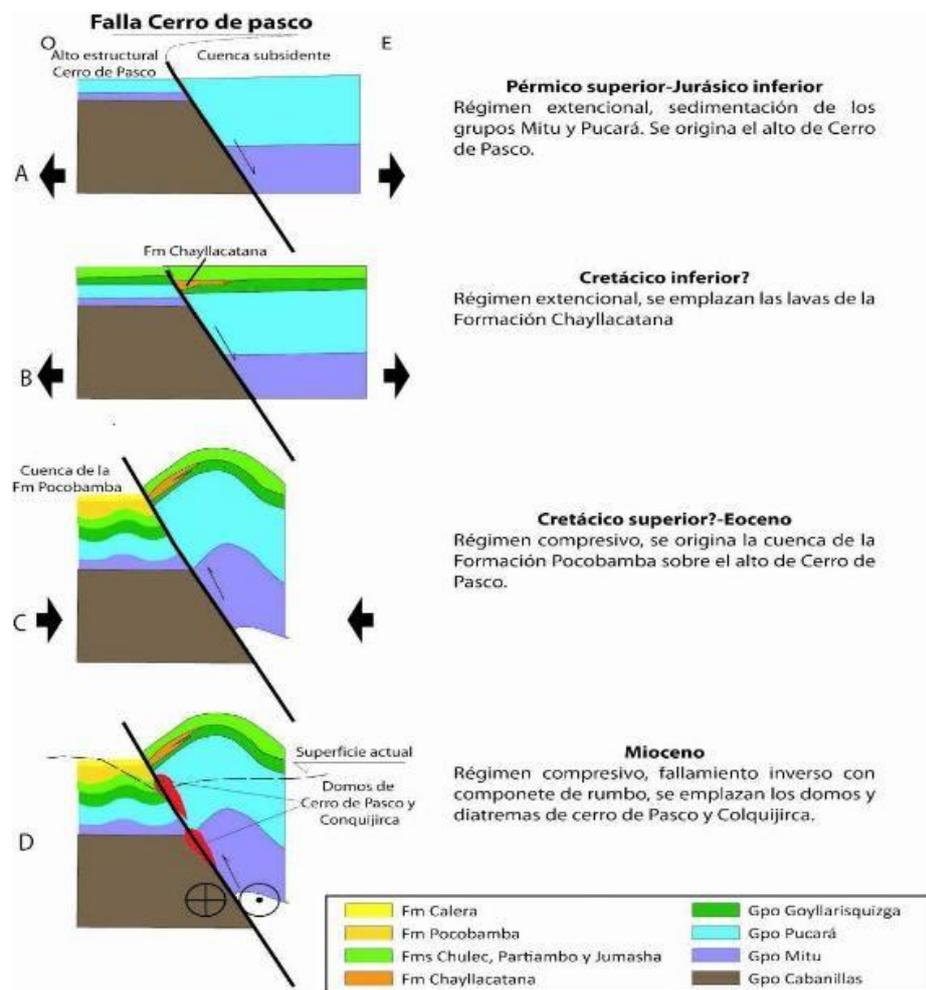
## **Estructural**

### ***Falla Regional Cerro de Pasco.***

La falla Cerro de Pasco ha sido denominada como «Falla Longitudinal» por Harrison (1951), Jenks (1951) y Ángeles (1999). Tiene dirección promedio N-S y sus mejores afloramientos se encuentran en el tajo Raúl de la mina Cerro de Pasco y en la carretera antigua Cerro de Pasco - Yanamate (Fotos 31 y 32). Hacia el sur, a la altura de Colquijirca, está cubierta por depósitos cuaternarios, donde al parecer cambia de dirección a N 120° hasta llegar a Ninacaca, en donde se une a la Falla Tíclacayán

Las características de las unidades estratigráficas y magmáticas en los alrededores de la falla Cerro de Pasco, evidencian que esta estuvo activa desde el Pérmico superior (INGEMMET, Boletín 144-A).

**Figura 2:** Dinámica de la Falla de Cerro de Pasco



Fuente: Departamento de Geología. Minera Volcan (2020)

### ***Fallas Huislamachay***

Estas estructuras con orientación promedio N320° y Bz 75°, parte del evento tectónico compresivo en el cretácico superior, para el levantamiento de las calizas y formar la cuenca para la formación Pocobamba.

En la zona de San Alberto se puede apreciar actividad hidrotermal en estas estructuras con relleno de esfalerita-Galena-Pirita con halos gradacionales de dolomita, por estar en el protolito de calizas. También se puede apreciar que el espacio generado por el emplazamiento de estas estructuras como fallas y

fracturas, han servido para ser rellenadas por eventos mineralizadores posteriores.

### ***Fallas San Alberto***

Son estructuras que tienen una orientación en general de N30° y Bz 80°, presentan un pitch de 15°SW en promedio y obedecen a un movimiento dextral inverso, este evento tectónico se relaciona a último evento compresivo con componente de rumbo que ha tenido la falla longitudinal, a la vez ha servido para el emplazamiento de la diatrema, estructuras de Zn-Pb relacionadas a un centro de Pirrotita, así como también para el emplazamiento del cuerpo de Pirita-Sílice.

### ***Fallas W-E***

Tienen una orientación general de N270° con un buzamiento en promedio de 80°, estas tienen un Pitch de 10°W estas estructuras conforman corredores o zonas de dilatación con tensionales de azimut de 120° y Bz 85° en promedio, teniendo en cuenta el modelo Riedel obedecerían a un movimiento dextral inverso que trajo consigo mineralización principalmente de Cu relacionado a un evento de alta sulfuración al oeste de la falla longitudinal con un comportamiento diferente hacia el lado este las cuales presentan estructuras con mineralización de Ag-Zn-Pb-Bi, esto debido a un control litológico (Grupo Pucará).

### ***Mineralización***

Cerro de Pasco presenta dos tipos distintos de mineralización polimetálica, espacialmente sobreimpuestos (en partes), como primer evento se tiene al cuerpo de pirita-cuarzo con presencia de pipes de pirrotina los cuales se encuentran zonados hacia el exterior a minerales de Zn-Pb (esfalerita rica en Fe) pertenecientes a depósitos epitermales de baja sulfuración de

comportamiento reductor, Enaudi en 1968 también cita estas estructuras de pipe de pirrotita con un zoneamiento lateral de Zn (Marmatita con bastante contenido de hierro) y Galena. Como segundo evento tenemos a las vetas (Cu-Ag-(Au-Zn-Pb)) de enargita-pirita y cuerpos de reemplazamiento Zn-Pb-(Bi-Ag-Cu) en calizas (esfalerita pobre en Fe) minerales de estados de alta a intermedia sulfuración (Baumgartner, Regina, 2007).

### ***Alteración***

La alteración hidrotermal es un proceso muy complejo que involucra cambios mineralógicos, químicos y texturales, resultado de la interacción de fluidos de aguas calientes con las rocas circundantes, siendo más importante la permeabilidad, temperatura y composición de los fluidos. Se puede apreciar una intensa actividad hidrotermal, como resultado del emplazamiento de eventos de mineralización, puesto que probablemente el sistema estuvo abierto aproximadamente desde 15.4ma – 14.4 ma (Baumgartner, 2006).

La alteración supérgena es un proceso de reequilibrio de la mineralogía a las condiciones oxidantes cerca de la superficie terrestre (sobre el nivel de las aguas freáticas). En estas condiciones se descomponen o intemperizan para originar una nueva mineralogía estable, esto se puede apreciar al lado sur del tajo Raúl Rojas, donde tenemos estructuras intensamente oxidadas.

### ***Dolomitización***

La dolomitización es el resultado del reemplazamiento hidrotermal de  $\text{Ca}^+$  por  $\text{Mg}^+$  en calizas bajo la acción de una salmuera rica en  $\text{Mg}^+$  según la siguiente reacción, principalmente se identifica esta alteración en las calizas del Pucará.

### ***Ankerita-Siderita***

Hacia el lado este del tajo Raúl Rojas, se ubican estructuras que serían la proyección de las estructuras W-E y Estructuras Huislamachay, éstas presentan una mineralización de Sph (blenda) – galena – Pirita fina, como resultado de éstas, tenemos un halo gradacional con alteración de siderita ankerita.

### ***Argilización***

En general es de intensidad moderada, a excepción de tramos puntuales como por ejemplo relacionados a los halos de las estructuras y rocas volcánicas, caracterizada por la presencia de caolín y de illita así como también combinaciones en menor cantidad con esmectita - montmorillonita y otras arcillas (dependiendo del sector), se la encuentra rellenando cavidades y en forma de pátinas blanquecinas, las litologías con mayor vulnerabilidad a sufrir esta alteración son: Fragmental Lourdes, Aglomerado Rumiallana, y los diques de cuarzo monzoníticos.

### ***Sílice-Clay***

Esta alteración la podemos encontrar en diversas zonas del tajo Raúl Rojas, relacionadas al zonamiento del evento de alta sulfuración. Influenciadas por las estructuras W-E.

### ***Argílica Avanzada***

Tenemos la presencia de sílice oquerosa, relacionado como toda la secuencia de alta sulfuración a estructuras W-E, evidentemente el área donde se presenta con mayor intensidad es en la zona santa rosa.

### ***Sílice-Alunita***

Esta alteración la encontramos con mayor extensión en el sector sur del Tajo (Santa Rosa), pero siendo agrupada dentro de la alteración argílica

avanzada en dicho sector, sin embargo, también podemos apreciar esta alteración en el sector centro/norte al oeste del Tajo relacionada a brechas hidrotermales, y estructuras vetiformes del último evento de mineralización (10.9 m.a.) las cuales tienen características de epitermales de alta sulfuración.

### ***Sílice masiva***

En el tajo Raúl Rojas tenemos dos zonas con intensa silicificación, la primera está relacionada al emplazamiento del cuerpo de pirita, que por motivos de interpretación se ha determinado solo como cuerpo de pirita, sin embargo, existen zonas donde el porcentaje de sílice es mayor a la pirita, catalogadas como sílice – pirita. La segunda zona consiste en una brecha hidrotermal, emplazada en la zona de Macchu Picchu (lado sur del tajo Raúl Rojas), esta zona probablemente obedece a una etapa líquida del evento de alta sulfuración, pues se puede observar sílice de forma fluidal migrando y rompiendo al protolito.

### ***Perforación ARC***

La campaña de perforación con aire reverso RC en los proyectos de stock pile Hanancocha, y Óxidos, se realizó con tricono – martillo, que tiene la función de triturar el material en el fondo del pozo y lo expulsa hacia un cono ciclón en la superficie, utilizando un sistema de bombeo aire a presión alta. En la siguiente tabla se muestra la perforación ARC realizada en el año 2021.

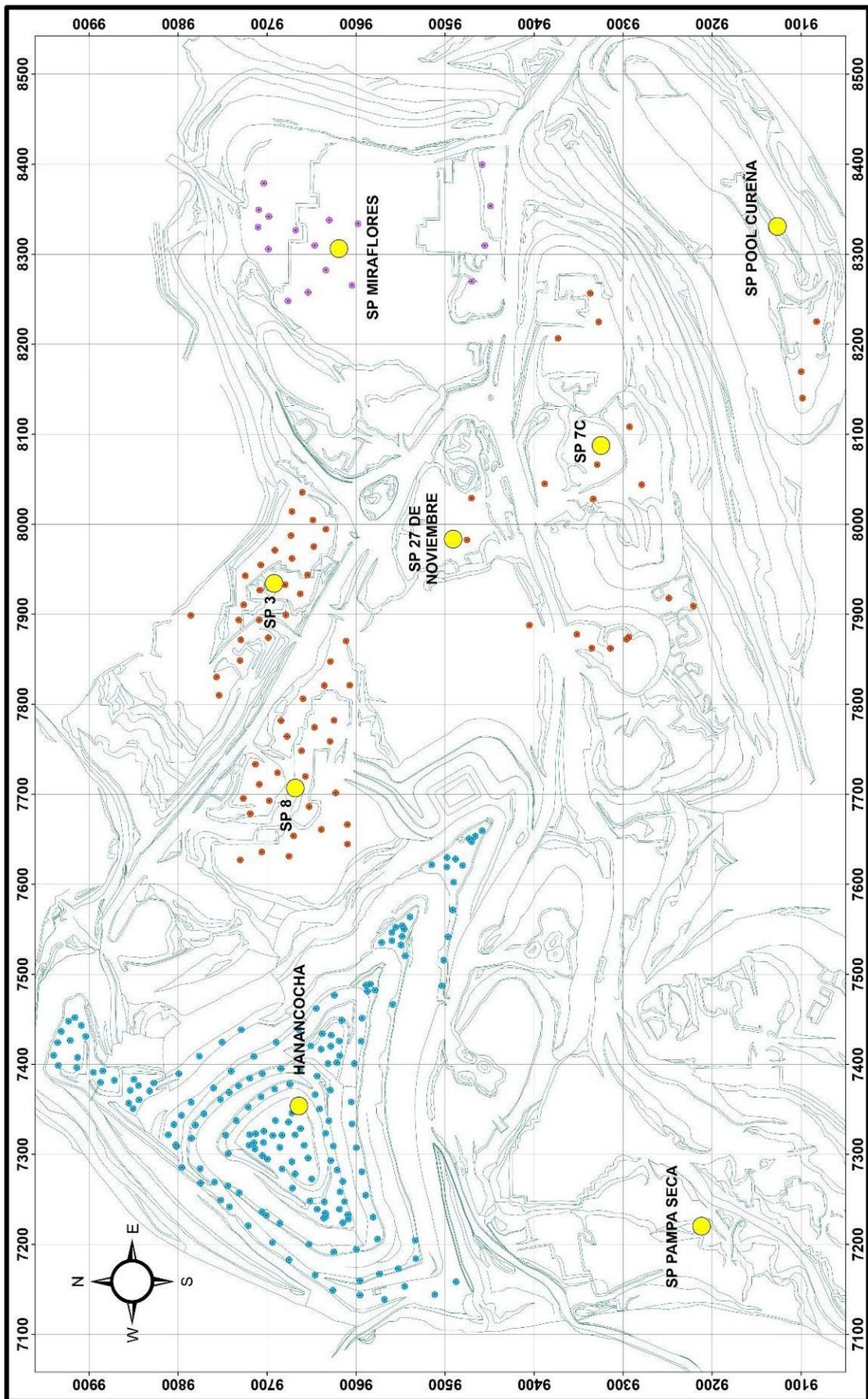
**Tabla 2:** Perforación ARC

<b>Proyecto</b>	<b>Metraje real acumulado (m)</b>	<b>N° Sondajes</b>
SP Miraflores	754	17
SP	10552.5	181
Hanancocha		
SP Óxidos	2530	71
Total	13836.5	269

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las diferentes perforaciones realizadas en el año 2021.

Figura 3: Plano en planta – Perforación RC



Fuente: Elaboración propia.

### *Control y muestreo en perforación*

Previamente se determinó el peso teórico a obtener de cada muestra de perforación, el que dependerá del diámetro de broca y del peso específico y densidad del material. Cabe mencionar que el peso de la perforación varía entre 30 a 60 kg por cada 2.0 metros de perforación.

**Figura 4:** Muestras de perforación RC



Fuente: Elaboración propia.

### *Cuarteo*

En el proceso de preparación de muestras o cuarteo se utilizó el cuarteador (Jones). Previamente se hace pasar toda la muestra por el cuarteador para homogenizar o uniformizarla la muestra. Antes del cuarteo debe asegurarse que el cuarteador haya sido debidamente limpiada, cuidando de que los canales no estén obstruidos por fragmentos de otra muestra; el cuarteador debe estar nivelado, para que luego se vierta la muestra lenta y uniformemente a lo largo de la línea central del cuarteador.

**Figura 5:** Homogenización o cuarteo de muestras de perforación RC



Fuente: Elaboración propia.

### ***Clasificación de muestras de perforación***

**Muestras Analíticas.** Son para análisis geoquímico de aproximadamente 2 a 6 kg, los cuales son enviados a laboratorio, cada uno con códigos de barras de manera correlativa, sellada con precinto. Estos son recepcionados por laboratorio juntamente con las ordenes de trabajo (Dispatch), conformado por lotes de 30 muestras ordinaria y 7 controles.

**Figura 6:** Muestras para análisis geoquímico



Fuente: Elaboración propia.

**Muestras Metalúrgicas.** Son muestras para análisis Metalúrgico de aproximadamente 10 a 20 Kg, estos son apiladas en costales en exteriores de petrología III, para que posteriormente se composite por dominios litológicos. Cada uno con códigos de barras, código de sondaje y from -to de manera correlativa.

**Figura 7:** Muestras metalúrgicas apiladas



Fuente: Elaboración propia.

**Muestras de logueo.** Son muestras para la caracterización geológica a partir de la descripción de los detritos de aproximadamente 2 a 4 Kg, estos son puestas en las mesas. Cada uno con códigos de barra, código de sondaje y from - to de manera correlativa. Posteriormente son separados los materiales gruesos y finos con un tamiz, lavado de detritos, finalmente, tendidos en tableros plastificados.

**Figura 8:** Muestras de logueo, detritos y material fino



Fuente: Elaboración propia.

**Muestras de Rechazo.** Las muestras de rechazos de la perforación RC han sido custodiadas en costales para su posterior apilamiento.

**Figura 9:** Muestras de rechazos custodiadas en costales



Fuente: Elaboración propia.

### **Registro de base de datos**

#### ***Porcentaje de recuperación***

Consiste en registrar la información de la perforación RC, para tener en cuenta los porcentajes de recuperaciones de las muestras a partir de la densidad aparente de los dominios litológicos. La recuperación de materiales perforados depende del grado de compactación del material, humedad, bolonería, porosidad, siendo esta última muy elevada debido a los vacíos dejados entre los diferentes tamaños de materiales depositados en las desmonteras, que son variables y heterogéneos.

La recuperación máxima promedio que se obtiene en estos tipos de material es de aproximadamente 70%. Por lo tanto, se considera muy alta recuperación a mayor de 70%, alta recuperación de 50 a 70%, moderada

recuperación de 35 a 50%, baja recuperación de 20 a 35% y muy baja recuperación a menores al 20%.

Para la Calificación de las recuperaciones se ha realizado la siguiente tabla:

**Tabla 3:** Clasificación por rangos de % de recuperación de muestras

Clasificación por rangos		Calificación
Máxima	70%	100%
Alta	50 a 70%	85%
Moderada	35 a 50%	65%
Baja	20 a 35%	40%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4:** Densidades de dominios litológicos – Hanancocha

Proyecto	Dominios	Detalle	Zona	Densidad	Peso máximo	
				aparente (tn/m3)		Peso mínimo
Hanancocha	RLL_CLZ_PY	Relleno de caliza y pirita	1	2.219	68.03891264	23.81361943
Hanancocha	RLL_CLZBX	Relleno de caliza y brecha hidrotermal	2	1.938	61.89827951	21.66439783
	H					
Hanancocha	RLL_LAM	Relleno Lama	3	1.581	48.46258356	16.96190425
Hanancocha	RLL_PY_MS	Relleno de Pirita	-	2.986	91.53822612	32.03837914
Hanancocha	RLL_CLZ	Relleno de calizas	5	2.090	64.06102134	22.42135747
Hanancocha	RLL_VLC	Relleno de material volcánico	6	1.996	61.20266684	21.42093339

Fuente: Departamento Geología. Empresa Minera Volcan (2020).

### ***Reporte de muestreo***

Es el inventario de muestras en el proceso de cuarteo de la perforación RC, consiste en registrar el reporte diario de muestras ordinarias e inserción de controles, peso de muestra en Kg, peso de muestra analítica, peso de muestra húmeda, peso de muestra metalúrgica y de rechazo. Estas muestras son apiladas en exteriores de petrología III y petrología IV de manera correlativa. Posteriormente las muestras son subidas a GDMS.

### *Tasas de inserción de muestras de control (2021)*

En el año 2021, se realizó programas de control de calidad de los proyectos Stock pile Hanancocha, Óxidos el cual se detalla los tipos de muestras de control insertadas en las siguientes tablas:

**Tabla 5:** Control de inserción de muestras Blast Hole SP. Hanancocha

<b>Perforación blast hole stockpile Hanancocha</b>									
	Nº de sondajes	Nº de muestras ordinarias	Muestras Gemelas	Duplicados Finos	Duplicados Gruesos	Blancos Finos	Blancos Gruesos	Estándar	
Cantidad	138	271	13	9	9	10	10	17	
Tasa de Inserción (%)	100%	100%	3.50%	2.42%	2.42%	2.69%	2.69%	4.58%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6:** Control de inserción de muestras - Hanancocha

<b>Perforación RC Stockpile Hanancocha 1ra y 2da Etapa</b>									
	Nº de sondajes	Nº de muestras ordinarias	Muestras Gemelas	Duplicados Finos	Duplicados Gruesos	Blancos Finos	Blancos Gruesos	Estándar	
Cantidad	181	5229	233	173	178	176	178	348	
Tasa de Inserción (%)	100%	100%	4.46%	3.30%	3.40%	3.36%	3.40%	6.65%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7:** Control de inserción de muestras perforación RC SP. Óxidos

<b>Perforación RC Stockpile óxidos</b>									
	Nº de sondajes	Nº de muestras ordinarias	Muestras Gemelas	Duplicados Finos	Duplicados Gruesos	Blancos Finos	Blancos Gruesos	Estándar	
Cantidad	72	1224	56	42	42	42	42	83	
Tasa de Inserción (%)	100%	100%	4.58%	3.43%	3.43%	3.43%	3.43%	6.78%	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Perforación 2021 - Hanancocha

La perforación RC en Hanancocha se desarrolló en dos etapas, entre los meses de mayo a diciembre, al inicio del proyecto se perforó con la máquina Sandvik DE-810 y en el mes de agosto se sumó la máquina Schram MT-685 la cuál mejoró en el avance de perforación por día.

Se cumplió con todos los procesos tal cual indican en los protocolos y estándares estipulados en los procesos técnicos, geológicos, geometalúrgicos y de QA/QC.

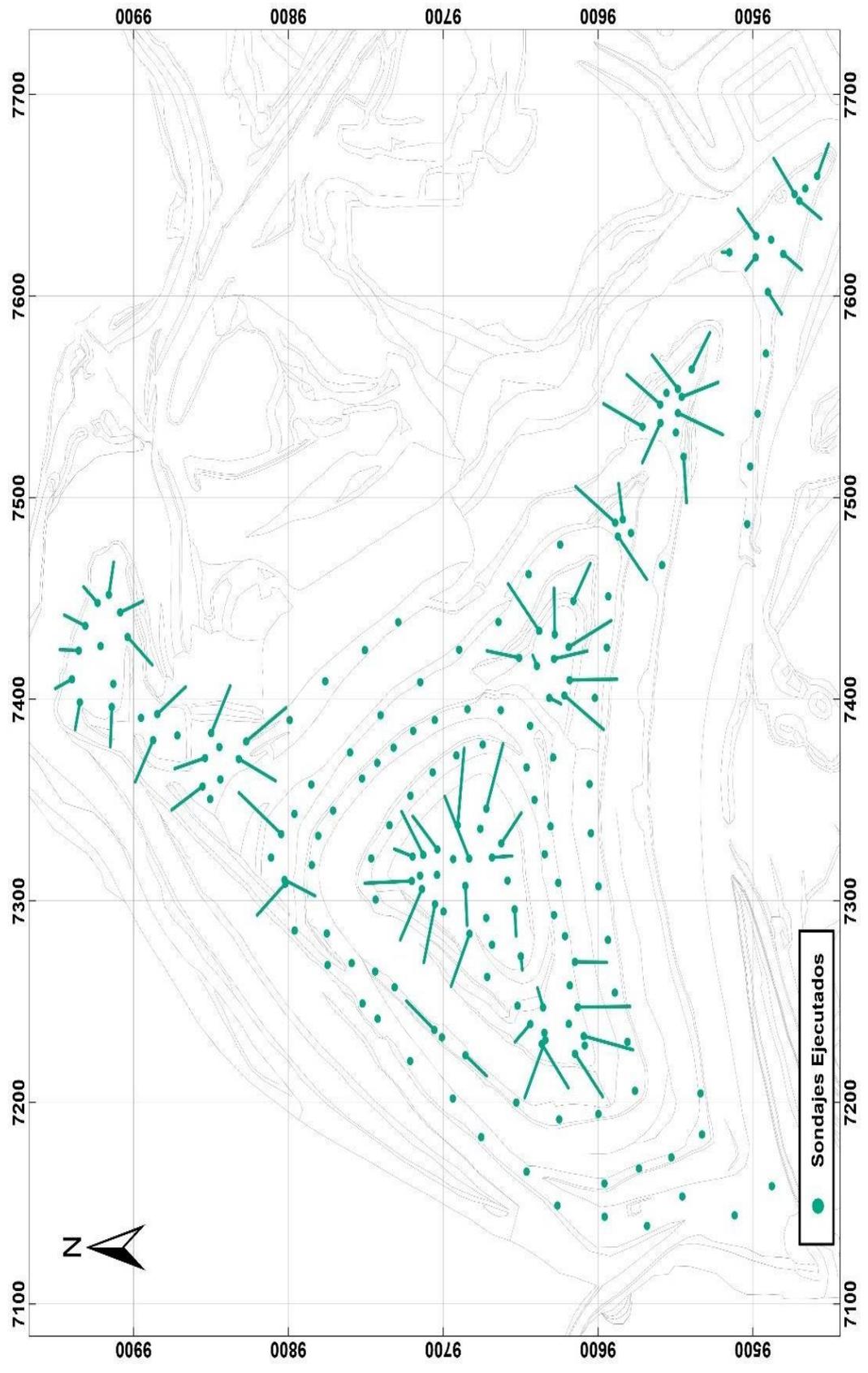
A continuación, se muestra cuadros y gráficos de los resultados obtenidos en el proyecto.

**Tabla 8:** Resumen de avance por mes

2021	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Ejecutado(m)	192	992	743	1,448	3,117.5	2,094	1,876	90	10,552.5
Hanancocha									

*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 10: Plano de los sondajes ejecutados



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9:** Resumen por etapas

2021	1ra Etapa	2da Etapa
Ejecutado(m)	6,882.5	3,670
Hanancocha		

Fuente: Elaboración propia.

### ***Dominios***

El dominio litológico se consideró a partir de dos tipos de rocas (detritos) que sobrepasa el 10%, de cantidad del total ya que en una sola corrida (2m) se identificaba hasta 4 tipos de rocas en este caso se considera las rocas de más cantidad.

Se considera dominios a partir de los detritos, para lo cual se realizó el cartografiado superficial de la desmontera Hanancocha, y se logró identificar los siguientes dominios litológicos:

F – PG: Relleno de calizas.

F – PG-PYB: Relleno de calizas con pirita.

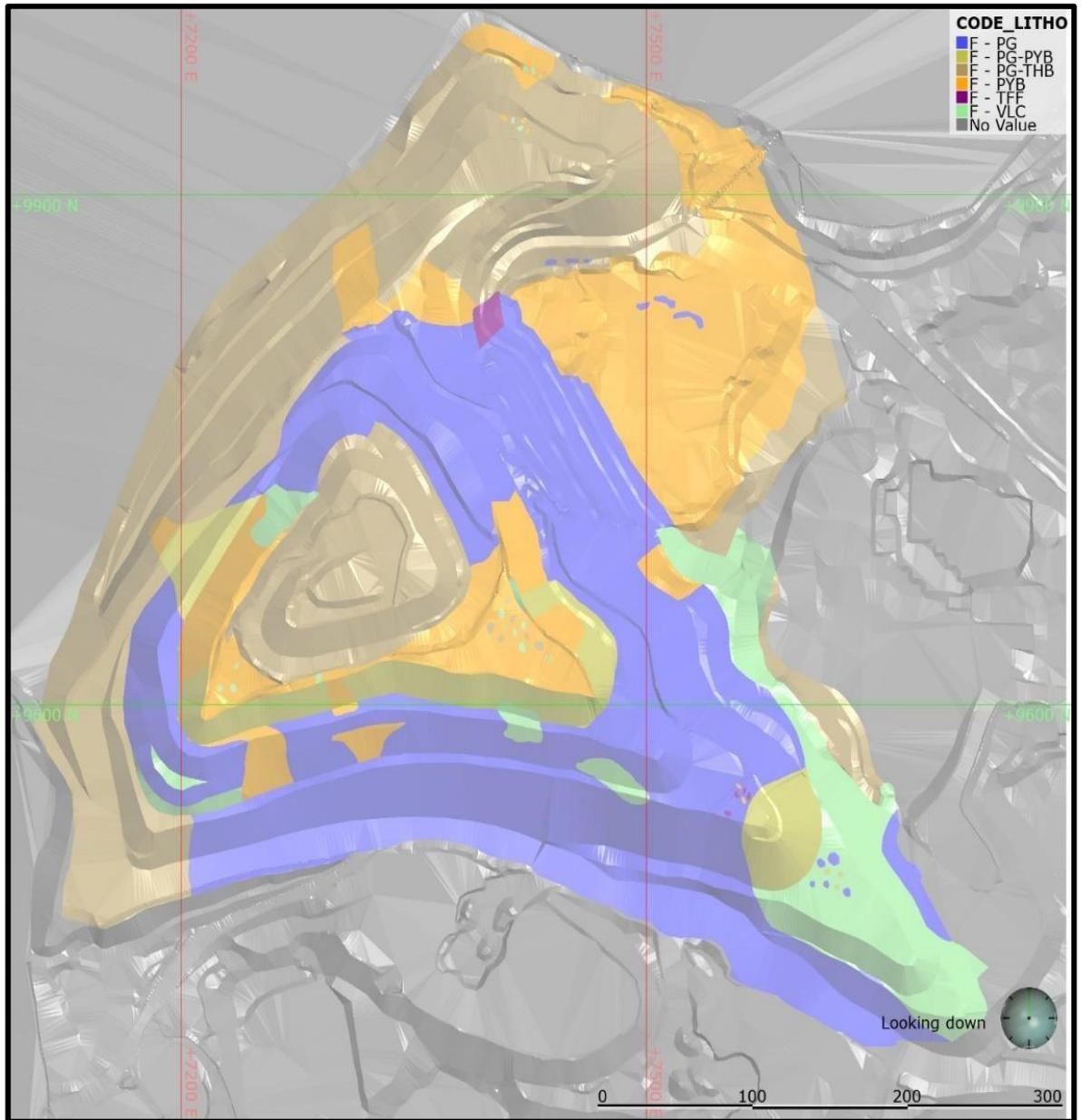
F – PG-THB: Relleno de calizas con brecha hidrotermal con óxidos.

F – PYB: Relleno de pirita.

F – TFF: Relleno de Tufo (Fragmental Lourdes).

F – VLC: Relleno Volcánico (Rumiallana)

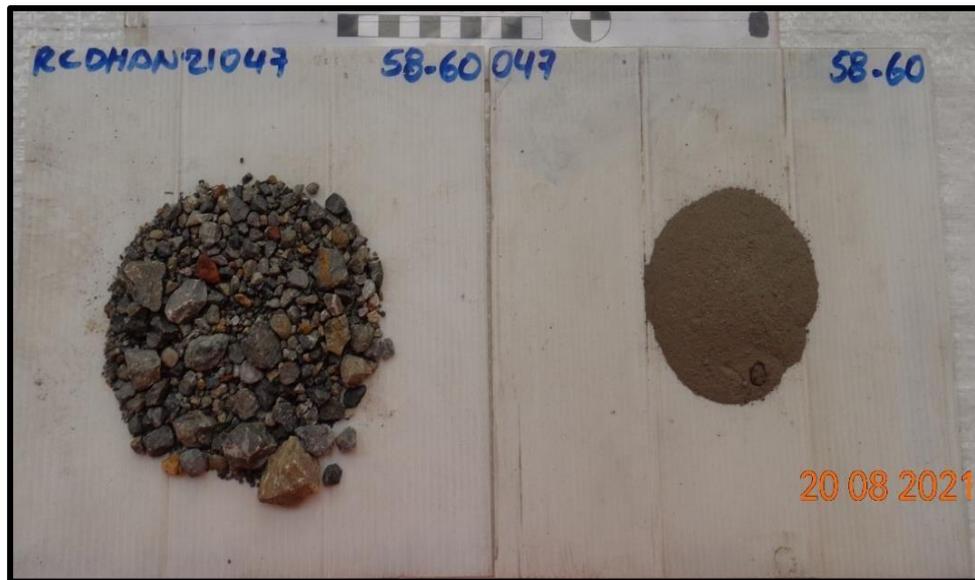
**Figura 11:** Cartografiado superficial



*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020)*

De la misma manera se presenta las fotos de los diferentes dominios litológicos encontrados.

**Figura 12:** RLL\_CLZ Relleno de Caliza



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura anterior se observa 65% fragmentos de caliza color gris con tonalidades azuladas, venillas y parches de Ca, fragmentos puntuales con pátinas de ox. / 5% fragmento puntual de Bx Ht ox y silicificada. / 30% material fino color gris pardusco y con leyes de: Leyes: Ag(oz): 1.91 / Au (PPM):0.06 / Pb (%):1.2 / Zn (%):2.7.

**Figura 13:** RLL\_CLZBXH Relleno de Caliza más Brecha Hidrotermal



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se observa 40% fragmentos de Bx Ht oxidos y silicificación, textura porosa. / 30% fragmentos de clz color gris con venillas

y parches de Ca, mod dol / 30% material fino color marrón ox. Asimismo, se tiene Leyes: Ag(oz): 0.69 / Au (PPM):0.06 / Pb (%):0.34 / Zn (%):2.24

**Figura 14:** RLL\_CLZ\_OX Relleno Caliza más Oxido.



*Fuente: Elaboración propia.*

Se observa en la figura anterior que el dominio posee 40% frag de clz color gris a gris clara, pátinas de ox. mod dol, / 5% frag de Bx Ht ox y silicf, tex poroso. / esporádicos frag de toba dacítica. / 35% material fino color marrón. Las leyes son: Leyes: Ag(oz): 0.65 / Au (PPM):0.06 / Pb (%):0.17 / Zn (%):4.0

**Figura 15:** RLL\_CLZ\_PY Relleno Caliza más Pirita



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se muestra que el dominio está constituido por 40% frag de clz color gris oscura con venilleos de Ca, moderada dol. / 15% frag de Py, tex

masiva y puntualmente tex cristalizada en espacios vacíos. / esporádicos frag de Bx Ht ox y silicificada, tex poroso. / 45% material fino de color marrón con tonalidad gris. Asimismo, las leyes son: Leyes: Ag(oz): 2.07 / Au (PPM):0.15 / Pb (%):0.4 / Zn (%):1.85

**Figura 16:** RLL\_BXH Relleno Brecha Hidrotermal.



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se observa 58% frag de Bx Ht ox y silicif, tex poroso. / 2% frag de clz color gris osc con pátinas de oxidación, mod dol. / 40% material fino color marrón oscuro. Leyes: Ag(oz): 3.83 / Au (PPM):0.14 / Pb (%):0.67 / Zn (%):1.46

**Figura 17: RLL\_PY\_MS Relleno Pirita Masiva**



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se observa el 65% frag de Py, tex masiva y puntualmente tex cristalizada en espacios vacíos. / 8% frag Clz de color gris oscura fuerte Sil (chert) / 27% material fino de color gris. Los resultados de las leyes: Ag(oz): 3.32 / Au (PPM):0.22 / Pb (%):0.34 / Zn (%):0.10

**Figura 18: RLL\_PYCHRT Relleno Pirita Chert**



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se muestra el 40% frag de Py, tex masiva y puntualmente tex cristalizada en espacios vacíos. / 20% frag Clz de color gris oscura fuerte Sil (chert) / 45% material fino de color gris y con leyes: Ag(oz): 4.23 / Au (PPM):0.29 / Pb (%):1.03 / Zn (%):0.37

**Figura 19:** RLL\_BXHTB Brecha Hidrotermal con Toba



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se muestra el 35% frag de toba volcánica color gris blanquesino con fenocristales de Qz, débil diss de Py. 30% frag de Bx Ht ox y silicf, tex poroso. / 5% frag de clz color gris con vnllas y parches de Ca, mod dol / 30% material fino color beige y con leyes: Ag(oz): 2.01 / Au (PPM):0.06 / Pb (%):0. / Zn (%):0.82

**Figura 20:** VLC volcánico



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se muestra el 70% frag de toba volcánica de color gris blanquesina, composición dacítica con fenocristales de Qz y puntualmente se puede apreciar micas de color negro, diss de Py. / 30% material fino de color

gris. Asimismo, existe roca estéril - Leyes: Ag(oz): 0.16 / Au (PPM):0.06 / Pb (%) :0.03 / Zn (%):0.034

**Figura 21:** VLC Volcánico



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se muestra el 70% frag de toba volcánica de color gris blanquesina (aglomerado rumiallana), composición dacítica con fenocristales de Qz y moderada argilización en las plagioclasas, dis de Py. / 30% material fino de color gris. / Min: Py 1%.

Roca Estéril - Leyes: Ag(oz): 0.16 / Au (PPM):0.06 / Pb (%) :0.03 / Zn (%) :0.034

### **Tipo de Rocas**

Las rocas que se observaron fueron los siguientes.

#### ***Brecha Hidrotermal***

Rocas que presenta fuerte silicificación y oxidación de textura oquerosa, bajo estas características litológicas y mineralógicas este material fue trasladado de la zona de óxidos del tajo abierto Raúl Rojas.

### ***Caliza***

De color gris oscuro a azulado con venilla, vetilleos y parches de calcita, estas rocas pertenecen a caliza del Grupo Pucará procedentes de la zona Nor Este del tajo Raúl Rojas.

También se puede identificar caliza de color gris claro a beige moderadamente dolomitizada provenientes de la parte sur este del tajo Raúl Rojas.

### ***Pirita***

Se puede apreciar pirita con parches y diss de galena, marmatita, pirrotita mineral procedente del tajo Raúl Rojas del cuerpo de Py con inclusiones moderadamente de sulfosales se puede observar intensa silicificación.

### ***Rocas Volcánica:***

Son rocas procedentes del tajo Santa Rosa, de la fase explosiva consistente en aglomerados y tufos y una fase intrusiva de composición dacítica.

Es precisamente sobre esta roca que fue depositada todo el material acumulado en esta desmontera.

### ***Filita***

Son rocas antiguas del grupo excelsior color gris oscuro que aflora en la parte central del tajo Raúl Rojas, las cuáles también se pueden observar esporádicamente en esta desmontera.

### ***Zona de Acumulación o Deposición***

Las rocas descritas líneas arriba fueron en general procedentes del minado que se realizó años anteriores en el Tajo Raúl Rojas las cuales fueron

depositadas en lugar denominado Hanancocha de la cuál proviene el nombre desmontera Hanancocha.

Todo el material acumulado en esta desmontera fue realizado sobre roca in situ, tufos volcánicos de color gris blanquesino de composición dacítica con fenocristales de Qz y débil diss de Py.

***Resumen de Leyes - Laboratorio Químico***

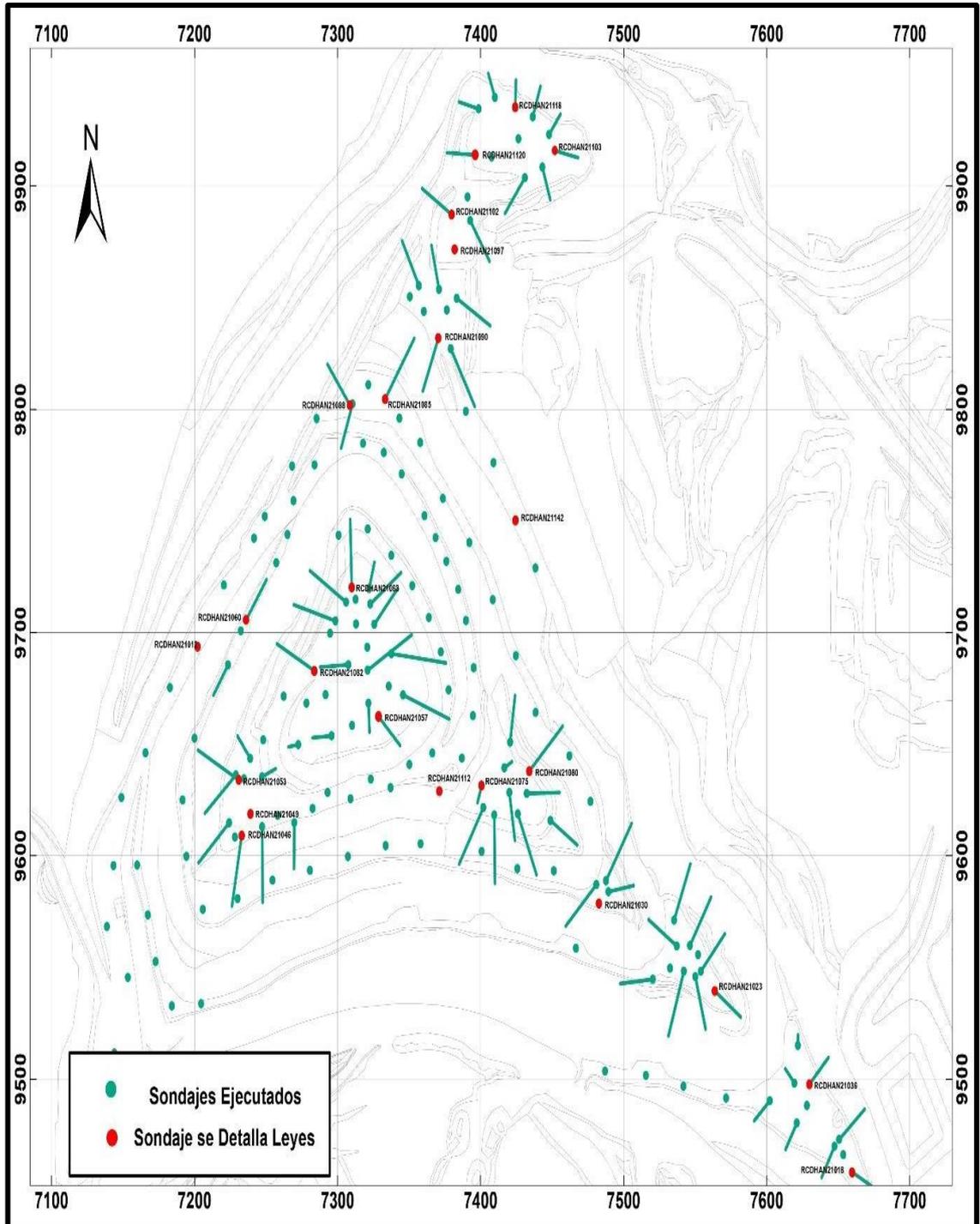
Se consideró sondajes que representen una determinada zona y se calculó la ley promedio por litología, se clasificó en 4 categorías las cuales se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 10:** Resumen de leyes

Código de Color	Ag_oz	Pb_%	Zn_%
Muy alta	>1.5	>0.7	>2
Alta	1-1.5	0.5-0.7	1.5-2
Media	0.5-1	0.3-0.5	1-1.5
Baja	<0.5	<0.3	<1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Sondajes representados con leyes



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11:** Leyes de Sondaje RCDHAN21012

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 12	0	2	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.775	0.407	0.733
RCDHAN210 12	2	4	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.797	0.414	2.407
RCDHAN210 12	4	6	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.350	1.069	3.214
RCDHAN210 12	6	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.340	1.500	3.093
RCDHAN210 12	8	10	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.428	1.205	1.601
RCDHAN210 12	10	12	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.048	0.902	1.819
RCDHAN210 12	12	14	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.387	0.279	1.521
RCDHAN210 12	14	16	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.149	0.192	1.264
RCDHAN210 12	16	18	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.001	0.386	0.983
RCDHAN210 12	18	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.190	0.567	0.878
RCDHAN210 12	20	22	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.209	1.198	1.199
RCDHAN210 12	22	24	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.962	1.096	1.098
RCDHAN210 12	24	26	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.601	0.594	0.639
RCDHAN210 12	26	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.157	1.085	8.855
RCDHAN210 12	28	30	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.562	0.722	1.669
RCDHAN210 12	30	32	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.547	0.938	5.599
RCDHAN210 12	32	34	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.864	0.627	3.203
RCDHAN210 12	34	36	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.940	0.357	1.658
RCDHAN210 12	36	38	Volcánico	VLC	1.267	0.264	1.516
RCDHAN210 12	38	40	Volcánico	VLC	1.311	0.306	1.559
RCDHAN210 12	40	42	Volcánico	VLC	1.311	0.280	1.720

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 12:** Leyes de Sondaje RCDHAN21018

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN2101 8	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.509	0.194	1.084
RCDHAN2101 8	2	16	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.850	1.473	0.403
RCDHAN2101 8	16	18	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.761	0.714	1.130
RCDHAN2101 8	18	20	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.164	0.412	0.746
RCDHAN2101 8	20	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.855	0.294	1.166
RCDHAN2101 8	26	30	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.719	0.642	2.279
RCDHAN2101 8	30	32	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.674	0.459	1.787
RCDHAN2101 8	32	36	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.469	0.721	2.622
RCDHAN2101 8	36	44	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.382	0.429	0.942
RCDHAN2101 8	44	46	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	5.185	0.432	0.075
RCDHAN2101 8	46	48	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	4.146	0.441	0.268

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 13:** Leyes de Sondaje RCDHAN21023

BHD	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN2102 3	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.442	0.301	1.240
RCDHAN2102 3	2	8	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.307	0.287	0.818
RCDHAN2102 3	8	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.127	0.466	1.475
RCDHAN2102 3	14	18	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	4.805	0.929	1.498
RCDHAN2102 3	18	26	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.887	0.536	1.556
RCDHAN2102 3	26	30	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.635	0.892	2.024
RCDHAN2102 3	30	34	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.947	0.308	0.540
RCDHAN2102 3	34	40	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.907	0.540	1.236
RCDHAN2102 3	40	44	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.450	0.382	1.164
RCDHAN2102 3	44	48	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.323	0.239	0.372
RCDHAN2102 3	48	50	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	1.274	0.210	0.163
RCDHAN2102 3	50	52	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	1.258	0.206	0.190
RCDHAN2102 3	52	62	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.249	0.204	0.151
RCDHAN2102 3	62	66	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	5.008	0.323	0.219

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 14:** Leyes de Sondaje RCDHAN21030

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 30	0	2	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.257	0.131	0.343
RCDHAN210 30	2	4	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.465	0.544	0.994
RCDHAN210 30	4	6	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.522	0.790	0.899
RCDHAN210 30	6	8	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.461	0.519	2.386
RCDHAN210 30	8	10	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.529	0.435	2.093
RCDHAN210 30	10	12	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	1.265	0.248	1.210
RCDHAN210 30	12	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.553	0.248	1.074
RCDHAN210 30	14	16	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	7.333	0.384	1.114
RCDHAN210 30	16	18	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.780	0.509	0.887
RCDHAN210 30	18	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.480	1.297	0.796
RCDHAN210 30	20	22	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.584	1.472	1.411
RCDHAN210 30	22	24	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.649	0.461	1.532
RCDHAN210 30	24	26	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.580	0.306	1.040
RCDHAN210 30	26	28	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	1.375	0.604	1.757
RCDHAN210 30	28	30	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.850	0.398	1.546
RCDHAN210 30	30	32	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	9.658	0.611	0.604
RCDHAN210 30	32	34	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	4.338	0.909	0.747
RCDHAN210 30	34	36	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.948	0.471	0.475
RCDHAN210 30	36	40	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.821	0.645	1.765
RCDHAN210 30	40	44	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.450	0.417	1.618
RCDHAN210 30	44	46	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.155	0.536	0.784
RCDHAN210 30	46	48	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.279	0.260	0.090
RCDHAN210 30	48	50	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	4.567	0.245	0.250

RCDHAN210 30	50	52	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	4.528	0.374	0.062
RCDHAN210 30	52	56	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	12.671	0.520	0.117
RCDHAN210 30	58	72	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	5.553	0.235	0.060

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 15:** Leyes de Sondaje RCDHAN21036

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 36	0	2	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.881	0.759	0.486
RCDHAN210 36	2	6	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.170	0.762	1.105
RCDHAN210 36	6	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.574	0.736	1.143
RCDHAN210 36	8	14	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.174	0.359	1.629
RCDHAN210 36	14	24	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.014	0.454	1.014
RCDHAN210 36	24	30	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.677	1.030	2.522
RCDHAN210 36	30	44	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	5.242	0.405	0.486
RCDHAN210 36	44	50	Volcánico	VLC	0.333	0.050	0.097

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcán (2020).

**Tabla 16:** Leyes de Sondaje RCDHAN21046

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 46	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.978	0.719	2.064
RCDHAN210 46	2	6	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	6.240	0.650	1.758
RCDHAN210 46	6	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.315	0.735	2.158
RCDHAN210 46	8	10	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.213	0.445	1.734
RCDHAN210 46	10	14	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.934	0.697	0.883
RCDHAN210 46	14	22	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.804	0.646	0.615
RCDHAN210 46	22	24	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.141	1.905	3.184
RCDHAN210 46	24	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.507	1.996	3.151
RCDHAN210 46	26	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.024	0.897	1.394
RCDHAN210 46	28	30	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.853	0.609	1.342
RCDHAN210 46	30	32	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.215	0.509	1.418
RCDHAN210 46	34	40	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.915	0.876	1.268
RCDHAN210 46	42	44	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.450	1.215	1.815
RCDHAN210 46	44	46	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.057	0.555	2.274
RCDHAN210 46	46	48	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.850	0.427	1.870
RCDHAN210 46	48	50	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	6.735	0.653	1.003
RCDHAN210 46	50	52	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.212	0.354	1.052
RCDHAN210 46	52	58	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	4.574	1.356	2.242
RCDHAN210 46	58	64	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.719	0.517	1.207
RCDHAN210 46	64	66	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.462	0.347	0.960
RCDHAN210 46	66	72	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.866	0.463	0.596
RCDHAN210 46	72	78	Volcánico	VLC	0.682	0.117	0.175

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 17:** Leyes de Sondaje RCDHAN21049

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 49	0	2	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	3.183	0.784	1.147
RCDHAN210 49	2	4	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	3.009	0.661	1.883
RCDHAN210 49	4	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.427	0.448	1.364
RCDHAN210 49	8	12	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.884	0.426	1.285
RCDHAN210 49	12	16	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.218	0.478	1.073
RCDHAN210 49	16	18	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	6.533	2.093	0.593
RCDHAN210 49	18	24	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.109	0.863	1.459
RCDHAN210 49	24	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.135	1.958	1.033
RCDHAN210 49	26	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.534	0.525	0.738
RCDHAN210 49	28	30	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.456	0.475	1.117
RCDHAN210 49	30	32	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.440	0.504	1.798
RCDHAN210 49	32	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.768	0.566	1.057
RCDHAN210 49	34	36	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.633	0.669	1.842
RCDHAN210 49	36	38	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.003	0.610	1.807
RCDHAN210 49	38	40	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.993	0.471	1.351
RCDHAN210 49	40	42	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.374	0.546	1.879
RCDHAN210 49	42	48	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.940	0.508	1.633
RCDHAN210 49	48	50	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.720	0.311	1.309
RCDHAN210 49	50	52	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.874	0.524	1.425
RCDHAN210 49	52	54	Relleno Volcánico	RLL_VLC	0.848	0.289	0.888
RCDHAN210 49	54	56	Relleno Volcánico	RLL_VLC	1.055	0.237	0.475
RCDHAN210 49	56	58	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	0.951	0.217	0.573
RCDHAN210 49	58	66	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.262	0.189	0.183

RCDHAN210 49	66	68	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	1.708	0.144	0.156
RCDHAN210 49	68	70	Volcánico	VLC	0.489	0.049	0.059
RCDHAN210 49	70	74	Volcánico	VLC	0.542	0.056	0.108
RCDHAN210 49	74	76	Volcánico	VLC	0.244	0.029	0.059

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 18:** Leyes de Sondaje RCDHAN21052

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 52	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.826	0.550	0.907
RCDHAN210 52	2	6	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.156	0.570	1.585
RCDHAN210 52	6	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.752	0.383	0.981
RCDHAN210 52	8	12	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.890	0.222	0.634
RCDHAN210 52	12	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.633	0.453	1.239
RCDHAN210 52	14	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.817	0.615	1.278
RCDHAN210 52	20	22	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.726	0.590	1.201
RCDHAN210 52	22	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.233	1.082	1.031
RCDHAN210 52	26	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.362	0.761	0.865
RCDHAN210 52	28	48	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.202	0.751	2.228
RCDHAN210 52	48	52	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.180	0.978	1.643
RCDHAN210 52	52	60	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.166	1.219	1.105
RCDHAN210 52	60	68	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.449	0.453	0.472
RCDHAN210 52	68	72	Volcánico	VLC	0.743	0.125	0.087

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 19:** Leyes de Sondaje RCDHAN21057

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 57	0	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.864	0.889	0.902
RCDHAN210 57	8	12	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.151	0.886	1.322
RCDHAN210 57	12	18	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.362	0.618	1.594
RCDHAN210 57	18	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.860	0.427	0.965
RCDHAN210 57	22	24	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.852	0.622	1.381
RCDHAN210 57	24	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.487	1.597	1.249
RCDHAN210 57	26	30	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.083	0.611	1.323
RCDHAN210 57	30	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.501	0.924	3.245
RCDHAN210 57	34	38	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.615	0.533	1.536
RCDHAN210 57	38	42	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.581	0.443	1.952
RCDHAN210 57	42	46	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.368	0.231	0.958
RCDHAN210 57	46	52	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.597	0.579	1.431
RCDHAN210 57	52	54	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.928	0.879	1.099
RCDHAN210 57	54	56	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.130	0.548	1.315
RCDHAN210 57	56	58	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	1.521	0.721	1.194
RCDHAN210 57	58	64	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.591	0.732	1.472
RCDHAN210 57	64	72	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.238	1.402	1.340

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 20:** Leyes de Sondaje RCDHAN21060

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 60	0	4	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.922	0.544	1.202
RCDHAN210 60	4	6	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.744	1.375	1.270
RCDHAN210 60	6	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.424	0.588	1.716
RCDHAN210 60	8	10	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.953	0.469	3.265
RCDHAN210 60	10	14	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	2.284	0.683	1.321
RCDHAN210 60	14	16	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.721	0.496	2.505
RCDHAN210 60	16	18	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.832	0.328	4.741
RCDHAN210 60	18	22	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.489	0.636	3.553
RCDHAN210 60	22	28	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.609	0.637	3.274
RCDHAN210 60	28	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.772	2.161	0.921
RCDHAN210 60	34	36	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.151	0.731	1.233
RCDHAN210 60	36	38	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.985	0.345	0.964
RCDHAN210 60	38	42	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.460	0.658	1.872
RCDHAN210 60	42	50	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.077	0.639	0.801
RCDHAN210 60	50	60	Relleno Volcánico	RLL_VLC	0.368	0.073	0.135

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 21:** Leyes de Sondaje RCDHAN21063

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 63	0	6	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.643	0.621	0.858
RCDHAN210 63	6	8	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.392	0.460	0.684
RCDHAN210 63	8	10	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.951	0.326	0.713
RCDHAN210 63	10	12	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.090	0.476	1.264
RCDHAN210 63	12	14	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.161	0.377	1.634
RCDHAN210 63	14	18	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.994	0.613	1.681
RCDHAN210 63	18	20	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	4.038	1.091	1.688
RCDHAN210 63	20	22	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	8.321	1.102	0.910
RCDHAN210 63	22	24	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.331	0.862	1.788
RCDHAN210 63	24	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.974	0.811	1.922
RCDHAN210 63	28	32	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	4.707	1.599	0.805
RCDHAN210 63	32	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.993	1.161	1.022
RCDHAN210 63	34	40	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	1.140	0.445	3.220
RCDHAN210 63	40	42	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.180	0.600	2.080
RCDHAN210 63	42	44	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.916	0.456	1.270
RCDHAN210 63	44	46	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.592	0.286	0.825
RCDHAN210 63	46	50	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.601	0.719	1.182
RCDHAN210 63	50	52	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.813	1.735	0.568
RCDHAN210 63	52	54	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	4.128	1.291	0.760
RCDHAN210 63	54	62	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.000	1.190	2.573
RCDHAN210 63	62	64	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.717	0.485	1.011
RCDHAN210 63	64	70	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.347	0.853	1.352

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 22:** Leyes de Sondaje RCDHAN21075

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 75	0	6	Relleno de Pirita Chert	RLL_PYCHRT	3.103	0.396	0.401
RCDHAN210 75	6	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.605	0.337	0.637
RCDHAN210 75	8	10	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.695	0.425	0.965
RCDHAN210 75	10	12	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.199	0.566	1.783
RCDHAN210 75	12	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.390	0.715	1.763
RCDHAN210 75	14	18	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.241	0.421	1.077
RCDHAN210 75	18	22	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.354	0.854	1.888
RCDHAN210 75	22	26	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.980	0.839	1.862
RCDHAN210 75	26	30	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.048	0.426	1.912
RCDHAN210 75	30	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.136	0.616	1.008
RCDHAN210 75	34	40	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.272	1.360	1.212
RCDHAN210 75	40	44	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	3.311	0.927	1.135
RCDHAN210 75	44	46	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	1.256	0.361	0.744
RCDHAN210 75	46	50	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.445	0.622	1.624
RCDHAN210 75	50	56	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.293	0.326	0.613
RCDHAN210 75	56	60	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.834	0.214	0.221

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 23:** Leyes de Sondaje RCDHAN21080

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 80	0	4	Relleno de aglomerado	RLL_AGLR	0.353	0.212	0.422
RCDHAN210 80	4	6	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.286	0.352	0.688
RCDHAN210 80	6	12	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.899	0.526	1.348
RCDHAN210 80	12	14	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.810	0.352	1.081
RCDHAN210 80	14	16	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.604	0.161	0.470
RCDHAN210 80	16	22	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.257	0.231	2.189
RCDHAN210 80	22	28	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.584	0.679	1.272
RCDHAN210 80	28	30	Relleno de aglomerado	RLL_AGLR	3.481	0.421	0.315
RCDHAN210 80	30	36	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	1.143	0.498	1.288
RCDHAN210 80	36	44	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.399	0.438	1.146
RCDHAN210 80	44	46	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.647	0.470	1.627
RCDHAN210 80	46	52	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	5.450	0.434	1.161
RCDHAN210 80	52	54	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	4.258	0.653	1.876
RCDHAN210 80	54	60	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.638	0.333	0.961
RCDHAN210 80	60	72	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	4.785	0.533	0.177

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 24:** Leyes de Sondaje RCDHAN21082

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 82	0	2	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	14.810	1.243	0.347
RCDHAN210 82	2	6	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	6.567	0.940	1.327
RCDHAN210 82	6	10	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.756	0.414	0.906
RCDHAN210 82	10	18	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.188	0.570	1.532
RCDHAN210 82	18	24	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	3.511	0.706	1.241
RCDHAN210 82	24	26	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.490	0.517	1.360
RCDHAN210 82	26	28	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	4.534	0.613	1.283
RCDHAN210 82	28	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.109	0.616	1.713
RCDHAN210 82	34	38	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.919	0.617	2.978
RCDHAN210 82	38	42	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.092	0.599	1.938
RCDHAN210 82	42	48	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.000	0.703	1.729
RCDHAN210 82	48	54	Relleno de aglomerado	RLL_AGLR	0.360	0.167	0.304
RCDHAN210 82	54	56	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	3.739	1.355	0.447
RCDHAN210 82	56	62	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.356	0.514	0.535
RCDHAN210 82	62	64	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.399	0.622	1.056

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 25:** Leyes de Sondaje RCDHAN21085

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 85	0	4	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	2.737	0.765	1.119
RCDHAN210 85	4	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	8.287	1.163	1.322
RCDHAN210 85	8	10	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	7.013	1.639	1.281
RCDHAN210 85	10	12	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.735	0.405	1.934
RCDHAN210 85	12	16	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	8.393	3.250	1.595
RCDHAN210 85	16	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.899	0.487	1.621
RCDHAN210 85	22	28	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	4.637	1.508	1.581
RCDHAN210 85	28	30	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	8.592	1.048	1.092
RCDHAN210 85	30	36	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.798	0.593	1.782
RCDHAN210 85	36	38	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.890	0.927	1.123
RCDHAN210 85	38	42	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.064	0.658	1.819
RCDHAN210 85	42	52	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	4.164	0.343	0.109
RCDHAN210 85	52	58	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.513	0.195	0.108
RCDHAN210 85	58	60	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.094	0.273	0.389
RCDHAN210 85	60	62	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	0.739	0.208	0.374
RCDHAN210 85	62	72	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.612	0.136	0.258
RCDHAN210 85	72	76	Relleno Volcánico	RLL_VLC	0.287	0.101	0.186

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 26:** Leyes de Sondaje RCDHAN21088

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 88	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.367	0.271	0.814
RCDHAN210 88	4	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.744	0.257	2.460
RCDHAN210 88	8	10	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	10.359	2.737	2.014
RCDHAN210 88	10	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	9.141	2.684	1.874
RCDHAN210 88	20	22	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	3.021	0.497	1.439
RCDHAN210 88	22	24	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	1.572	0.357	0.906
RCDHAN210 88	24	28	Relleno Volcánico	RLL_VLC	1.723	0.352	0.863
RCDHAN210 88	28	36	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	5.193	1.156	1.247
RCDHAN210 88	36	42	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.242	0.586	1.074
RCDHAN210 88	42	48	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.184	0.330	0.296
RCDHAN210 88	48	53.5	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.413	0.487	0.170

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 27:** Leyes de Sondaje RCDHAN21090

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 90	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.630	0.450	0.878
RCDHAN210 90	2	8	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	0.995	0.465	0.333
RCDHAN210 90	8	12	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.485	0.607	1.004
RCDHAN210 90	12	16	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.717	0.509	1.532
RCDHAN210 90	16	18	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	1.080	0.486	1.024
RCDHAN210 90	18	24	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.136	0.580	1.399
RCDHAN210 90	24	26	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	3.678	0.625	0.450
RCDHAN210 90	26	28	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	5.247	0.521	0.146
RCDHAN210 90	28	46	Relleno de Pirita Chert	RLL_PYCHRT	3.997	1.060	0.565
RCDHAN210 90	46	50	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.376	0.421	0.359
RCDHAN210 90	50	60	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.566	0.159	0.277
RCDHAN210 90	60	62	Relleno de aglomerado	RLL_AGLR	0.180	0.066	0.087

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 28:** Leyes de Sondaje RCDHAN21097

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN210 97	0	2	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	0.875	0.282	0.793
RCDHAN210 97	2	12	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	7.579	0.898	0.901
RCDHAN210 97	12	30	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.405	1.101	1.168
RCDHAN210 97	30	32	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.045	1.033	0.715
RCDHAN210 97	32	44	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	0.812	0.301	0.354
RCDHAN210 97	44	48	Volcánico	VLC	0.225	0.086	0.159

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 29: Leyes de Sondaje RCDHAN21103**

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 03	0	2	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	9.851	0.968	0.265
RCDHAN211 03	2	4	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	8.089	0.866	0.578
RCDHAN211 03	4	16	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.938	0.545	1.046
RCDHAN211 03	16	22	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	1.074	0.338	1.093
RCDHAN211 03	22	32	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.330	0.669	1.611
RCDHAN211 03	32	34	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.302	0.291	0.714
RCDHAN211 03	34	40	Volcánico	VLC	0.865	0.097	0.209

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 30: Leyes de Sondaje RCDHAN21112**

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 12	0	4	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.782	0.373	0.535
RCDHAN211 12	4	8	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.356	0.304	0.119
RCDHAN211 12	8	10	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	1.660	0.396	1.101
RCDHAN211 12	10	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.000	0.318	0.905
RCDHAN211 12	14	16	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.640	0.331	0.754
RCDHAN211 12	16	20	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.821	0.612	1.672
RCDHAN211 12	20	24	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.460	0.583	1.148
RCDHAN211 12	24	28	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	4.965	0.766	0.975
RCDHAN211 12	28	30	Relleno de Filita	RLL_FLT	0.649	0.180	0.571
RCDHAN211 12	30	34	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.812	0.482	1.840
RCDHAN211 12	34	36	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.375	0.577	0.661
RCDHAN211 12	36	42	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	6.745	0.858	1.032
RCDHAN211 12	42	44	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.855	0.699	1.386

RCDHAN211 12	44	50	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.141	0.633	1.667
RCDHAN211 12	50	54	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.749	0.715	1.155
RCDHAN211 12	54	58	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.778	0.309	0.712
RCDHAN211 12	58	60	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	2.310	0.513	0.343
RCDHAN211 12	60	72	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.827	0.344	0.109
RCDHAN211 12	72	74	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.785	0.270	0.051
RCDHAN211 12	74	76	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.927	0.312	0.094

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 31:** Leyes de Sondaje RCDHAN21113

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 13	0	4	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	3.125	1.160	1.724
RCDHAN211 13	4	10	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.974	1.155	1.735
RCDHAN211 13	10	14	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	3.122	1.554	1.321
RCDHAN211 13	14	16	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	1.743	0.483	0.534
RCDHAN211 13	16	18	Relleno de aglomerado	RLL_AGLR	0.620	0.246	0.320
RCDHAN211 13	18	20	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.751	0.734	0.565
RCDHAN211 13	20	22	Relleno Brecha Hidrotermal más Toba	RLL_BXHTB	1.010	0.309	0.431
RCDHAN211 13	22	24	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.078	1.678	5.374
RCDHAN211 13	24	30	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	8.186	0.853	0.627
RCDHAN211 13	30	46	Relleno de Pirita Chert	RLL_PYCHRT	3.748	0.612	0.239
RCDHAN211 13	46	50	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	4.244	0.204	0.065
RCDHAN211 13	50	52	Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita	RLL_BXHPY	2.271	0.140	0.121
RCDHAN211 13	52	58	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.540	0.143	0.259
RCDHAN211 13	58	60	Volcánico	VLC	0.261	0.038	0.054

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan. (2020).*

**Tabla 32:** Leyes de Sondaje RCDHAN21118

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 18	0	8	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	5.958	0.731	1.603
RCDHAN211 18	8	14	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	1.982	0.414	1.473
RCDHAN211 18	14	26	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	4.355	0.877	2.146
RCDHAN211 18	28	34	Volcánico	VLC	0.530	0.140	0.210

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 33:** Leyes de Sondaje RCDHAN21120

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 20	0	2	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.690	0.613	0.998
RCDHAN211 20	2	8	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.931	1.228	1.541
RCDHAN211 20	8	22	Relleno de Brecha Hidrotermal	RLL_BXH	3.796	1.457	0.958
RCDHAN211 20	22	28	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.785	0.753	1.069
RCDHAN211 20	32	34	Relleno de Caliza mas Brecha Hidrotermal	RLL_CLZBXH	2.185	0.372	0.465
RCDHAN211 20	34	42	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	1.009	0.256	0.366
RCDHAN211 20	42	48	Volcánico	VLC	0.281	0.062	0.086

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 34:** Leyes de Sondaje RCDHAN21142

BHID	FROM	TO	DOMINIO	CODE_ROCK	AG_OZ	PB_%	ZN_%
RCDHAN211 42	0	2	Relleno de Caliza	RLL_CLZ	0.255	0.389	1.296
RCDHAN211 42	2	6	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.206	0.425	1.323
RCDHAN211 42	6	12	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.528	0.710	2.171
RCDHAN211 42	12	18	Relleno de Caliza mas Óxido	RLL_CLZ_OX	0.602	0.703	1.788
RCDHAN211 42	18	20	Relleno de Caliza mas Volcánico	RLL_CLZ_AR	0.394	0.466	1.862
RCDHAN211 42	20	24	Relleno de Caliza mas Pirita	RLL_CLZ_PY	1.713	0.514	1.256
RCDHAN211 42	24	26	Relleno de Caliza mas Volcánico	RLL_CLZ_AR	1.482	0.348	0.832
RCDHAN211 42	26	30	Relleno Volcánico	RLL_VLC	1.545	0.287	0.285
RCDHAN211 42	30	32	Relleno de Pirita mas Volcánico	RLL_PYF_AR	3.134	1.906	0.143
RCDHAN211 42	32	46	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	3.002	0.415	0.162
RCDHAN211 42	46	60	Rellena de Pirita Masiva	RLL_PY_MS	2.515	0.528	0.222
RCDHAN211 42	60	62	Relleno Volcánico	RLL_VLC	0.800	0.162	0.071
RCDHAN211 42	62	66	Relleno Volcánico	RLL_VLC	0.631	0.150	0.148
RCDHAN211 42	66	70	Volcánico	VLC	1.330	0.281	0.926

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

### 4.2.3. Perforación 2021 - SP óxidos

La perforación RC en SP óxidos se desarrolló en dos etapas, en la segunda etapa, se perforó con dos máquinas Sandvik DE-810 y Schram M T-685.

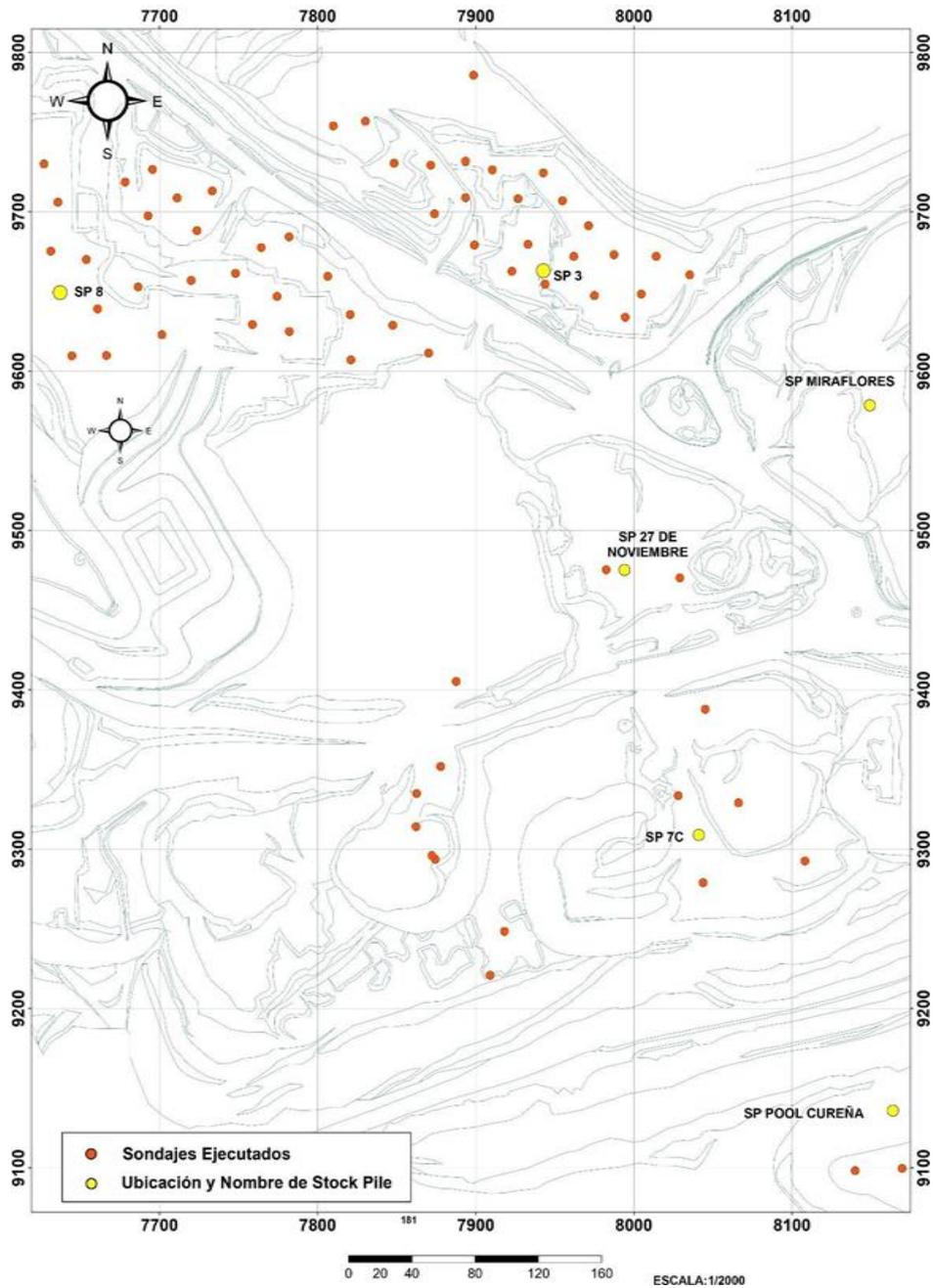
Se cumplió con todos los procesos tal cual indican en los protocolos y estándares estipulados en los procesos técnicos, geológicos, geometalúrgicos y de QA/QC.

A continuación, se muestra cuadros y gráficos de los resultados obtenidos en el proyecto.

**Tabla 35:** Resumen de avance por mes – SP Óxidos

2021	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Ejecutado(m)	0	0	0	0	0	728	1,564	238	2,530.0
Óxidos									

**Figura 23:** Sondajes ejecutados – SP Óxidos



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36:** Resumen por Etapas – SP Óxidos

2021	1ra Etapa	2da Etapa
Ejecutado(m)	1,440	1,090
Óxidos		

Fuente: Elaboración propia.

### ***Dominios***

Un dominio se consideró a partir de dos tipos de rocas (detritos) que sobrepasa el 10%, de cantidad del total ya que en una sola corrida (2m) se identificaba hasta 4 tipos de rocas en este caso se considera las rocas de más cantidad.

Citamos algunos ejemplos de dominios a partir de los detritos, las cuales podemos apreciar en las siguientes fotos.

**Figura 24:** RLL\_BXHPY Relleno de Brecha Hidrotermal más Pirita



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se determinó el 45% frag de Py, tex masiva y puntualmente tex cristalizada en espacios vacíos. / 20% frag de Bx Ht ox y silicificada, tex poroso. / 8% frag de clz color gris oscura con venilleos de Ca, intenso silicificación. / 15% material fino de color gris oscuro con tonalidades parduzcas y con leyes: Ag(oz): 2.54 / Au (PPM):0.8 / Pb (%):0.4 / Zn (%):0.38

**Figura 25:** RLL\_CLZ Relleno de Caliza



*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura se determinó el 75% fragmentos de caliza color gris con tonalidades azuladas, venillas y parches de Ca, fragmentos puntuales con pátinas de ox. / 2% frag puntual de Bx Ht ox y silicf. / 23% material fino color gris pardusco y con leyes: Ag(oz): 1.01 / Au (PPM):0.06 / Pb (%):0.4 / Zn (%):0.79

**Figura 26:** RLL\_CLZBXH Relleno de caliza más Brecha Hidrotermal



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se determinó el 40% frag de Bx Ht ox y silicf, tex poroso. / 35% frag de clz color gris osc con vnllas y parches de Ca, mod silicf. / 5% frag de Py de tex mass. / 20% material fino color marrón osc óxidos y leyes: Ag(oz): 2.53 / Au (PPM):0.14 / Pb (%):0.75 / Zn (%):0.41

**Figura 27:** RLL\_CLZBXH Relleno de caliza más Brecha Hidrotermal



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se determinó el 40% frag de Bx Ht ox y silicf, tex poroso. / 35% frag de clz color gris osc con vnllas y parches de Ca, mod silicf. / 5% frag

de Py de tex mass. / 20% material fino color marrón osc óxidos y con leyes:  
Ag(oz): 2.26 / Au (PPM):0.11 / Pb (%):0.70 / Zn (%):1.30

**Figura 28:** RLL\_BXHTB Relleno brecha hidrotermal con toba



Fuente: Elaboración propia.

En la figura se determinó el 40% frag de Bx Ht ox y silicif, tex poroso/  
30% frag de toba volcánica color gris blanquesino con fenocristales de Qz, débil  
diss de Py. / 30% material fino color beige a anaranjado óxidos y con leyes:  
Ag(oz): 6.4 / Au (PPM):0.07 / Pb (%):1.78 / Zn (%):0.16

### **Tipo de Rocas**

Las rocas que se observaron fueron los siguientes.

#### ***Brecha Hidrotermal***

Fueron las rocas que más predominaron presenta fuerte silicificación y oxidación de textura oquerosa.

#### ***Caliza***

De color gris oscuro a azulado con venilla, vetilleos y parches de calcita, estas rocas pertenecen a caliza del Grupo Pucará procedentes de la zona Nor Este del tajo Raúl Rojas.

También se puede identificar caliza de color gris claro a beige moderadamente dolomitizada provenientes de la parte sur este del tajo abierto Raúl Rojas.

### ***Pirita***

Se puede apreciar pirita con parches y diss de galena, marmatita, pirrotita mineral procedente del tajo Raúl Rojas del cuerpo de Py con inclusiones moderadamente de sulfosales se puede observar intensa silicificación.

### ***Rocas Volcánica***

Son rocas procedentes del tajo Santa Rosa, de la fase explosiva consistente en aglomerados y tufos y una fase intrusiva de composición dacítica.

Es precisamente sobre esta roca que fue depositada todo el material acumulado en esta desmontera.

### ***Filita***

Son rocas antiguas del grupo excelsior color gris oscuro que aflora en la parte central del tajo Raúl Rojas, las cuáles también se pueden observar esporádicamente en esta desmontera.

### ***Zona de Acumulación o Deposición***

Las rocas descritas líneas arriba fueron en general procedentes del minado que se realizó años anteriores en el Tajo Raúl Rojas las cuales fueron depositadas en los stocks que se perforaron este año. Todo el material acumulado en estas desmonteras fue realizado sobre roca INSITU, tufos volcánicos de color gris blanquesino de composición dacítica con fenocristales de Qz y débil diss de Py.

***Leyes laboratorio químico***

Se consideró sondajes que representen una determinada zona y se calculó la ley promedio por litología, se clasificó en 4 categorías las cuales se detalla en el cuadro.

**Tabla 37:** Rango de Valores por elemento – SP Óxidos

<b>CODIGO DE COLOR</b>	<b>AU_PPM</b>		<b>AG_OZ</b>	
ALTO	>1		>8	
MEDIO	0.7-1		5-8	
BAJO	0.35-7		2.5-5	
ALTO	<0.35		<2.5	

<b>CODIGO DE COLOR</b>	<b>PB_%</b>		<b>ZN_%</b>	
MUY ALTA	>0.7		>2	
ALTO	0.5-07		1.5-2	
MEDIO	0.3-0.5		1-1.5	
BAJO	<0.3		<1	

*Fuente: Elaboración propia.*



**Tabla 38:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21008

BHID	FROM	TO	CODE_R	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX21008	0	2	RLL_BXH TB	0.875	0.098	0.205	0.173
RCDSPOX21008	2	14	RLL_BXH	2.170	0.066	1.151	1.395
RCDSPOX21008	14	18	RLL_BXH PY	2.597	0.488	1.047	1.231
RCDSPOX21008	18	20	RLL_VLC	1.446	0.104	0.316	0.570

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 39:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21010

BHID	FROM	TO	CODE_R	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX21010	0	2	RLL_VLC	0.792	0.480	0.205	1.055
RCDSPOX21010	2	12	RLL_CLZ BXH	1.293	0.123	0.449	2.000
RCDSPOX21010	12	22	RLL_BXH	1.988	0.063	1.073	2.080
RCDSPOX21010	22	36	RLL_VLC	0.494	0.063	0.074	0.083

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 40:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21014

BHID	FROM	TO	CODE_R	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX21014	0	2	RLL_CLZ	0.620	0.063	0.201	0.868
RCDSPOX21014	2	10	RLL_BXH TB	1.436	0.157	0.240	0.693
RCDSPOX21014	10	12	RLL_BXH TB	2.287	0.063	1.098	0.297
RCDSPOX21014	12	14	RLL_CLZ BXH	3.890	0.063	2.039	0.178

RCDSPOX210 14	14	16	RLL_BXH	3.095	0.063	1.609	0.186
RCDSPOX210 14	18	20	RLL_BXH	7.625	0.079	1.682	0.283
RCDSPOX210 14	20	24	RLL_BXH TB	0.231	0.063	0.099	0.050
RCDSPOX210 14	24	30	AGLR	0.361	0.063	0.101	0.029

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 41:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21019

BHID	FROM	TO	CODE_RO CK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX2101 9	0	6	RLL_CLZB XH	0.906	0.063	0.212	0.628
RCDSPOX2101 9	6	8	RLL_VLC	4.593	0.063	0.036	0.095
RCDSPOX2101 9	8	10	RLL_CLZB XH	9.042	0.063	1.377	0.202
RCDSPOX2101 9	10	12	RLL_BXH PY	9.360	0.063	1.930	0.816
RCDSPOX2101 9	12	16	RLL_BXH	4.998	0.063	7.588	1.332
RCDSPOX2101 9	16	20	RLL_CLZB XH	0.626	0.063	0.786	0.961
RCDSPOX2101 9	20	24	VLC	0.065	0.063	0.031	0.049

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 42:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21020

BHID	FROM	TO	CODE_R OCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX2102 0	0	4	RLL_BXH	7.864	0.185	2.158	0.151
RCDSPOX2102 0	4	6	VLC	2.205	0.063	0.644	0.097

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 43: Leyes de Sondaje RCDSPOX21024**

BHID	FROM	TO	CODE_R OCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX2102 4	0	2	RLL_VLC	0.448	0.063	0.173	0.125
RCDSPOX2102 4	2	4	RLL_BXH TB	0.101	0.063	0.036	0.186
RCDSPOX2102 4	4	6	RLL_BXH TB	6.394	0.063	1.775	0.165
RCDSPOX2102 4	6	8	RLL_CLZ BXH	13.899	0.063	2.355	0.107
RCDSPOX2102 4	8	10	RLL_BXH TB	3.068	0.063	0.606	0.069
RCDSPOX2102 4	10	14	VLC	0.549	0.063	0.191	0.022

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 44: Leyes de Sondaje RCDSPOX21026**

BHID	FROM	TO	CODE_R OCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX2102 6	0	2	RLL_CLZ_ PY	2.158	0.112	0.634	1.552
RCDSPOX2102 6	2	6	RLL_BXH PY	2.829	0.092	0.892	1.062
RCDSPOX2102 6	6	10	RLL_BXH	2.811	0.063	1.853	0.764
RCDSPOX2102 6	10	12	RLL_BXH TB	1.425	0.063	0.750	1.068
RCDSPOX2102 6	12	14	RLL_CLZ BXH	1.668	0.063	0.779	1.070
RCDSPOX2102 6	14	16	RLL_CLZ BXH	0.745	0.063	0.254	1.175
RCDSPOX2102 6	16	18	RLL_BXH	1.308	0.063	0.395	1.052
RCDSPOX2102 6	18	20	RLL_CLZ BXH	0.527	0.063	0.142	0.179
RCDSPOX2102 6	20	24	RLL_CLZ	0.398	0.063	0.089	0.109

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 45:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21029

BHID	FROM	TO	CODE_ROCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX21029	0	4	RLL_BXH	5.759	0.066	0.771	0.178
RCDSPOX21029	4	12	RLL_BXH	2.712	0.074	0.799	0.633
RCDSPOX21029	12	18	RLL_VLC	0.347	0.063	0.035	0.047
RCDSPOX21029	18	22	VLC	0.107	0.063	0.020	0.025

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 46:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21035

BHID	FROM	TO	CODE_ROCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX21035	0	2	RLL_CLZBXH	6.221	0.063	2.259	0.939
RCDSPOX21035	2	8	RLL_BXHPY	2.305	0.065	0.613	0.407
RCDSPOX21035	8	10	RLL_CLZBXH	1.771	0.063	0.785	0.331
RCDSPOX21035	10	12	RLL_BXHTB	0.751	0.063	0.928	0.669
RCDSPOX21035	12	16	RLL_BXH	1.986	0.063	1.288	1.326
RCDSPOX21035	16	18	RLL_PY_MS	2.674	0.072	0.464	0.373
RCDSPOX21035	18	20	RLL_AGLR	1.363	0.063	0.277	0.403
RCDSPOX21035	20	22	RLL_CLZ_PY	1.543	0.563	0.471	0.980
RCDSPOX21035	22	24	RLL_CLZBXH	1.710	0.234	0.496	1.477
RCDSPOX21035	24	32	RLL_BXHTB	2.552	0.118	0.532	0.980
RCDSPOX21035	32	34	RLL_BXHPY	6.942	0.209	0.390	0.320
RCDSPOX21035	34	42	RLL_BXHTB	2.372	0.127	0.301	0.379
RCDSPOX21035	42	44	VLC	0.193	0.063	0.048	0.097

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 47:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21038

BHID	FROM	TO	CODE_R OCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX2103 8	0	4	RLL_BXH	1.466	0.063	0.427	0.198
RCDSPOX2103 8	4	8	RLL_BXH TB	1.735	0.076	0.426	0.550
RCDSPOX2103 8	8	12	RLL_BXH	3.656	0.063	1.542	0.650
RCDSPOX2103 8	12	14	RLL_CLZ BXH	5.853	0.063	0.379	0.296
RCDSPOX2103 8	14	22	RLL_BXH	3.204	0.068	0.490	0.475
RCDSPOX2103 8	24	26	RLL_BXH TB	0.563	0.236	0.091	0.082
RCDSPOX2103 8	26	30	VLC	0.556	0.245	0.063	0.062

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 48:** Leyes de Sondaje RCDSPOX21041

BHID	FROM	TO	CODE_R OCK	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
RCDSPOX210 41	0	6	RLL_CLZ BXH	1.624	0.064	0.588	0.734
RCDSPOX210 41	6	10	RLL_BXH TB	2.045	0.063	0.473	0.806
RCDSPOX210 41	10	12	RLL_CLZ BXH	2.466	0.065	0.906	1.806
RCDSPOX210 41	12	20	RLL_BXH	2.206	0.068	0.466	0.767
RCDSPOX210 41	20	26	RLL_CLZ _PY	3.117	0.230	0.580	1.618
RCDSPOX210 41	26	30	RLL_CLZ BXH	4.696	0.121	0.357	0.458
RCDSPOX210 41	30	32	RLL_CLZ BXH	0.849	0.063	0.338	0.455
RCDSPOX210 41	32	36	RLL_CLZ	0.616	0.063	0.266	0.457
RCDSPOX210 41	36	40	VLC	0.363	0.063	0.235	0.235

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 49: Leyes de Sondaje RCDSPOX21045**

BHID	FROM	TO	CODE_R	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
			<b>OCK</b>				
RCDSPOX210 45	0	2	RLL_CLZ _OX	1.102	0.063	0.487	1.014
RCDSPOX210 45	6	12	RLL_BXH	4.557	0.063	3.124	0.807
RCDSPOX210 45	12	18	RLL_CLZ BXH	3.262	0.063	1.596	2.716
RCDSPOX210 45	18	20	RLL_BXH TB	1.111	0.063	0.557	0.732
RCDSPOX210 45	20	24	VLC	0.254	0.063	0.089	0.115

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 50: Leyes de Sondaje RCDSPOX21050**

BHID	FROM	TO	CODE_R	AG_OZ	AU_PPM	PB_%	ZN_%
			<b>OCK</b>				
RCDSPOX210 50	0	4	RLL_CLZ BXH	3.074	0.063	0.428	2.152
RCDSPOX210 50	4	6	RLL_BXH TB	1.290	0.063	0.435	1.167
RCDSPOX210 50	6	14	RLL_VLC	0.898	0.063	0.226	0.339
RCDSPOX210 50	16	24	RLL_VLC	0.713	0.063	0.252	0.536
RCDSPOX210 50	30	32	RLL_CLZ _PY	0.662	0.292	0.151	0.237
RCDSPOX210 50	32	40	RLL_CLZ	0.424	0.142	0.115	0.195
RCDSPOX210 50	40	48	VLC	0.197	0.088	0.042	0.066

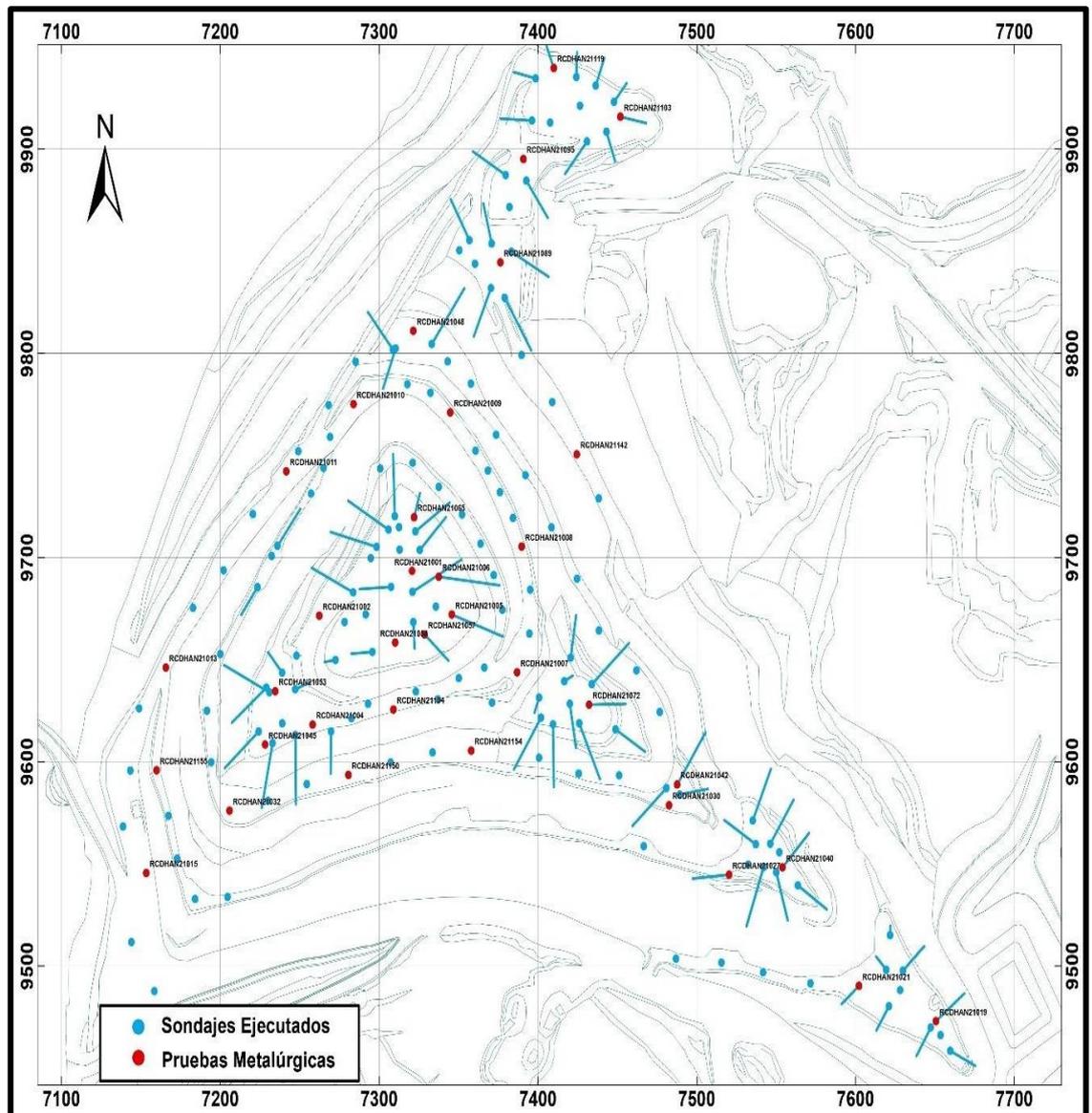
*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

#### 4.2.4. Resultado de Leyes Laboratorio Metalúrgico SP Hanancocha

##### Análisis metalúrgico

Se seleccionó sondajes que representan una zona determinada y poder conocer la recuperación por el tipo de dominio, los sondajes analizados se detallan en las siguientes tablas que corresponden al SP Hanancocha.

**Figura 30:** Sondajes de Pruebas Metalúrgicas



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 51: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21001**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 01	0	6	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.778	1.001	0.635	24.94 0	32.03 0	24.50 0	-	-	-	-
RCDHAN210 01	6	14	Relleno Caliza + Pirita	2.837	1.199	0.855	29.89 0	33.96 0	31.28 0	-	-	-	-
RCDHAN210 01	14	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.610	1.843	0.804	25.05 0	35.41 0	30.95 0	-	-	-	-
RCDHAN210 01	30	38	Relleno Caliza + Pirita	1.386	1.848	0.590	33.13 0	38.99 0	32.91 0	-	-	-	-
RCDHAN210 01	38	46	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.748	0.965	1.229	11.45 4	19.70 0	29.32 8	64.13 6	47.48 1	75.24 6	0.010
RCDHAN210 01	46	56	Relleno Caliza + Pirita	3.147	1.036	0.750	-	-	-	47.75 2	51.20 0	71.34 7	0.008
RCDHAN210 01	56	62	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.625	1.264	1.518	3.847 7	17.29 4	20.46 4	43.30 1	41.48 4	73.47 7	0.006
RCDHAN210 01	62	74	Relleno de Pirita	2.948	0.163	0.323	-	-	-	35.38 1	26.52 1	81.67 1	0.009
RCDHAN210 01	74	76	Relleno Caliza + Pirita	1.988	0.086	0.212	3.585 0	34.90 0	7.223 0	-	-	-	-
RCDHAN210 01	76	86	Relleno de Pirita	3.117	0.208	0.437	15.82 4	11.21 3	11.01 7	9.188	47.39 3	47.31 5	0.058
RCDHAN210 01	86	90	Relleno de Pirita	2.360	0.244	0.488	-	-	-	5.100	56.65	43.92	0.058
										5	4		

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 52: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21002**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 02	0	4	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.623	0.846	0.598	-	-	-	61.12 6	74.16 0	84.03 6	62.50 9
RCDHAN210 02	4	12	Relleno de Caliza	1.433	1.131	0.329	48.43 2	25.60 0	56.83 6	-	-	-	-
RCDHAN210 02	12	20	Relleno Caliza + Pirita	1.524	0.981	0.401	36.56 7	15.61 5	32.13 6	-	-	-	-
RCDHAN210 02	20	24	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.781	1.352	1.079	11.73 0	25.73 5	44.03 2	-	-	-	-
RCDHAN210 02	24	32	Relleno de Caliza	0.612	2.145	0.488	41.29 2	33.33 2	45.79 9	-	-	-	-
RCDHAN210 02	32	36	Relleno Caliza + Pirita	0.951	2.348	0.708	42.78 1	30.79 8	48.18 3	-	-	-	-
RCDHAN210 02	42	50	Relleno de Caliza	2.010	1.403	0.638	21.75 8	46.23 7	62.37 7	-	-	-	-
RCDHAN210 02	50	60	Relleno de Pirita	2.627	0.641	0.384	-	-	-	34.30	38.92	62.20	0.007
RCDHAN210 02	60	72	Relleno de Pirita	3.434	0.080	0.265	-	-	-	31.87 4	31.02 7	66.46 9	0.279

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 53: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21004**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag %	Rec. Au %	Rec. Cu %	Rec. Pb,%
RCDHAN21004	0	2	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.722	1.568	0.931	21.27	21.80	24.44	34.53	35.84	62.45	0.006
RCDHAN21004	2	10	Relleno Caliza + Pirita	1.548	1.060	0.368	15.89	35.14	24.44	-	-	-	-
RCDHAN21004	10	20	Relleno Caliza + Pirita	1.519	1.179	0.734	21.53	31.84	37.40	-	-	-	-
RCDHAN21004	20	28	Relleno Caliza + Pirita	3.067	0.953	0.877	0.985	16.89	0.245	35.09	20.81	65.53	0.049
RCDHAN21004	28	38	Relleno Caliza + Pirita	1.279	1.751	0.626	42.12	43.08	43.43	-	-	-	-
RCDHAN21004	38	48	Relleno Caliza + Pirita	1.541	1.574	0.559	30.86	42.35	38.73	-	-	-	-
RCDHAN21004	48	50	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	1.392	1.782	0.608	28.22	31.56	38.04	-	-	-	-
RCDHAN21004	50	58	Relleno Caliza + Pirita	1.409	0.730	0.364	29.40	36.19	36.38	37.92	28.90	61.72	0.037
RCDHAN21004	58	64	Relleno Pirita	#N/D	#N/D	#N/D	-	-	-	31.74	37.92	60.57	0.079
										7	7	3	

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 54: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21005**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag %	Rec. Au %	Rec. Cu %	Rec. Pb, %
RCDHAN21005	0	6	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	#N/D	#N/D	#N/D	21.66	19.43	34.13	45.67	27.19	66.15	0.007
RCDHAN21005	6	12	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	#N/D	#N/D	#N/D	20.34	32.97	35.72	55.98	41.48	68.66	0.007
RCDHAN21005	12	20	Relleno Caliza + Pirita	#N/D	#N/D	#N/D	35.93	28.17	40.44	39.26	24.21	71.05	0.029
RCDHAN21005	20	28	Relleno Caliza + Pirita	4.283	1.536	1.362	18.04	35.19	39.53	52.49	33.21	75.80	0.006
RCDHAN21005	28	38	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.302	1.352	0.686	18.19	30.44	44.10	60.98	84.44	76.75	0.010
RCDHAN21005	38	48	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.382	0.906	0.951	-	-	-	36.84	63.89	69.04	0.331
RCDHAN21005	48	58	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.842	1.073	1.153	16.37	24.32	30.44	47.86	24.85	73.71	0.021
RCDHAN21005	58	62	Relleno Caliza + Pirita	1.710	1.196	0.821	12.12	39.18	32.44	-	-	-	-
RCDHAN21005	62	70	Relleno de Caliza	1.479	1.074	0.874	37.69	39.55	40.26	-	-	-	-
RCDHAN21005	70	76	Relleno de Caliza	2.251	1.643	0.840	36.36	44.44	44.24	-	-	-	-
RCDHAN21005	76	82	Relleno de Pirita	3.061	0.218	0.428	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21005	82	88	Relleno de Pirita	2.986	0.259	0.503	-	-	-	31.24	31.87	46.58	0.147
										1	9	6	

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 55: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21006**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21006	0	2	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	8.819	0.18	1.16	0.790	5.700	36.5	39.19	59.20	73.85	0.02
RCDHAN21006	2	8	Relleno Caliza + Pirita	3.280	0.67	0.60	4.171	30.58	29.5	-	-	-	-
RCDHAN21006	8	14	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.611	1.37	1.26	21.73	19.99	40.0	-	-	-	-
RCDHAN21006	14	20	Relleno Caliza + Pirita	1.208	1.39	0.42	39.05	33.38	37.5	-	-	-	-
RCDHAN21006	20	28	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.612	2.05	0.95	33.26	38.12	43.9	55.34	45.93	78.91	0.21
RCDHAN21006	28	36	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.757	0.90	1.04	30.35	28.71	42.6	52.91	35.41	70.98	0.01
RCDHAN21006	36	42	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.087	0.99	1.50	49.04	21.43	42.7	65.03	64.66	71.03	0.04
RCDHAN21006	42	48	Relleno Caliza + Pirita	3.228	0.98	1.16	35.00	43.87	40.5	46.89	33.77	65.89	0.33
RCDHAN21006	48	54	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.726	1.16	1.20	26.13	43.09	37.5	45.80	36.58	72.02	0.01
RCDHAN21006	54	62	Relleno Caliza + Pirita	1.466	1.32	0.73	28.94	46.12	37.0	-	-	-	-
RCDHAN21006	62	68	Relleno de Caliza	1.916	1.39	0.77	34.77	45.58	38.2	-	-	-	-
RCDHAN21006	68	78	Relleno Caliza + Pirita	4.051	2.03	1.19	29.37	48.44	43.0	14.10	18.83	52.64	0.11
RCDHAN21006	78	84	Relleno de Pirita	3.524	0.24	0.32	-	-	-	24.51	38.16	34.01	0.22

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 56: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21007**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21007	0	4	Relleno Caliza	0.99	0.74	0.43	49.26	45.6	42.3	38.70	36.8	36.7	0.06
RCDHAN21007	4	14	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.53	1.70	0.70	26.16	33.3	36.0	-	-	-	-
RCDHAN21007	14	18	Relleno Caliza + Pirita	2.50	1.15	0.66	36.87	49.6	31.0	-	-	-	-
RCDHAN21007	18	24	Relleno de Caliza	0.87	1.85	0.35	23.37	33.9	35.8	-	-	-	-
RCDHAN21007	24	30	Relleno Caliza + Pirita	1.36	1.16	0.47	27.43	42.0	32.8	-	-	-	-
RCDHAN21007	30	38	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.60	1.29	0.64	17.67	42.8	28.0	-	-	-	-
RCDHAN21007	38	50	Relleno Caliza + Pirita	1.86	1.45	0.67	29.57	38.2	39.5	-	-	-	-
RCDHAN21007	60	76	Relleno de Pirita	6.93	0.19	0.39	-	-	-	11.27	23.9	30.9	0.17
RCDHAN21007	76	82	Relleno de Pirita	2.55	0.08	0.21	-	-	-	6.124	22.9	20.8	0.01
RCDHAN21007	82	90	Relleno de Pirita	4.05	0.14	0.54	-	-	-	20.95	23.8	37.0	0.36

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 57: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21008**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 08	0	6	Relleno de Caliza	1.312	1.29	0.91	38.57	41.58	48.3	-	-	-	-
					2	6	0	6	15				
RCDHAN210 08	6	14	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.074	1.36	0.54	29.14	33.16	28.5	36.88	25.92	82.47	0.00
RCDHAN210 08	14	22	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.720	1.66	0.91	36.34	43.81	37.1	49.31	50.99	76.60	0.07
					2	2	4	7	70	6	1	6	6
RCDHAN210 08	22	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.263	1.11	0.95	18.01	33.37	35.5	-	-	-	-
RCDHAN210 08	30	38	Relleno Caliza + Pirita	1.981	1.68	0.70	35.79	46.65	36.1	-	-	-	-
					4	3	0	0	61				
RCDHAN210 08	38	46	Relleno Caliza + Pirita	2.019	1.18	0.80	34.76	42.96	38.9	32.05	27.32	31.11	0.01
					0	2	9	7	83	6	5	2	1
RCDHAN210 08	46	54	Relleno Caliza + Pirita	4.270	1.71	1.47	21.14	19.92	26.6	9.243	24.52	30.06	0.20
					0	9	7	9	31		4	6	1
RCDHAN210 08	54	62	Relleno de Pirita	4.180	0.23	0.46	-	-	-	35.95	49.31	13.30	1.85
					1	8				6	0	8	8
RCDHAN210 08	62	70	Relleno de Pirita	3.177	0.63	0.78	-	-	-	12.47	19.50	8.757	0.00
					3	7				8	5		9
RCDHAN210 08	70	84	Relleno de Pirita	3.151	0.41	0.61	-	-	-	12.14	16.96	15.32	0.30
					4	9				4	3	8	5

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 58: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21009**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 09	0	8	Relleno de Caliza	0.373	1.55	0.46	38.96	39.80	41.3	-	-	-	-
					4	6	4	7	03				
RCDHAN210 09	8	16	Relleno de Caliza	1.119	1.22	0.55	5.315	45.98	41.6	-	-	-	-
					8	2		5	04				
RCDHAN210 09	40	42	Relleno Caliza + Pirita	2.934	1.54	0.84	34.83	38.67	37.9	33.71	23.33	29.41	0.02
					2	5	9	9	78	2	0	2	2
RCDHAN210 09	42	50	Relleno de Pirita	3.859	1.09	0.89	23.01	19.00	24.6	6.385	27.74	14.99	0.02
					5	1	6	9	10		6	1	7
RCDHAN210 09	50	58	Relleno de Pirita	3.371	0.32	0.46	-	-	-	11.22	36.73	27.84	0.56
					6	9				4	2	0	5
RCDHAN210 09	58	68	Relleno de Pirita	2.663	0.30	0.52	-	-	-	26.63	37.03	49.56	1.09
					3	6				2	3	5	3
RCDHAN210 09	68	72	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.045	0.28	0.28	11.24	14.95	36.7	48.88	60.63	74.67	0.63
					0	9	6	7	84	5	7	4	1

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 59: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21010**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21010	0	4	Relleno Caliza + Piritita	5.187	1.667	0.61	21.81	33.85	37.8	32.96	49.56	82.26	0.02
RCDHAN21010	4	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.165	1.329	0.39	38.42	27.84	37.2	54.57	35.60	83.06	0.01
RCDHAN21010	10	18	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.766	1.618	0.64	28.61	24.23	37.3	33.95	26.21	88.66	0.01
RCDHAN21010	18	26	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	5.100	1.165	0.96	-	-	-	47.06	32.88	92.80	0.04
RCDHAN21010	26	36	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.437	1.353	0.82	30.37	24.90	40.2	-	-	-	-
RCDHAN21010	36	44	Relleno de Piritita	2.836	0.641	0.40	-	-	-	23.43	24.06	83.42	0.19
RCDHAN21010	44	50	Relleno de Piritita	2.944	0.264	0.22	-	-	-	23.32	24.36	95.67	0.18
RCDHAN21010	50	58	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.193	0.126	0.08	-	-	-	45.80	29.61	97.99	0.02

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 60: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21011**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21011	0	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.95	1.08	0.65	20.9	9.23	13.6	30.0	30.4	94.3	0.01
RCDHAN21011	10	20	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.11	1.32	0.63	19.7	5.36	18.7	-	-	-	-
RCDHAN21011	20	22	Relleno Caliza + Piritita	1.24	1.08	0.47	54.1	7.65	46.3	-	-	-	-
RCDHAN21011	22	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.83	0.57	1.27	-	-	-	36.4	30.8	92.9	0.12
RCDHAN21011	30	38	Relleno Caliza + Piritita	4.91	1.76	0.86	0.81	4.65	14.3	24.3	23.8	80.5	0.29
RCDHAN21011	38	42	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.50	0.14	0.09	-	-	-	27.9	39.0	93.8	0.03

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 61: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21019**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21019	0	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.75	1.64	1.84	10.6	23.4	38.4	-	-	-	-
RCDHAN21019	10	20	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.91	1.08	1.02	-	-	-	44.3	33.6	77.2	0.01
RCDHAN21019	20	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.27	1.00	0.75	-	-	-	47.4	33.0	81.7	0.01
RCDHAN21019	30	40	Relleno de Piritita	5.08	0.19	0.54	-	-	-	36.2	30.2	70.3	0.28
RCDHAN21019	40	48	Relleno de Piritita	3.79	0.17	0.37	-	-	-	38.5	24.6	72.9	0.01

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 62:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21021

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 21	0	12	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.877	1.372	0.425	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN210 21	12	18	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	8.252	0.502	0.500	-	-	-	35.19	34.60	76.90	0.007
RCDHAN210 21	18	20	Relleno Caliza + Pirita	3.317	1.664	0.593	64.67	65.78	38.81	38.70	33.59	53.91	0.007
RCDHAN210 21	20	28	Relleno de Pirita	3.284	0.860	0.523	-	-	-	25.40	36.61	44.64	0.005
RCDHAN210 21	28	36	Relleno de Pirita	3.701	0.326	0.699	-	-	-	4.833	31.21	35.15	0.050

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 63:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21027

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag,% %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb,% %
RCDHAN210 27	0	8	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.576	1.939	0.546	49.79	38.96	44.12	-	-	-	-
RCDHAN210 27	8	12	Relleno Caliza + Pirita	1.231	1.784	0.578	48.69	45.64	45.15	-	-	-	-
RCDHAN210 27	12	26	Relleno Caliza + Pirita	1.946	1.056	0.538	33.69	34.89	38.35	-	-	-	-
RCDHAN210 27	26	32	Relleno de Caliza	0.512	0.588	0.362	-	-	-	42.25	42.95	81.85	0.014
RCDHAN210 27	32	38	Relleno Caliza + Pirita	0.973	1.434	0.370	44.40	37.23	38.06	-	-	-	-
RCDHAN210 27	38	48	Relleno de Pirita	6.170	0.292	0.345	-	-	-	31.45	39.02	75.86	0.007
RCDHAN210 27	48	58	Relleno de Pirita	3.791	0.303	0.344	-	-	-	9.287	26.02	60.81	0.004
RCDHAN210 27	58	66	Relleno de Pirita	2.495	0.460	0.435	-	-	-	21.95	34.16	71.94	0.021

*Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).*

**Tabla 64:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21030

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21030	0	4	Relleno de Caliza	0.965	0.547	0.29	-	-	-	27.32	31.14	80.40	0.01
						4				4	9	1	1
RCDHAN21030	4	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.835	1.456	0.53	17.28	13.93	16.6	-	-	-	-
RCDHAN21030	10	14	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	0.669	1.148	0.24	40.58	15.47	6.74	-	-	-	-
						9	3	9	0				
RCDHAN21030	14	20	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.984	1.005	0.77	17.20	26.25	36.3	49.85	41.85	75.20	0.01
						0	7	7	70	1	6	5	1
RCDHAN21030	20	24	Relleno de Caliza	1.157	1.901	1.04	58.85	56.63	74.7	-	-	-	-
						2	6	6	74				
RCDHAN21030	24	34	Relleno de Caliza	1.968	1.043	0.53	56.73	30.21	56.9	26.48	36.89	73.53	0.01
						9	8	2	63	6	2	5	1
RCDHAN21030	34	44	Relleno de Caliza	1.247	1.283	0.44	66.33	43.19	44.5	-	-	-	-
						0	6	8	36				
RCDHAN21030	44	54	Relleno de Pirita	5.955	0.241	0.41	-	-	-	23.78	34.04	66.72	0.00
						3				5	9	6	6
RCDHAN21030	54	64	Relleno de Pirita	6.679	0.120	0.34	-	-	-	19.90	29.71	70.58	0.00
						8				9	5	4	8
RCDHAN21030	64	72	Relleno de Pirita	5.881	0.043	0.29	-	-	-	30.26	50.05	70.57	0.00
						0				8	8	6	8

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 65:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21032

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21032	0	6	Relleno de Caliza	4.909	0.650	0.36	-	-	-	24.51	32.04	59.80	0.00
						2				0	6	9	6
RCDHAN21032	6	10	Relleno Brecha Hidrotermal + Toba	3.123	0.863	0.32	-	-	-	26.34	26.99	70.47	0.00
						7				9	1	3	8
RCDHAN21032	10	20	Relleno Caliza + Pirita	4.690	0.497	0.27	-	-	-	11.57	22.33	71.49	0.00
						2				1	5	7	7
RCDHAN21032	20	28	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.018	0.844	0.39	-	-	-	38.73	30.34	79.58	0.01
						9				2	5	2	0
RCDHAN21032	28	38	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.197	1.351	0.60	60.91	43.20	40.7	-	-	-	-
						8	0	7	50				
RCDHAN21032	38	44	Relleno Caliza + Pirita	1.452	1.867	0.60	17.37	37.15	55.1	-	-	-	-
						8	7	8	63				
RCDHAN21032	44	50	Relleno de Pirita	4.356	1.182	0.54	1.807	27.10	7.31	29.76	18.74	62.76	0.00
						6		4	6	1	3	1	9
RCDHAN21032	50	54	Volcánico	0.463	0.143	0.08	11.02	21.81	25.3	-	-	-	-
						4	2	5	22				

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 66:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21040

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 40	0	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.334	1.343	0.231	38.26	9.791	41.96	-	-	-	-
RCDHAN210 40	10	12	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	1.813	0.791	0.479	3.966	16.99	28.48	-	-	-	-
RCDHAN210 40	12	16	Relleno de Caliza	3.129	0.199	0.282	-	-	-	22.28	21.21	72.53	0.008
RCDHAN210 40	16	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.453	1.906	0.346	50.23	26.05	64.90	-	-	-	-
RCDHAN210 40	30	42	Relleno Caliza + Pirita	6.784	2.069	2.435	5.132	12.09	23.96	0.902	32.23	34.73	0.010
RCDHAN210 40	42	44	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.759	1.491	0.585	19.44	19.13	28.13	-	-	-	-
RCDHAN210 40	44	60	Relleno de Pirita	1.672	0.655	0.354	15.59	35.56	22.92	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 67:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21042

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 42	0	8	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.322	1.272	0.24	38.43	25.74	30.76	-	-	-	-
RCDHAN210 42	8	14	Relleno Caliza + Pirita	1.955	0.632	0.24	23.45	25.78	15.85	19.66	30.86	77.85	0.011
RCDHAN210 42	14	22	Relleno de Caliza	2.259	2.071	2.62	21.03	25.39	19.98	-	-	-	-
RCDHAN210 42	22	26	Relleno Caliza + Pirita	1.401	1.423	0.69	33.41	42.49	28.80	-	-	-	-
RCDHAN210 42	26	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.157	0.895	0.35	31.25	36.97	33.05	-	-	-	-
RCDHAN210 42	30	36	Relleno de Caliza	5.772	0.490	0.70	21.61	32.74	22.33	18.57	45.36	36.63	0.014
RCDHAN210 42	36	48	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.938	1.167	0.39	32.76	37.97	21.63	-	-	-	-
RCDHAN210 42	48	58	Relleno de Pirita	3.254	0.264	0.33	-	-	-	35.57	20.90	79.23	0.011
RCDHAN210 42	58	68	Relleno de Pirita	5.087	0.163	0.81	-	-	-	4.894	25.39	14.00	0.030
RCDHAN210 42	68	78	Relleno Caliza + Pirita	3.314	0.236	0.54	-	-	-	9.158	22.61	45.64	0.010
RCDHAN210 42	78	88	Relleno Caliza + Pirita	4.205	0.151	0.39	-	-	-	16.54	35.42	48.57	0.010

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 68:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21045

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 45	0	14	Relleno Caliza + Pirita	2.932	1.521	0.60	42.26	40.61	34.1	-	-	-	-
RCDHAN210 45	14	20	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.572	3.990	2.17	35.71	44.68	38.5	-	-	-	-
RCDHAN210 45	20	26	Relleno Caliza + Pirita	1.556	1.761	0.69	45.67	31.97	43.7	-	-	-	-
RCDHAN210 45	26	36	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.055	1.970	0.64	43.91	33.29	47.6	-	-	-	-
RCDHAN210 45	36	46	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.762	1.857	0.85	33.24	31.08	34.6	-	-	-	-
RCDHAN210 45	46	56	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.402	1.065	0.59	37.30	30.12	28.1	-	-	-	-
RCDHAN210 45	56	62	Relleno de Pirita	3.549	0.322	0.36	-	-	-	36.39	33.53	52.06	0.00
RCDHAN210 45	62	64	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	0.785	0.176	0.12	-	-	-	8	9	8	7
RCDHAN210 45	64	68	Volcánico	0.399	0.132	0.06	-	-	-	-	-	-	-
						1							

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 69:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21048

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 48	0	4	Relleno de Caliza	4.334	1.952	0.701	39.46	31.56	39.12	10.42	24.96	62.71	0.006
RCDHAN210 48	4	12	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.279	1.822	0.604	35.94	32.03	49.53	21.16	21.27	58.04	0.007
RCDHAN210 48	12	20	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.228	1.833	0.753	24.99	19.58	33.72	34.88	41.66	76.40	0.011
RCDHAN210 48	20	28	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.266	1.078	0.869	20.96	34.76	23.56	37.27	41.78	75.30	0.011
RCDHAN210 48	28	36	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.296	1.057	0.920	18.53	34.02	27.50	56.85	27.85	51.48	0.010
RCDHAN210 48	36	44	Relleno de Pirita	2.813	0.990	0.706	-	-	-	30.63	24.64	72.44	0.017
RCDHAN210 48	44	54	Relleno de Pirita	2.385	0.264	0.373	-	-	-	1	6	6	-
RCDHAN210 48	56	62	Relleno de Caliza	0.393	0.218	0.134	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 70: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21054**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21054	0	2	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.282	1.356	0.559	25.52	36.96	28.68	-	-	-	-
RCDHAN21054	2	12	Relleno Caliza + Pirita	5.021	1.350	1.160	28.65	41.47	23.60	30.23	23.11	66.21	0.007
RCDHAN21054	12	18	Relleno Caliza + Pirita	1.574	1.252	0.536	31.04	48.08	41.01	-	-	-	-
RCDHAN21054	18	26	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	3.079	1.221	0.950	15.05	38.27	22.55	46.75	23.78	59.78	0.006
RCDHAN21054	26	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.178	1.164	0.901	21.78	39.19	32.13	39.42	33.50	66.98	0.010
RCDHAN21054	30	38	Relleno de Caliza	1.242	1.069	0.510	36.64	37.91	44.93	-	-	-	-
RCDHAN21054	38	44	Relleno de Caliza	0.410	0.686	0.279	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21054	44	50	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.417	0.798	0.292	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21054	50	58	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.083	1.020	0.711	21.51	39.58	20.58	-	-	-	-
RCDHAN21054	58	62	Relleno de Pirita	2.932	0.612	0.391	22.27	40.93	17.81	19.01	61.75	80.85	0.069
RCDHAN21054	62	66	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.584	2.035	1.321	31.84	47.57	23.87	-	-	-	-
RCDHAN21054	66	74	Relleno de Pirita	3.202	0.727	0.678	-	-	-	31.66	31.66	67.49	0.000
RCDHAN21054	74	82	Relleno de Pirita	2.891	0.729	0.489	-	-	-	0	0	0	0
RCDHAN21054	82	92	Relleno de Pirita	3.201	0.297	0.491	-	-	-	31.94	26.29	47.37	0.010

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 71: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21065**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21065	0	8	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	#N/D	#N/D	#N/D	19.77	31.81	30.37	39.87	54.60	63.55	0.00
RCDHAN21065	8	14	Relleno Caliza + Pirita	#N/D	#N/D	#N/D	43.47	36.29	22.78	-	-	-	-
RCDHAN21065	14	20	Relleno de Caliza	2.148	2.083	0.94	27.02	23.07	35.58	-	-	-	-
RCDHAN21065	20	22	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.543	2.015	0.74	36.87	31.84	25.02	-	-	-	-
RCDHAN21065	22	24	Relleno Caliza + Pirita	1.800	2.174	0.79	40.71	30.96	37.38	-	-	-	-
RCDHAN21065	24	34	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.415	1.519	0.54	43.09	31.52	46.07	-	-	-	-
RCDHAN21065	34	38	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.114	1.154	0.76	17.05	20.34	22.92	44.79	39.87	81.68	0.01
RCDHAN21065	38	42	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.418	1.088	0.80	30.57	33.68	32.64	52.01	46.61	77.00	0.01
RCDHAN21065	42	46	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	6.379	0.505	2.14	-	-	-	42.20	55.77	54.79	0.00
RCDHAN21065	46	52	Relleno de Pirita	6.243	0.269	0.69	-	-	-	48.42	41.10	58.50	0.00
RCDHAN21065	52	60	Relleno de Caliza	1.492	1.816	0.75	33.87	46.05	35.07	-	-	-	-

RCDHAN210 65	60	64	Relleno de Pirita	3.755	0.644	0.51	-	-	-	36.40	45.70	69.98	0.00
						3				8	3	6	9

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 72:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21072

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 72	0	2	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.093	1.080	0.430	24.78	27.59	23.22	-	-	-	-
RCDHAN210 72	2	6	Relleno de Caliza	0.309	0.511	0.212	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN210 72	6	16	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.093	1.444	0.448	44.63	38.12	20.13	-	-	-	-
RCDHAN210 72	16	26	Relleno de Caliza	0.399	1.699	0.265	43.79	21.67	33.97	-	-	-	-
RCDHAN210 72	30	34	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.823	1.418	0.457	22.62	21.01	27.81	-	-	-	-
RCDHAN210 72	34	42	Relleno de Caliza	1.260	3.179	1.107	23.97	60.37	48.34	-	-	-	-
RCDHAN210 72	48	52	Relleno Pirita	6.572	1.712	1.381	34.46	53.96	21.34	31.39	48.31	79.27	0.010
RCDHAN210 72	52	58	Relleno de Caliza	0.810	1.312	0.384	52.90	35.21	40.82	-	-	-	-
RCDHAN210 72	58	64	Relleno Pirita	2.495	0.262	0.190	-	-	-	41.70	32.12	72.12	0.010

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 73:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21089

HOLE_ID	FR O M	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21 089	0	6	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.15	0.96	0.57	-	-	-	34.3	53.9	92.4	0.01
RCDHAN21 089	6	14	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.07	0.50	0.51	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21 089	14	16	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	7.72	0.76	1.19	-	-	-	23.2	39.4	58.2	0.00
RCDHAN21 089	16	18	Brecha Hidrotermal con Pirita	1.20	0.73	0.40	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21 089	18	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	9.73	1.00	1.88	-	-	-	15.2	48.4	58.7	0.00
RCDHAN21 089	30	40	Relleno Pirita	6.31	0.32	0.56	-	-	-	25.5	39.1	63.4	0.05
RCDHAN21 089	40	46	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.23	0.35	0.27	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21 089	46	54	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.88	0.35	0.30	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21 089	54	60	Volcánicos	0.24	0.06	0.06	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 74: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21095**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21095	0	4	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.30	1.56	3.26	22.9	49.8	49.4	-	-	-	-
RCDHAN21095	4	10	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.23	0.75	3.43	-	-	-	57.6	43.7	78.9	0.00
RCDHAN21095	10	18	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.74	0.80	2.16	-	-	-	68.7	69.7	71.4	0.01
RCDHAN21095	18	22	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.58	1.40	0.55	25.5	34.2	44.5	-	-	-	-
RCDHAN21095	22	24	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.37	0.87	0.39	-	-	-	43.2	35.8	80.8	0.01
RCDHAN21095	24	26	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.12	0.74	0.96	-	-	-	42.4	43.7	70.8	0.00
RCDHAN21095	26	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.39	1.14	0.91	-	-	-	53.6	41.0	83.5	0.00
RCDHAN21095	30	36	Brecha Hidrotermal con Pirita	3.49	1.96	1.55	24.7	53.4	43.2	43.6	30.3	75.3	0.00
RCDHAN21095	36	42	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.64	0.41	0.31	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21095	42	46	Volcánicos	0.18	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 75: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21053**

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21053	0	2	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	3.46	0.81	0.43	25.9	41.9	34.0	32.8	27.4	71.2	0.01
RCDHAN21053	2	6	Relleno Caliza + Pirita	2.36	0.92	0.39	28.6	32.3	21.3	-	-	-	-
RCDHAN21053	6	8	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	1.40	0.80	0.37	28.3	32.1	22.9	-	-	-	-
RCDHAN21053	8	12	Relleno Caliza + Pirita	1.31	0.98	0.36	31.0	42.6	31.2	-	-	-	-
RCDHAN21053	12	16	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	1.52	1.18	0.76	18.4	36.2	34.1	-	-	-	-
RCDHAN21053	16	18	Relleno de Caliza	0.68	0.75	0.38	-	-	-	-	-	-	-
RCDHAN21053	18	20	Relleno de Pirita	4.82	0.78	0.63	-	-	-	24.1	19.9	42.8	0.00
RCDHAN21053	20	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.92	1.20	0.53	29.0	42.2	32.9	46.9	34.9	73.6	0.00
RCDHAN21053	30	42	Relleno de Caliza	1.62	1.69	0.64	48.2	54.1	43.0	-	-	-	-
RCDHAN21053	42	48	Relleno Caliza + Pirita	1.26	1.11	0.44	32.2	43.1	33.8	-	-	-	-
RCDHAN21053	48	52	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.65	1.08	0.56	21.2	36.9	32.9	-	-	-	-
RCDHAN21053	52	54	Relleno Caliza + Pirita	1.45	1.18	0.43	32.3	41.6	32.1	-	-	-	-
RCDHAN21053	54	58	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.29	1.57	0.68	25.7	36.0	30.1	-	-	-	-
RCDHAN21053	58	60	Relleno de Pirita	2.38	0.49	0.32	-	-	-	45.9	44.1	67.2	0.01

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 76:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21057

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN210 57	0	6	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.687	1.080	0.92	21.39	22.97	20.9	-	-	-	-
RCDHAN210 57	6	12	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.248	1.206	1.05	23.15	21.22	22.5	-	-	-	-
RCDHAN210 57	12	18	Relleno Caliza + Pirita	2.353	1.783	0.71	24.47	36.70	24.2	-	-	-	-
RCDHAN210 57	18	26	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.262	1.278	0.97	21.93	30.87	39.1	-	-	-	-
RCDHAN210 57	26	30	Relleno de Caliza	0.887	1.249	0.59	26.64	39.42	39.4	-	-	-	-
RCDHAN210 57	30	34	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.891	4.090	1.05	21.89	12.72	30.1	-	-	-	-
RCDHAN210 57	34	38	Relleno de Caliza	0.615	1.647	0.49	35.10	31.65	39.5	-	-	-	-
RCDHAN210 57	38	46	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.499	1.164	0.26	43.14	4.022	63.9	-	-	-	-
RCDHAN210 57	46	54	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.796	1.349	0.66	38.31	31.54	31.7	-	-	-	-
RCDHAN210 57	54	58	Relleno Brecha Hidrotermal + Pirita	1.528	1.408	0.65	35.85	29.73	21.7	-	-	-	-
RCDHAN210 57	58	64	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	#N/D	#N/D	#N/D	20.38	18.53	20.9	-	-	-	-
RCDHAN210 57	64	66	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	#N/D	#N/D	#N/D	19.70	32.17	27.3	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 77:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21103

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN211 03	0	2	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	7.719	0.546	1.119	-	-	-	26.31	37.68	83.68	0.008
RCDHAN211 03	2	4	Brecha Hidrotermal con Pirita	7.394	0.609	0.874	-	-	-	33.34	50.55	76.05	0.007
RCDHAN211 03	4	16	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.861	1.093	0.544	-	-	-	60.18	48.58	75.26	0.009
RCDHAN211 03	16	22	Relleno Caliza + Oxido	1.117	1.337	0.434	22.38	23.92	27.30	-	-	-	-
RCDHAN211 03	22	32	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.055	1.514	0.608	15.63	22.55	19.48	-	-	-	-
RCDHAN211 03	32	34	Brecha Hidrotermal con Pirita	1.942	0.779	0.316	22.43	36.32	32.25	-	-	-	-
RCDHAN211 03	34	40	Volcánicos	0.065	0.020	0.020	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 78:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21104

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN211 04	2	6	Relleno Caliza + Pirita	2.394	1.106	0.439	40.08 9	32.55 3	32.22 1	-	-	-	-
RCDHAN211 04	6	12	Relleno Caliza + Pirita	1.988	1.295	0.353	53.53 7	30.37 8	21.98 4	-	-	-	-
RCDHAN211 04	12	14	Brecha Hidrotermal con Pirita	6.263	0.675	1.117	-	-	-	46.24 1	32.04 5	67.13 7	0.008
RCDHAN211 04	14	20	Relleno Caliza + Pirita	1.811	1.291	0.647	26.07 3	25.96 6	18.05 9	-	-	-	-
RCDHAN211 04	20	24	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.002	1.555	0.702	30.17 3	21.95 8	23.76 9	-	-	-	-
RCDHAN211 04	24	26	Relleno Caliza + Pirita	1.780	1.023	0.538	19.24 4	17.34 7	14.07 1	-	-	-	-
RCDHAN211 04	26	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.358	0.889	0.661	22.24 6	20.01 5	26.70 6	-	-	-	-
RCDHAN211 04	30	40	Relleno Caliza + Pirita	1.137	1.347	0.624	43.13 0	45.84 4	40.89 4	-	-	-	-
RCDHAN211 04	40	44	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.110	1.371	1.124	22.24 0	23.57 9	24.04 1	-	-	-	-
RCDHAN211 04	44	48	Relleno Caliza + Pirita	1.347	1.303	0.654	20.15 8	47.98 1	20.96 7	-	-	-	-
RCDHAN211 04	48	52	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	3.014	0.582	1.526	-	-	-	57.38 6	31.23 5	66.23 1	0.008
RCDHAN211 04	52	54	Relleno Caliza + Pirita	1.843	1.792	1.351	20.34 1	22.02 6	30.32 3	-	-	-	-
RCDHAN211 04	58	64	Relleno Pirita	2.566	0.213	0.481	-	-	-	55.02 1	32.86 7	68.91 8	0.054

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 79:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21119

HOLE_ID	FR	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN211 19	0	6	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	4.398	0.912	0.591	-	-	-	46.54 0	38.12 4	71.06 9	0.006
RCDHAN211 19	6	10	Relleno Caliza + Pirita	0.000	0.000	0.000	-	-	-	33.93 2	0.000 9	28.62 9	0.004
RCDHAN211 19	10	18	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.000	0.000	0.000	-	-	-	20.64 3	30.09 3	61.11 5	0.004
RCDHAN211 19	18	22	Brecha Hidrotermal con Pirita	0.000	0.000	0.000	14.32 6	23.93 9	15.49 0	-	-	-	-
RCDHAN211 19	22	30	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.000	0.000	0.000	21.62 3	28.65 1	25.60 9	-	-	-	-
RCDHAN211 19	30	36	Volcánicos	0.263	0.103	0.055	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 80: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21142**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN211 42	0	2	Relleno de Caliza	0.249	1.219	0.43	45.43	33.28	31.50	-	-	-	-
RCDHAN211 42	2	8	Relleno Caliza + Oxido	0.328	1.369	0.56	52.77	41.05	40.62	-	-	-	-
RCDHAN211 42	8	16	Relleno Caliza + Oxido	0.792	2.327	1.06	36.92	24.30	49.13	-	-	-	-
RCDHAN211 42	18	20	Relleno Caliza + Arcilla	0.570	0.800	0.40	44.60	36.99	40.71	-	-	-	-
RCDHAN211 42	20	24	Relleno Caliza + Pirita	1.611	1.134	0.56	35.33	37.87	25.87	-	-	-	-
RCDHAN211 42	24	26	Relleno Caliza + Arcilla	1.481	0.736	0.38	32.96	39.73	39.12	-	-	-	-
RCDHAN211 42	30	32	Relleno Pirita Friable + Arcilla	3.149	0.137	1.82	-	-	-	52.97	54.63	64.10	0.010
RCDHAN211 42	32	40	Relleno Pirita Masiva	2.696	0.161	0.42	-	-	-	31.77	38.37	38.63	0.032
RCDHAN211 42	40	50	Relleno Pirita Masiva	3.988	0.125	0.51	-	-	-	29.07	33.36	56.39	0.007
RCDHAN211 42	50	60	Relleno Pirita Masiva	2.203	0.216	0.73	-	-	-	35.67	28.02	58.19	0.010

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 81: Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21150**

HOLE_ID	FR OM	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN211 50	0	2	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.666	0.832	0.47	-	-	-	35.00	33.10	73.99	0.010
RCDHAN211 50	2	4	Relleno Caliza + Pirita	6.564	1.004	0.49	-	-	-	27.72	32.42	75.78	0.009
RCDHAN211 50	4	6	Relleno de Caliza	1.581	0.996	0.48	33.90	49.01	46.5	-	-	-	-
RCDHAN211 50	6	10	Relleno Caliza + Pirita	1.477	1.083	0.46	35.40	43.76	48.5	-	-	-	-
RCDHAN211 50	12	14	Relleno Caliza + Oxido	2.085	1.718	0.50	42.79	43.25	47.9	-	-	-	-
RCDHAN211 50	16	20	Relleno Caliza + Pirita	1.147	1.559	0.46	41.21	39.30	33.4	-	-	-	-
RCDHAN211 50	20	26	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.120	5.731	1.22	50.87	24.15	38.2	-	-	-	-
RCDHAN211 50	26	32	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.059	4.293	0.42	27.62	15.65	28.8	-	-	-	-
RCDHAN211 50	32	34	Relleno Caliza + Pirita	2.268	2.170	0.81	37.08	35.06	39.2	-	-	-	-
RCDHAN211 50	34	38	Relleno Caliza + Oxido	0.952	1.605	0.43	44.31	33.54	43.7	-	-	-	-
RCDHAN211 50	38	42	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	1.170	1.651	0.91	17.68	20.89	33.9	-	-	-	-
RCDHAN211 50	46	54	Relleno Pirita Masiva	2.286	0.434	0.39	-	-	-	39.13	32.82	72.79	0.009

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 82:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21154

HOLE_ID	FR O M	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21 154	0	4	Relleno de Caliza	1.69 4	1.11 8	0.58 8	28.8 76	40.6 00	32.6 27	-	-	-	-
RCDHAN21 154	4	8	Relleno de Caliza	2.92 3	1.68 8	1.04 2	38.0 66	42.2 62	44.0 53	-	-	-	-
RCDHAN21 154	8	10	Relleno de Caliza	0.66 8	0.87 4	0.72 1	30.4 54	49.5 86	27.3 53	-	-	-	-
RCDHAN21 154	10	12	Relleno de Caliza	0.64 2	1.36 2	1.29 0	28.9 99	48.9 15	32.7 04	-	-	-	-
RCDHAN21 154	14	18	Relleno de Caliza	0.86 0	1.12 5	0.44 7	40.6 80	35.7 05	33.6 68	-	-	-	-
RCDHAN21 154	18	22	Relleno de Caliza	0.77 0	1.30 8	0.45 0	50.2 10	50.7 58	44.8 12	-	-	-	-
RCDHAN21 154	22	28	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.97 6	1.59 0	0.46 8	43.3 53	36.6 82	45.4 00	-	-	-	-
RCDHAN21 154	28	34	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.82 3	1.46 0	0.86 3	25.1 00	37.1 12	25.9 32	-	-	-	-
RCDHAN21 154	34	36	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	3.02 0	1.00 1	1.48 6	- -	- -	- -	38.3 96	45.2 19	73.2 74	0.02 6
RCDHAN21 154	36	40	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	2.71 2	1.54 0	0.95 0	31.8 00	43.7 60	40.1 93	-	-	-	-
RCDHAN21 154	40	44	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.87 3	1.85 3	0.99 0	29.0 78	43.3 40	36.6 56	-	-	-	-
RCDHAN21 154	44	46	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	1.98 6	0.67 5	0.45 3	- -	- -	- -	62.5 89	31.6 27	80.9 82	0.01 2
RCDHAN21 154	48	54	Relleno Pirita Masiva	5.78 2	0.26 8	0.43 6	- -	- -	- -	61.1 31	55.0 33	80.8 62	0.01 1
RCDHAN21 154	54	60	Relleno Pirita Masiva	3.23 4	0.61 2	0.80 4	- -	- -	- -	33.4 34	41.5 22	60.6 34	0.01 0

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 83:** Pruebas Metalúrgicas RCDHAN21155

HOLE_ID	FR O M	TO	DOMINIO	LEYES COMPOSITO			FLOTACIÓN			LIXIVIACION			
				Ag (Oz/ T)	Zn %	Pb, %	Rec. Pb %	Rec. Zn %	Rec. Ag %	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDHAN21 155	0	6	Relleno Caliza + Pirita	1.49 3	1.23 1	0.63 5	23.1 50	33.7 79	40.9 90	-	-	-	-
RCDHAN21 155	6	8	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.80 0	1.40 7	0.41 4	34.4 61	30.3 60	30.4 49	-	-	-	-
RCDHAN21 155	8	12	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	1.06 7	1.06 3	0.40 6	39.8 54	38.0 29	33.5 59	-	-	-	-
RCDHAN21 155	12	14	Relleno Caliza + Pirita	0.81 0	1.05 9	0.28 2	43.7 37	40.9 02	17.3 88	-	-	-	-
RCDHAN21 155	16	20	Relleno de Caliza	0.40 4	1.47 7	0.23 5	37.9 15	34.5 89	29.8 22	-	-	-	-

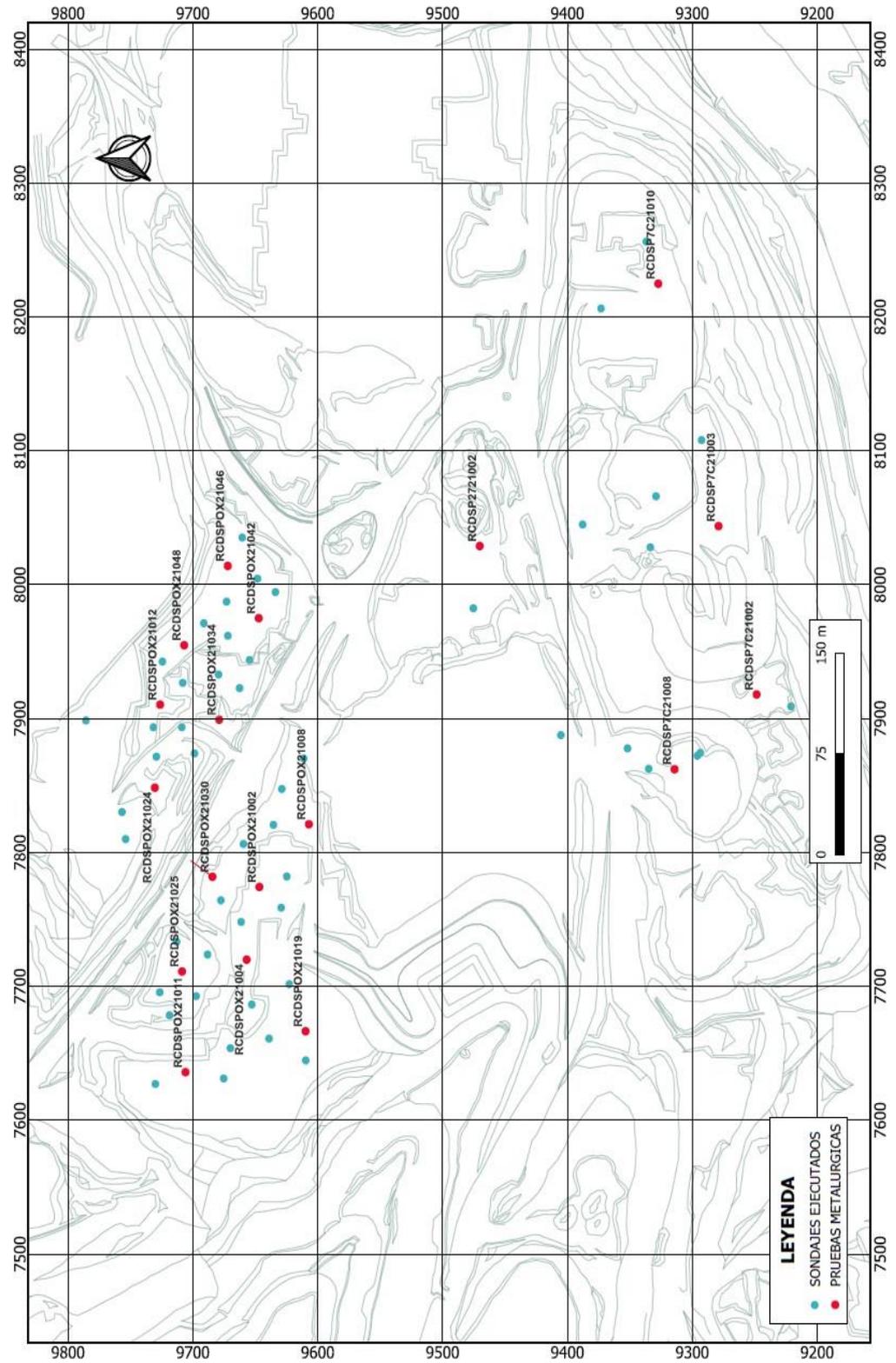
Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

#### **4.2.5. Resultado de Leyes Laboratorio Metalúrgico SP Óxidos**

##### **Análisis metalúrgico**

Se seleccionó sondajes que representan una zona determinada y poder conocer la recuperación por el tipo de dominio, los sondajes analizados se detallan en las siguientes tablas que corresponden al SP Óxidos.

**Figura 31:** Sondajes de Pruebas Metalúrgicas – SP Óxidos



*Fuente: Elaboración propia.*

Los sondajes analizados se detallan en los siguientes cuadros:

**Tabla 84: Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS**

HOLE_ID	FR	T	DOMINIO	Cabeza				FLOTACION			LIXIVIACION			
				Cu, %	Pb, %	Zn, %	Ag, g/T m	Rec. Pb	Rec. Zn	Rec. Ag Total	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
			Relleno de Caliza											
RCDSPOX 21002	6	12		0.04 2	0.35 0	1.35 8	10.0 00	40.1 43	25.7 88	19.4 89	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21002	16	20	Hidrotermal	0.05 4	0.47 0	0.54 5	68.0 00	-	-	-	40.8 05	33.2 34	73.7 91	1.13 3
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21002	20	26	Hidrotermal/Tectónico	0.03 4	0.56 7	0.16 7	140. 000	-	-	-	39.3 24	41.4 75	78.0 43	1.13 3
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPOX 21004	2	6	Toba	0.03 9	0.31 9	1.06 3	37.2 00	33.5 35	22.5 71	25.4 93	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21004	6	10	Hidrotermal	0.08 2	1.28 1	0.26 1	141. 200	-	-	-	37.5 46	39.6 01	73.0 10	1.13 3
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21004	10	18	Hidrotermal/Tectónico	0.06 6	0.57 8	0.26 0	33.2 00	-	-	-	43.4 35	54.9 82	60.3 26	0.01 0
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21008	2	6	Hidrotermal/Tectónico	0.15 4	1.27 9	0.22 8	112. 800	-	-	-	55.3 74	53.7 10	55.9 86	0.02 1
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21008	6	14	Hidrotermal/Tectónico	0.10 4	0.66 3	1.66 0	35.2 00	28.5 76	17.6 61	20.4 40	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPOX 21008	16	18	Pirita	0.20 3	0.59 9	0.81 2	75.2 00	21.4 02	23.4 37	20.2 23	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21011	8	12	Hidrotermal	0.02 7	0.55 4	0.81 4	67.6 00	26.8 92	26.8 42	47.1 20	-	-	-	-
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21011	12	22	Hidrotermal/Tectónico	0.18 0	2.50 0	0.47 0	132. 800	-	-	-	38.0 65	49.9 28	43.4 71	0.02 0
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21012	0	8	Hidrotermal/Tectónico	0.07 0	1.68 0	1.05 5	74.0 00	12.7 30	20.6 79	36.3 31	-	-	-	-
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21012	8	14	Hidrotermal/Tectónico	0.31 6	1.71 9	1.57 6	69.2 00	15.4 46	21.0 46	22.7 96	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPOX 21019	8	12	Pirita	0.14 6	1.61 4	0.57 0	312. 960	-	-	-	53.7 33	52.3 22	74.3 65	0.01 1
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21019	12	16	Hidrotermal/Tectónico	0.19 3	7.26 0	1.23 6	143. 600	17.6 44	23.4 34	40.4 70	56.6 42	52.2 53	14.5 04	0.02 3
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21019	16	20	Hidrotermal	0.03 2	1.09 4	1.05 8	19.6 00	20.6 00	30.5 10	40.1 15	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPOX 21024	4	6	Toba	0.06 5	1.88 0	0.20 0	176. 080	-	-	-	58.8 72	51.8 51	66.4 48	0.01 1
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21024	6	8	Hidrotermal	0.08 6	2.91 0	0.14 0	474. 000	-	-	-	50.3 50	61.8 84	59.0 30	0.01 1

RCDSPOX 21024	8	10	Brecha Hidrotermal con Toba	0.15	0.67	0.09	94.0	-	-	-	66.2	56.8	73.9	0.01
				8	8	1	00				04	19	64	6
Relleno Brecha														
RCDSPOX 21025	0	6	Hidrotermal/Tectónico	0.15	3.07	0.59	192.	-	-	-	48.0	68.6	41.3	0.01
				3	0	0	520				09	93	26	7
Relleno Brecha														
RCDSPOX 21025	6	10	Hidrotermal/Tectónico	0.21	1.87	0.73	112.	15.4	29.7	31.0	41.5	47.1	44.8	0.00
				7	8	2	000	20	37	17	10	56	98	7
Brecha Hidrotermal con Toba				0.12	1.01	0.42	57.6	17.4	21.3	22.8	-	-	-	-
				9	0	6	00	25	51	32				
Brecha Hidrotermal con Toba				0.06	0.46	0.90	49.2	21.4	26.2	37.9	-	-	-	-
				7	6	4	00	63	96	54				
Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico				0.04	0.47	0.20	82.4	16.4	26.1	25.7	-	-	-	-
				6	5	4	00	25	58	54				
Relleno Pirita Masiva				0.14	0.30	0.47	182.	-	-	-	46.7	48.2	55.5	0.04
				6	0	0	960				50	98	04	7

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 85: Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS**

HOLE_ID	FR O M	T O	DOMINIO	Cabeza				FLOTACION			LIXIVIACION			
				Cu, %	Pb, %	Zn, %	Ag, g/T m	Rec. Pb	Rec. Zn	Rec. Ag Total	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDSPOX 21030	22	28	Relleno Caliza + Pirita	0.88	1.69	1.93	131.	14.6	34.9	35.8	47.4	53.5	57.3	0.16
				0	9	4	200	26	37	29	79	15	93	2
Relleno Volcánico														
RCDSPOX 21030	28	30	Hidrotermal/Tectónico	0.07	0.24	0.29	65.6	38.0	36.4	32.4	-	-	-	-
				4	6	4	00	11	08	60				
Brecha Hidrotermal con Pirita				0.25	0.32	0.55	176.	-	-	-	38.1	45.1	69.4	0.01
				0	0	0	080				27	84	64	2
Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal				0.06	0.84	0.53	62.0	17.8	22.2	21.6	-	-	-	-
				6	2	2	00	86	52	78				
Brecha Hidrotermal con Toba				0.09	1.34	0.45	64.0	17.1	26.7	28.4	-	-	-	-
				5	7	6	00	73	28	32				
Relleno Caliza + Oxido				0.10	0.43	1.36	40.8	16.6	22.1	20.5	-	-	-	-
				1	4	7	00	44	59	84				
Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal				0.19	0.43	1.09	72.0	14.9	18.8	14.8	-	-	-	-
				6	5	7	00	82	33	71				
Brecha Hidrotermal con Toba				0.13	0.84	0.69	56.8	12.5	18.1	18.3	-	-	-	-
				4	7	3	00	94	47	00				
Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal				0.12	0.63	0.64	95.6	19.0	26.9	30.9	-	-	-	-
				4	3	9	00	53	74	59				
Brecha Hidrotermal con														

RCDSPOX 21042	8	10	Pirita	0.20 6	0.77 3	0.49 0	121. 200	-	-	-	43.8 62	45.3 25	61.0 81	0.00 7
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21042	10	18	Hidrotermal	0.15 5	0.79 6	0.74 4	78.4 00	19.7 26	25.4 70	27.8 61	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPOX 21042	18	22	Toba	0.16 5	0.45 6	0.66 2	88.4 00	19.8 06	34.7 91	44.0 62	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21046	0	10	Hidrotermal	0.17 9	1.13 1	1.71 1	67.2 00	20.8 46	27.5 77	20.9 93	-	-	-	-
			Relleno Brecha											
RCDSPOX 21046	10	18	Hidrotermal/Tectónico	0.20 2	1.34 2	1.11 7	71.2 00	17.4 74	30.0 42	29.5 81	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21046	18	22	Hidrotermal	0.08 6	2.91 0	0.92 0	132. 000	-	-	-	43.3 76	45.6 99	56.5 14	0.00 9
			Relleno Pirita Friable +											
RCDSPOX 21046	22	24	Arcilla	0.26 7	0.32 7	0.26 0	70.0 00	21.3 17	25.8 29	12.6 63	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21048	0	6	Hidrotermal	0.38 3	0.60 3	2.10 3	26.8 00	10.8 44	17.8 61	20.4 67	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21048	6	14	Hidrotermal	0.26 1	1.52 7	1.08 2	84.8 00	18.1 43	15.0 13	20.8 81	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPOX 21048	14	20	Hidrotermal	0.14 0	1.71 4	1.26 0	72.0 00	13.1 72	28.4 12	17.4 78	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Pirita											
RCDSPPC2 1002	0	6		0.03 6	0.53 1	1.33 2	30.4 00	40.9 89	22.9 66	23.0 55	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPPC2 1002	6	10	Hidrotermal	0.04 9	0.28 0	1.11 0	25.0 00	26.5 87	28.4 49	25.4 21	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Arcilla											
RCDSPPC2 1002	20	24		0.14 8	0.14 0	2.28 5	27.6 00	44.5 07	27.4 19	23.3 77	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Oxido											
RCDSPPC2 1002	24	26		0.03 4	0.27 5	1.58 8	25.2 00	31.8 63	23.2 58	39.6 08	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPPC2 1002	32	36	Hidrotermal	0.06 5	0.52 8	2.03 8	25.6 00	28.2 98	24.0 59	32.3 72	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPPC2 1002	36	38	Pirita	0.17 2	0.68 5	0.80 4	95.6 00	-	-	-	38.8 07	42.9 62	54.1 21	14.5 86
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPPC2 1002	38	42	Toba	0.05 2	0.17 0	1.38 5	39.6 00	15.4 26	16.3 23	20.8 76	-	-	-	-
			Relleno Brecha											
RCDSPPC2 1002	0	2	Hidrotermal/Tectónico	0.07 6	2.13 1	0.57 6	42.0 00	15.2 51	14.2 99	27.9 04	-	-	-	-
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPPC2 1002	4	6	Toba	0.09 9	1.32 0	0.50 5	92.0 00	17.1 23	26.2 50	19.8 50	-	-	-	-
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSPPC2 1002	6	12	Hidrotermal	0.17 1	0.62 0	0.39 7	182. 400	-	-	-	45.4 98	69.8 50	65.1 81	14.0 04
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSPPC2 1002	12	18	Pirita	0.59 0	1.48 0	0.56 0	94.4 00	16.8 44	29.7 29	18.5 85	-	-	-	-

			Relleno Caliza + Oxido										
RCDSP7C2	18	26	0.14	0.63	2.03	32.0	32.6	39.1	26.7	-	-	-	-
1002			9	0	5	00	57	27	73				

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

**Tabla 86: Pruebas Metalúrgicas – SP OXIDOS**

HOLE_ID	FR	T	DOMINIO	Cabeza				FLOTACION			LIXIVIACION			
				Cu, %	Pb, %	Zn, %	Ag, g/T m	Rec. Pb	Rec. Zn	Rec. Ag Total	Rec. Ag, %	Rec. Au, %	Rec. Cu, %	Rec. Pb, %
RCDSP7C2	26	32	Relleno Caliza + Pirita	0.19	0.42	0.99	75.6	27.4	36.2	33.3	-	-	-	-
1002				6	6	4	00	47	43	54				
RCDSP7C2	32	38	Relleno Caliza + Pirita	0.27	0.35	0.71	51.2	20.3	35.4	28.1	-	-	-	-
1002				6	9	4	00	17	13	96				
RCDSP7C2	0	6	Relleno Caliza + Pirita	0.04	0.64	2.40	32.4	22.9	19.1	19.1	19.3	42.6	51.4	11.1
1003				1	4	0	00	81	69	87	15	57	54	85
RCDSP7C2	6	10	Brecha Hidrotermal con Toba	0.13	1.23	1.49	58.0	36.3	30.4	25.1	-	-	-	-
1003				3	6	9	00	23	40	52				
RCDSP7C2	10	14	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	0.18	0.88	1.70	170.	17.0	17.0	28.9	-	-	-	-
1003				5	1	5	800	34	11	55				
RCDSP7C2	14	20	Brecha Hidrotermal con Toba	0.09	0.65	1.39	65.2	19.4	33.6	18.6	-	-	-	-
1003				9	1	9	00	94	50	37				
RCDSP7C2	20	28	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.10	0.43	0.68	48.8	25.8	29.0	23.4	-	-	-	-
1003				2	2	9	00	96	08	43				
RCDSP7C2	28	38	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.11	0.59	0.91	125.	16.7	23.7	41.8	34.0	56.3	59.1	6.66
1003				2	8	2	600	97	21	33	33	38	09	8
RCDSP7C2	38	44	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	0.35	1.32	1.71	104.	18.4	16.3	40.9	-	-	-	-
1003				5	0	2	800	05	64	34				
RCDSP7C2	46	54	Relleno Brecha Hidrotermal/Tectónico	0.15	0.77	1.12	72.0	15.9	25.7	22.9	-	-	-	-
1003				1	8	6	00	03	02	80				
RCDSP7C2	4	14	Relleno Caliza + Brecha Hidrotermal	0.20	0.95	0.92	118.	-	-	-	39.7	50.6	60.5	6.40
1008				3	3	0	400				75	78	61	1
RCDSP7C2	18	28	Brecha Hidrotermal con Toba	0.12	0.16	0.39	50.4	27.6	32.9	15.7	-	-	-	-
1008				0	8	3	00	67	12	96				
RCDSP7C2	36	42	Brecha Hidrotermal con Toba	0.09	0.43	0.55	107.	33.7	35.1	30.3	-	-	-	-
1008				6	7	8	200	43	30	80				
RCDSP7C2	42	46	Relleno Volcánico	0.09	0.27	0.35	56.4	40.6	42.0	33.7	-	-	-	-
1008				2	4	6	00	68	01	59				
RCDSP7C2	46	50	Relleno Caliza + Arcilla	0.10	0.30	0.63	60.4	20.3	44.5	22.1	-	-	-	-
1008				0	2	6	00	19	08	88				
RCDSP7C2	0	4	Relleno Pirita Masiva	0.15	0.69	0.29	475.	-	-	-	9.43	31.4	73.7	0.02
1010				4	4	4	600				2	28	75	3

			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSP7C2	4	6	Hidrotermal	0.09	0.60	0.37	69.2	-	-	-	8.22	30.8	64.5	3.30
1010				0	0	7	00				5	96	96	7
			Relleno Caliza + Oxido											
RCDSP7C2	12	16		0.07	0.56	0.63	60.4	-	-	-	45.6	43.6	55.5	14.8
1010				3	1	5	00				22	07	02	55
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSP7C2	16	22	Hidrotermal	0.07	0.32	0.87	93.2	-	-	-	29.1	58.4	78.4	10.3
1010				6	9	6	00				00	27	28	26
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSP7C2	26	30	Hidrotermal	0.08	0.45	1.15	18.4	21.3	27.6	33.7	-	-	-	-
1010				0	5	2	00	15	18	28				
			Relleno Brecha											
RCDSP7C2	30	34	Hidrotermal/Tectónico	0.06	0.60	3.64	38.4	19.3	21.0	36.4	-	-	-	-
1010				2	0	0	00	28	66	58				
			Relleno Brecha											
RCDSP7C2	38	42	Hidrotermal/Tectónico	0.18	1.00	2.02	72.4	14.3	20.1	32.5	51.7	58.4	63.3	8.26
1010				0	0	0	00	72	61	22	39	41	40	6
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSP7C2	42	46	Hidrotermal	0.26	0.96	2.24	42.0	16.0	18.3	23.5	-	-	-	-
1010				0	0	0	00	30	91	65				
			Relleno Pirita Masiva											
RCDSP272	0	4		0.03	1.38	0.26	470.	-	-	-	29.4	51.2	71.5	6.36
1002				0	5	3	000				07	61	57	9
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSP272	4	12	Pirita	0.15	0.83	1.72	51.0	22.3	31.0	20.2	-	-	-	-
1002				5	0	0	00	51	83	41				
			Brecha Hidrotermal con											
RCDSP272	12	16	Toba	0.09	1.16	1.15	89.0	17.9	23.2	25.1	-	-	-	-
1002				0	0	3	00	42	35	61				
			Relleno Caliza + Brecha											
RCDSP272	16	22	Hidrotermal	0.24	0.81	4.90	40.8	18.4	18.0	21.4	-	-	-	-
1002				0	0	0	00	90	93	25				
			Relleno Caliza + Arcilla											
RCDSP272	24	30		0.16	0.71	2.28	80.8	16.7	23.8	15.7	-	-	-	-
1002				6	6	6	00	11	12	77				

Fuente: Departamento Geología. Minera Volcan (2020).

### 4.3. Prueba de hipótesis

#### 4.3.1. Prueba de hipótesis general

La hipótesis general de la presente investigación menciona que realizando la perforación por el método de aire reverso se obtiene resultados de leyes de muestras óptimos de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos. Al respecto, se siguió el procedimiento adecuado, cumpliendo protocolos y estándares, inicialmente se determinó el peso teórico de la muestra de perforación, luego se clasificó las muestras de perforación, cumpliendo la programación y luego se registró la información de la perforación RC, para

tener en cuenta los porcentajes de recuperaciones de las muestras a partir de la densidad aparente de los dominios litológicos. La recuperación máxima promedio que se obtiene en estos tipos de material es de aproximadamente 70%. Por lo tanto, se considera muy alta recuperación a mayor de 70%, alta recuperación de 50 a 70%, moderada recuperación de 35 a 50%, baja recuperación de 20 a 35% y muy baja recuperación a menores al 20%. Por tanto, se confirma la hipótesis general planteada.

Cabe mencionar que se consideró el muestreo y análisis para poder determinar las concentraciones de los elementos químicos y evaluar el potencial de extracción (volumen y ley) si es sustentable a corto y largo plazo.

#### **4.3.2. Prueba de hipótesis específicas**

La primera hipótesis específica de la investigación menciona que, si caracterizando geológicamente los dominios litológicos de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco, se realiza un muestreo representativo, proporcional y libre de contaminación. En este caso se consideró los dominios litológicos, principalmente a partir de dos tipos rocas por su predominancia ya que sobrepasan el 10% de la cantidad total a manera de detritus, en la cual se incluye algunos minerales como la pirita, asimismo se observó algunas alteraciones, por estas razones se le considera como proporcional y representativo; estas rocas son la caliza y brechas hidrotermales. Finalmente, en función a estas consideraciones se calculó la ley promedio por litología, clasificándolo en 4 categorías: Muy alta, alta, media y baja. Por lo mencionado se demuestra la hipótesis planteada.

La segunda hipótesis específica consideró que, al realizar la prueba metalúrgica por los métodos de flotación y lixiviación se obtienen separaciones específicas y recuperaciones de leyes cobre, plomo, zinc y plata de los stocks piles Hanancocha y Óxidos ubicados al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco. La prueba metalúrgica realizada por los métodos de flotación y lixiviación, han demostrado en el caso de la flotación ser efectivo por encontrar separaciones específicas obteniendo mayores recuperaciones, lo mismo ocurre con la lixiviación donde conllevan a máximas recuperaciones. Con esta información se corrobora la hipótesis planteada.

#### **4.4. Discusión de resultados**

La caracterización geológica de los dominios litológicos se realizó siguiendo técnicas tales como la observación de campo, el análisis petrológico y petrográfico que proporcionaron información de la composición mineralógica, cabe indicar que las técnicas han ido precedidos por la campaña de perforación con aire reverso RC, el cual se realizó con tricono – martillo, que tiene la función de triturar el material en el fondo del pozo y lo expulsa hacia un cono ciclón en la superficie, utilizando un sistema de bombeo aire a presión. Lo mencionado ha contribuido para realizar un muestreo siguiendo protocolo y estándares establecidos y obtener muestras representativas, proporcionales y con control de calidad. Asimismo, cabe indicar que se han determinados los siguientes dominios litológicos en el stock piles Hanancocha y Óxidos ubicados al lado Oeste del Tajo Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco: relleno de caliza y pirita, relleno de caliza y brecha hidrotermal, relleno lama, relleno de pirita, relleno de calizas y relleno de material volcánico.

Al realizar la prueba metalúrgica por el método de flotación y lixiviación según las leyes de cabeza se han evaluado la eficiencia de los procesos metalúrgicos de extracción sobre minerales de oro, plata, zinc y plomo, como resultado se conoció las recuperaciones por el tipo de dominio litológico.

Finalmente, se evidencia que con los resultados de la perforación con aire reverso se logra un adecuado muestreo de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos ubicados al lado Oeste del Tajo abierto Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco determinando sus correspondientes leyes de minerales de oro, plata zinc y plomo.

## CONCLUSIONES

1. Con los resultados de la perforación con aire reverso se logra un adecuado muestreo de los Stock Piles Hanancocha y Óxidos ubicado al lado Oeste del Tajo abierto Raúl Rojas en la mina Cerro de Pasco determinando sus correspondientes leyes de minerales de oro, plata zinc y plomo.
2. La caracterización geológica de los stocks piles Hanancocha y Óxidos contribuye a determinar los 6 dominios litológicos que proporcionaron información petrológica y mineralógica los cuales fueron usados para realizar muestreo con todas las cualidades requeridas.
3. Las leyes obtenidas en los compósitos de los Stock Piles Hanancocha refiere una mayor recuperación de los elementos polimetálicos generalmente la Ag en proporción a los demás elementos por el método de flotación en el dominio litológico caliza + brecha hidrotermal hasta un 64% y caliza + pirita hasta un 55 % a la comparación de los demás dominios; así mismo por el método de lixiviación se tiene mayor recuperación en Au 84% en el dominio caliza + brecha hidrotermal, 61% en el dominio relleno de pirita y 55% en el dominio brecha hidrotermal + pirita
4. Las Leyes obtenidas en los compósitos de los Stock Piles Óxidos refiere una mayor recuperación de elementos polimetálicos generalmente el Pb en proporción a los demás elementos por el método de flotación en el dominio caliza + brecha hidrotermal hasta un 44% a la comparación de los demás dominios; así mismo por el método de lixiviación se tiene mayor recuperación en Au (69%) en el mismo dominio litológico.
5. Los estudios litológicos revelaron que el stock piles contienen una mezcla heterogénea de materiales oxidados y sulfurados, lo que puede afectar las

recuperaciones metalúrgicas dependiendo del proceso utilizado (flotación o lixiviación).

6. Las pruebas metalúrgicas realizadas mediante flotación y lixiviación, basadas en las leyes de cabeza del stock piles, muestran que el material de Hanancocha presenta mejores recuperaciones por flotación debido a la presencia predominante de minerales sulfurados; mientras que los Óxidos responden mejor al proceso de lixiviación.
7. La combinación de los métodos de flotación y lixiviación ofrece una solución viable para maximizar la recuperación de metales valiosos (como el cobre y el zinc) del stock piles, lo que implica que deben diseñarse procesos metalúrgicos diferenciados para cada uno.

## **RECOMENDACIONES**

1. Los resultados del estudio podrían aplicarse en otros stocks piles que poseen similares características, los cuales servirán en la toma de decisiones operativas y en la planificación de actividades mineras.
2. Llevar un control estricto desde la obtención de muestras de campo en sacos impermeables hasta la recepción y preparación de muestras en el área destinado.
3. Realizar cuadros estadísticos por batch de muestras enviadas, con un programa estricto de control de calidad con la finalidad de determinar concentraciones menores.
4. Tener en cuenta la presencia de la porosidad de los materiales ya que esta es muy elevada debido a los vacíos dejados entre los diferentes tamaños de materiales depositados en las desmonteras, que son variables y heterogéneos.
5. Actualizar la caracterización geológica a medida que se desarrollen nuevos estudios o se extraigan más datos del stock piles, asegurándose de que las variaciones en la mineralogía y la litología se reflejen en la planificación metalúrgica y operativa.
6. Implementar un sistema de monitoreo continuo del stock piles, incluyendo un seguimiento periódico de la distribución litológica, para asegurar cualquier cambio en las características del material para que sea detectado tempranamente y pueda ajustarse en los procesos de tratamiento.
7. Implementar pruebas pilotos a gran escala de los procesos de flotación y lixiviación, utilizando los parámetros obtenidos en las pruebas de laboratorio, para validar y ajustar el comportamiento de los minerales en condiciones reales de operación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, B. y Coba, V. (2021). Influencia de los parámetros técnicos de perforación diamantina y aire reverso para disminuir costos por desviación de sondajes en un proyecto minero de Cajabamba 2020. [ Tesis de pre grado, Facultad de Ingeniería Minas, Universidad Nacional de Privada del norte. Trujillo]. Repositorio institucional
- Apaza, V. (2014). Implementación del sistema de gestión ambiental en una Empresa de Exploración Minera con perforación Diamantina UDR – 200. [ Tesis de pre grado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional.
- Mamani, Y. (2021). Exploración de la veta milagrosa en el nivel 1670, Esperanza Sur mediante perforaciones diamantina - Minera Aurífera Cuatro de Enero S.A.- Cháparra - Caravelí – Arequipa. [ Tesis de pre grado, Facultad de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional.
- Mango, M. (2017). Optimización de la gestión de la información geológica con Acquire en Mina Cerro Verde. [ Tesis de pre grado, Facultad de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional.
- Tarqui, G. (2022). Gestión en perforación y control litológico en exploraciones de minera Bateas provincia Caylloma – departamento de Arequipa. [ Tesis de pre grado, Facultad de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional
- Vigo, W. (2016). Tecnologías Limpias en el Proceso de Perforación Diamantina en la Etapa de Exploración Geológica en Minería, Cajamarca, 2016. [ Tesis de pre

grado, Escuela de Ingeniería Minas, Universidad Cesar Vallejo Chiclayo].

Repositorio institucional.

Valenzuela, A. (2015). Equipo de sondaje de aire reverso para la investigación de minerales [ Tesis de pre grado Ingeniero civil mecánico, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica].  
Repositorio Institucional.

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de datos

