

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**“Comportamiento Geológico De La Veta Infalible,
Mina Shalca”**

Para Optar el Título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Abraham Teodoro MENDOZA PIMENTEL

Asesor: Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI

Cerro De Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**“Comportamiento Geológico De La Veta Infalible,
Mina Shalca”**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO
PRESIDENTE

Mg. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ
FERRUZO
MIEMBRO

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de la carrera, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Teodoro y Emilia, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me inculcaron.

RECONOCIMIENTO

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A mis padres Teodoro y Emilia porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geología de la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión”, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión.

RESUMEN

Políticamente el proyecto de exploración Shalca se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huaral y distrito de Pacaraos, la mina de Shalca, el área de estudio se encuentra en la unidad geomorfológica de Puna, superficie de erosión (glaciación pleistocénica) que esencialmente una penillanura cuya altitud oscila entre los 4200 y 5000 msnm.

Se han identificado dos tipos de rocas (metamórficas y volcánicas) que corresponden a la Formación Chimu y productos efusivos del Volcánico Calipuy.

Desde la perspectiva de la geología local, el Proyecto de Exploración Shalca esta mayormente emplazado en las ortocuarcitas y cuarcitas de la formación Chimu y la secuencia volcánica (tobas y lavas andesíticas) del Grupo Calipuy y Cuaternario.

En la zona se encuentran cuarcitas y areniscas cuarcíticas a ortocuarcitas de grano medio a grueso, con estratificación cruzada muy fracturada y diaclasada, alternadas con lutitas gris oscuras y arenisca gris a gris oscuras de grano fino y medio en estratos de 0.05 a 0.10 m. de potencia, con lentes de carbón antracítico, toda esta secuencia tiene un rumbo general de N 30° W y buzamiento de 40° a 75° NE - SW. Una de las características esenciales para la identificación de la veta Infalible en la Mina Shalca son las rocas dacíticas a andesíticas emplazadas básicamente en un anticlinal de la Formación Chimu, zona favorable para la mineralización con importantes leyes de Ag, Zn, Pb y Cu. Shalca es un yacimiento tipo filoniano donde sea desarrollado la veta Infalible con una

longitud de 300 metros de largo, altura de 200m y anchuras desde 0.96m a 2.82m, rumbo NW –SE y buzamiento de 70 grados al SW.

En la zona de estudio se presenta los elementos estructurales siguientes: la orientación de los estratos, pseudo estratos, fallas geológicas, pliegues y discontinuidades. La influencia de los planos de discontinuidad sobre la estabilidad del macizo rocoso en las excavaciones depende de su orientación, número de familias, espaciamiento y características entre sí.

Los controles advertidos más importantes de la mineralización en Shalca son el aspecto estructural y el litológico, la litología volcánica es la favorable para la mineralización, en tanto que la secuencia sedimentaria de Chimu presenta menor oportunidad de relleno de mineral al no formar realmente una veta sino más bien un lineamiento brechoide de cuarcitas fragmentadas rellenas irregularmente por mineralización irregular.

Palabras claves: Exploración, mineralización, volcánicas, veta.

ABSTRACT

Politically, the Shalca exploration project is located in the department of Lima, province of Huaral and district of Pacaraos, the Shalca mine, the study area is located in the geomorphological unit of Puna, an erosion surface (Pleistocene glaciation) that essentially peneplain whose altitude ranges between 4200 and 5000 masl.

Two types of rocks (metamorphic and volcanic) have been identified that correspond to the Chimu Formation and effusive products of the Calipuy Volcanic.

From the perspective of local geology, the Shalca Exploration Project is mainly located in the orthoquarcites and quartzites of the Chimu formation and the volcanic sequence (Tobas and andesitic lavas) of the Calipuy and Quaternary Group.

Quartzites and quartzitic sandstones to orthoquarcites of medium to coarse grain are found in the zone, with very fractured and diaclased cross stratification, alternated with dark gray shales and gray to dark gray sandstones of fine and medium grains in strata of 0.05 to 0.10 m. of power, with anthracite carbon lenses, this whole sequence has a general course of N 30 ° W and dip of 40 ° to 75 ° NE - SW. One of the essential characteristics for the identification of the infallible vein in the Shalca Mine is dacitic to andesitic rocks located basically in an anticline of the Chimu Formation, favorable zone for the mineralization with

important laws of Ag, Zn, Pb and Cu. Shalca is a philonian type deposit where the infallible vein is developed with a length of 300 meters long, height of 200m and widths from 0.96m to 2.82m, NW -SE course and 70 degrees dip to SW.

The following structural elements are presented in the study area: the orientation of the strata, pseudo strata, geological faults, folds and discontinuities. The influence of the discontinuity planes on the stability of the rock mass in the excavations depends on their orientation, number of families, spacing and characteristics among themselves.

The most important warned controls of the mineralization in Shalca are the structural and the lithological aspect, the volcanic lithology is the favorable one for the mineralization, while the Chimu sedimentary sequence presents less opportunity of mineral filling since it does not really form a vein but rather a brechoid guideline of fragmented quartzites irregularly filled by irregular mineralization.

Keywords: Exploration, mineralization, volcanic, vein.

INTRODUCCION

Este trabajo de investigación, se encuentra ubicada en la mina Shalca, que comprende la veta Infalible que se encuentra ubicado en la concesión Minera Claudia I, ubicado en el Distrito de Pacaraos, Provincia de Huaral, Departamento de Lima. Pacaraos es un distrito minero, que comprende las minas Santa Rosa y Shalca; la primera fue trabajada en la década de los 50's, por el Sindicato Minero Pacaraos – filial de Sindicato Minero Río Pallanga; la mina Shalca fue trabajada por Empresa Administradora Chungar; ambas minas fueron trabajadas por sus menas de plomo y zinc, con operaciones a pequeña escala.

Se extrajo muestras las cuales fueron analizadas, para intentar predecir la profundización de la mineralización, incrementar las reservas de minerales y mejorar la vida útil del yacimiento.

El entendimiento de las características geológicas de la Veta Infalible requiere de una exploración y análisis concienzudo.

Es necesario resolver asimismo determinar los controles geológicos de mineralización de la Veta infalible y estudiar la relación que pueda tener con la génesis del yacimiento e incremento de recursos minerales.

El presente trabajo consta de 4 Capítulos en los cuales se ira describiendo a detalle todo lo relacionado con el tema a tratar.

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	
ÍNDICE DE CUADROS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE FOTOS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Identificación y Determinación del problema.....	1
1.2 Delimitación de la investigación.....	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.3.1 Problema principal.....	2
1.3.2 Problemas específicos.....	2
1.4 Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación del problema.....	3
1.6. Limitaciones.....	3

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema.....	4
2.2 Bases teóricas -Científicas.....	5
2.3 Definiciones de términos básicos.....	35
2.4 Formulación de hipótesis.....	43
2.4.1. Hipótesis General.....	43
2.4.2 Hipótesis específicas.....	43
2.5 Identificación de Variables.....	43

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.....	44
3.2 Métodos de investigación.....	45
3.3 Población de estudio.....	45
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	46
3.6. Tratamiento Estadístico de Datos.....	46

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ubicación.....	47
4.2 Accesibilidad.....	49
4.3 Reseña Histórica.....	50
4.4 Geomorfología.....	50
4.5 Geología Drenaje.....	51
4.6 Geología Regional.....	51
4.7 Geología Local.....	54
4.8 Geología Estructural.....	58
4.9 Mineralización.....	60
4.10 Comportamiento Veta Infalible.....	61

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Herramientas y Materiales de trabajo para	7
Cuadro 2. Herramientas y Materiales de trabajo para logueo.....	8
Cuadro 3. Importancia del Muestreo.....	12
Cuadro 4. Fases y Errores del Muestreo.....	16
Cuadro 5. Herramientas de trabajo.....	18
Cuadro 6. Materiales de trabajo.....	18
Cuadro 7. Herramientas y Materiales de trabajo.....	21
Cuadro 8. Herramientas y Materiales de trabajo.....	24
Cuadro 9. Plan de Exploraciones.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Mapeo.....	8
Fig. 2 Muestreo Sistemático.....	11
Fig. 3 Sección Longitudinal de veta con estimación de Recursos.....	13
Fig. 4 Procedimiento de Muestreo por Canales.....	17
Fig. 5 Muestreo de cortes diamantinos.....	23
Fig. 6 Delimitación de contactos por mineralización.....	32
Fig. 7 Análisis Químicos de Muestras.....	34
Fig. 8 Mapa de ubicación.....	48
Fig. 9 Plano de la geología regional.....	53
Fig. 10 Plano de la Geología Local.....	57
Fig. 11 Columna estratigráfica.....	58
Fig. 12 Perfil Geológico.....	63

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Densidad de Mina.....	27
Foto 2. Densidad de Diamantina.....	27
Foto 3. Mina Shalca.....	48
Foto 4. Cerros con laderas abruptas.....	50
Foto 5. Mina Shalca, vista de la veta infalible.....	62
Foto 6. Tobas dacíticas	70
Foto 7. Veta Infalible en el Nivel 01.....	70
Foto 8. Vista panorámica del Nivel 0.....	71

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del Problema

Se requiere conocer el comportamiento de la mineralización de la veta Infalible, para determinar el incremento de las reservas de minerales de la Mina Shalca.

Para establecer futuras exploraciones, es necesario determinar el comportamiento geológico en profundidad de la mineralización en la Veta Infalible.

Una de las características esenciales para la identificación de la veta Infalible en la Mina Shalca son las rocas dacíticas a andesíticas emplazadas básicamente en un anticlinal de la Formación Chimu, zona favorable para la mineralización con

importantes leyes de Ag, Zn, Pb y Cu. Así mismo es importante el control estructural asociada con la mineralización.

El entendimiento de las características geológicas de la Veta Infalible requiere de una exploración y análisis concienzudo.

Es necesario resolver asimismo determinar los controles geológicos de mineralización de la Veta infalible y estudiar la relación que pueda tener con la génesis del yacimiento e incremento de recursos minerales.

1.2 Delimitación de la investigación

La delimitación de proyecto implica solo en el yacimiento del proyecto de la mina shalca ello determinara la mineralización de la veta Infalible y con ella determinar el incremento de las reservas de minerales en el yacimiento.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿El comportamiento geológico de la mineralización de la Veta infalible, determinara el incremento de reservas minerales en la Mina Shalca?

1.3.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características geológicas del yacimiento?
2. ¿Cuáles son los controles estructurales para la mineralización de la Veta Infalible?
3. ¿Cuáles son los controles litológicos, estratigráficos y mineralógicos de la mineralización de la Veta Infalible?

1.4 Formulación de Objetivos:

Para el desarrollo del presente tema de investigación hemos trazado lo siguiente:

1.4.1 Objetivo General

- Determinar el comportamiento geológico de la veta Infalible para incrementar las reservas minerales de la Mina Shalca.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la geología del yacimiento.
- Conocer los controles estructurales de la mineralización.
- Conocer los controles litológicos, estratigráficos y Mineralógicos.

1.5 Justificación de la investigación

El presente trabajo se justifica porque nos permitirá conocer los parámetros geológicos que se necesitan para conocer el comportamiento geológico de la mineralización de la Veta Infalible, contribuyendo al incremento de reservas de minerales creando un aporte benéfico y económico para el yacimiento.

1.6. Limitaciones

La información solo es para el yacimiento estudiado, no se tiene antecedentes sobre la zona.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La mina Shalca fue trabajada por Empresa Administradora Chungar; ambas minas fueron trabajadas por sus menas de plomo y zinc, con operaciones a pequeña escala. Exploraciones Regionales Chungar realiza un estudio geológico de Mina Shalca, desde el año 2004 - 2005, donde se define el anticlinal de Shalca y las diversas Formaciones Geológicas presentes. En el año 2006 se comienza la limpieza y rehabilitación de las labores antiguas, en los tres niveles a cotas Nivel Cero a 4342 m, Nivel 1 a 4407 m de altitud, el nivel 2 a 4431 m y un tercer nivel

3 a cota 4464 m de altitud, donde se evidenciaron labores como galerías chimeneas, subniveles y tajeos.

Compañía Minera Vichaycocha S.A.C., después de realizar las gestiones correspondientes, el proyecto fue aprobado mediante Certificado de Viabilidad Ambiental N° 0292007-MEM-AAM del 27 de junio del 2007. En el año 2008 Compañía Minera Vichaycocha S.A.C. decide ingresar con galerías de exploración y rehabilitación con labores de sección de 3 m x 3 m con equipos mecanizados que hasta la fecha se viene ejecutando.

2.2. Bases teórico-científico

Generalidades

La calidad de estimación de recursos y reservas depende de factores; Geológicos, Muestreo, Preparación y Análisis, Registro de los Datos, Métodos de Procesamiento de Datos. Casi todas las empresas mineras cuentan con un área de Control y Aseguramiento de calidad, que verifica y ayuda a optimizar la calidad de información, para evitar sobreestimar sus propios recursos.

Una vez asegurada la integridad de la información, los datos generados serán de naturaleza y estándares tales que permitan su utilización en estimaciones de recursos, reservas, control de leyes y reconciliaciones.

Los rasgos geológicos son datos importantes para una adecuada interpretación geológica que permite elaborar un acertado plan de exploraciones y desarrollos, es necesario mencionar que la Cartografía Geológica debe efectuarse siempre antes que el muestreo, los sondajes diamantinos, los estudios geofísicos y geoquímicos.

En el presente trabajo se dará un enfoque positivo al muestreo primario, por ser la fase inicial de toda estimación y que repercute en todas las actividades

subsecuentes, ya que “de nada vale el uso de equipos sofisticados durante el análisis químico, ni de herramientas sofisticadas durante la estimación de recursos si no están controlados los errores, sobre todo durante el muestreo primario que son los más importantes, finalmente los errores son acumulativos (aditivos); por lo tanto se debe minimizar su contribución durante todas las fases”. Canchaya (2013).

A continuación, se detallará los siguientes puntos que hacen efectivos el seguimiento de control y aseguramiento de la calidad:

- El mapeo en labores subterráneas
- Logueo de muestras de perforación diamantina
- El muestreo
- Densidad
- Cadena de custodia
- Programa de control
- Estimación de recursos y reservas
- Principales fuentes de error

2.2.1 El Mapeo En Labores Subterráneas

En la Mina Shalca para realizar las labores de cartografiado Geológico en subniveles y galerías, generalmente se usa como base topográfica los planos de levantamiento topográficos efectuados con teodolito o estación total.

El mapeo se realiza en el frente de mineral, a la altura del pecho a una escala de 1:500 la cual es normalmente usada en la mayoría de yacimientos.

Procedimiento de Cartografiado

El responsable de asegurar la calidad del mapeo es el Geólogo de Zona, quien antes de realizar su trabajo deberá revisarse las condiciones de seguridad (desquinchado y ventilado) y limpiar el frente a mapear. Se debe contar con las siguientes herramientas y Materiales:

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Brújula Brunton	Libreta de Campo
Picota, porta picota	Planos y Porta Planos
Flexómetro.	Protractor
Lupas	Lapiceros, lápices de colores.
Cámara Fotográfica	Plumón indeleble.
Lápiz de dureza	Bolsas para muestreo.

Cuadro 1. Herramientas y Materiales de trabajo para mapeo

En un formato A4 debidamente adherido a la porta planos se debe registrar toda la información geológica, en el siguiente orden:

- Rasgos estructurales (fallas, brechamientos, estratificación, juntas, etc.)
- Estructuras mineralizadas.
- Alteraciones de las rocas (indicando grado de alteración),
- Diseminación de minerales.
- Litología y contactos.
- Se debe describir de los rasgos mapeados indicando los porcentajes de cada mineral de las estructuras mineralizadas.
- Se debe indicar los rumbos y buzamientos de las estructuras.

- Para graficar la geología se usa la simbología y colores establecidos en la empresa.
- La información geológica obtenida en campo en el formato A4 se transfiere, en gabinete, a planos estándares los cuales sirven para las interpretaciones y su consiguiente uso en las exploraciones.



Figura 1. Mapeo

2.2.2 Logeo De Muestras De Perforación Diamantina

Los Geólogos de Logeo son los responsables de asegurar el cumplimiento del procedimiento de logeo y de testigos de perforación diamantina, cuyo objetivo es asegurar el registro de las características geológicas presentes en el testigo de perforación diamantina.

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Picota, porta picota	Hojas de logeo
Lupas	Protractor
Lápiz de dureza	Borrador
Flexómetro	Lápiz de cera
Aspersor	Plumones
Ácido Clorhídrico (HCL) al 10%	Lapiceros, lápices de colores.

Cuadro 2. Herramientas y Materiales de trabajo para logeo.

Procedimiento de Logueo

- La sala de Logueo siempre debe estar bien iluminada, adaptando ambientes con paredes y techo de material translúcido.
- Verificar la integridad y recuperaciones de las muestras. Tomar recuperaciones de cada corrida. Para medir la longitud de los testigos se recurren a los tacos, en los cuales figuran las distancias de cada corrida, las diferencias de distancias entre tacos será la longitud del tramo perforado y el largo de testigo correspondiente será la longitud recuperada; la división de la longitud recuperada entre la longitud del tramo perforado y multiplicada por cien será el porcentaje de recuperación.
- Mojar con aspersor y en algunos casos limpiar el aceite de perforación de las muestras con brocha y agua, para observar mejor los detalles geológicos en los testigos.
- Se definirán los parámetros geomecánicas (RQD)
- Verificar que se hayan tomado las fotos de los sondajes de forma ordenada, de acuerdo al protocolo establecido para la toma de fotografías.
- Identificar los tramos de acuerdo a las características de litología, mineralogía, estructural y/o alteración de las muestras de testigos de perforación.
- Siempre se debe usar lupas, HCl al 10% y todo lo necesario para facilitar la observación geológica, durante los registros.
- Describir y graficar cada tramo, además de graficar el ángulo de contacto y/o buzamiento si se observase en la hoja de logueo con los colores estandarizados.

- En los tramos mineralizados (manto, veta, disseminado) marcar y definir la estructura de acuerdo a su control mineralógico y/o estructural en la hoja de logueo.
- En los tramos a muestrear el geólogo de logueo procederá a marcar con lápiz de cera (crayola) sobre el testigo la línea de corte y con plumón indeleble el metraje del tramo en la caja, además se marcará también en la hoja de logueo.
- En gabinete se verificarán los resultados de ensayos de los elementos y se registran en sus columnas respectivas.

2.2.3 El Muestreo

Esta actividad es la más importante y más delicada que se realiza durante todo el engranaje productivo de la mina, empieza desde las etapas Exploratorias pasa por Desarrollo hasta la Explotación, la cual consiste en recoger muestras representativas, de una parte, determinada para inferir el valor del conjunto, y es de vital importancia en la evaluación de un depósito Mineral, debido que en él se apoya el estudio de viabilidad técnica-económica.

Generalmente, en un yacimiento mineral, la mineralización tiene distribución irregular por lo que los contenidos metálicos o no metálicos varían en sus diferentes partes, motivo por el cual una sola muestra de una parte del depósito no tendrá la misma proporción de minerales del yacimiento.

Por esta razón es necesario extraer sistemáticamente suficiente cantidad de muestras a fin de obtener una óptima representatividad del yacimiento.

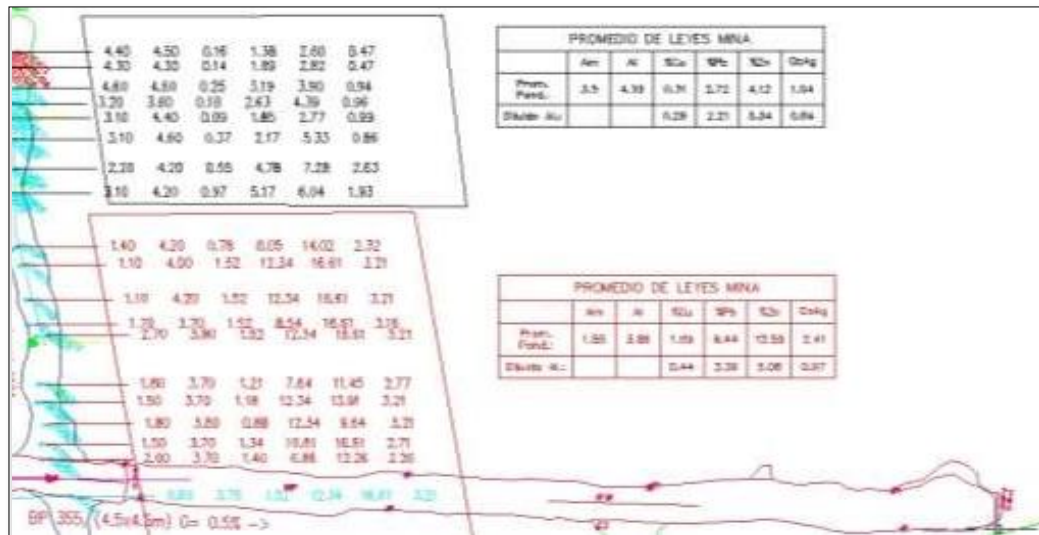


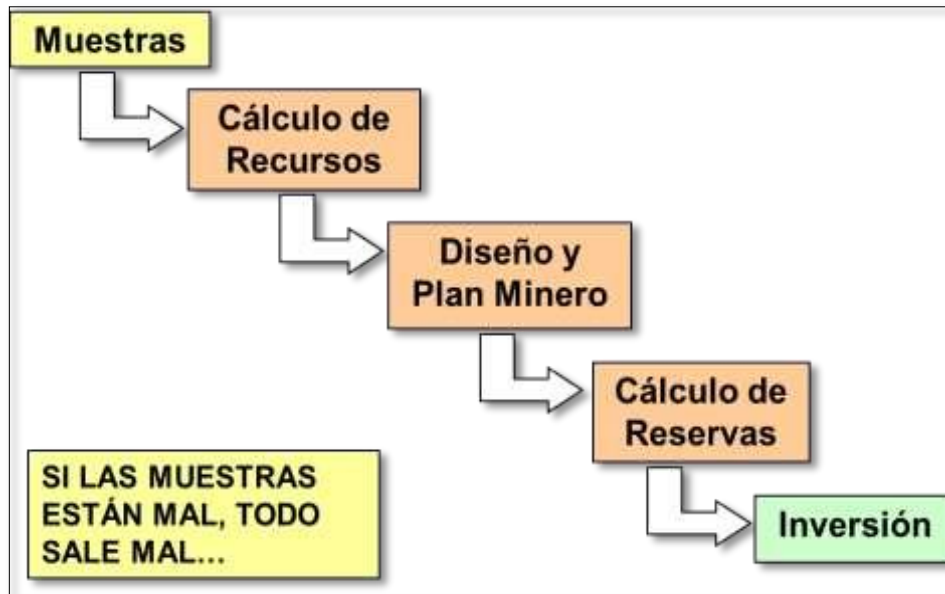
Figura 2. Muestreo Sistemático

Importancia del Muestreo

El muestreo en minería, es una de las actividades más importantes y necesarias para el Ing. geólogo quien, en base a los resultados de los ensayos de las muestras, evaluará si un yacimiento es económicamente explotable o no. Procesando los resultados de muestreo se planeará y controlará una adecuada exploración, explotación y tratamiento metalúrgico.

Un muestreo cuidadoso y preciso garantizará los resultados de los ensayos obtenidos para el cálculo de reservas. En la etapa de exploraciones, la evaluación de los resultados del muestreo conjuntamente con una buena interpretación geológica permitirá definir la bondad de un yacimiento y su consiguiente exploración.

De manera similar para adquirir o vender un yacimiento que esté en explotación o exploración, se hará una buena evaluación de las reservas, lo cual dependerá mucho de un muestreo confiable, porque un mal muestreo o muestras contaminadas conllevarán a definiciones desastrosas.



Cuadro 3. Importancia del Muestreo

Objetivos del Muestreo

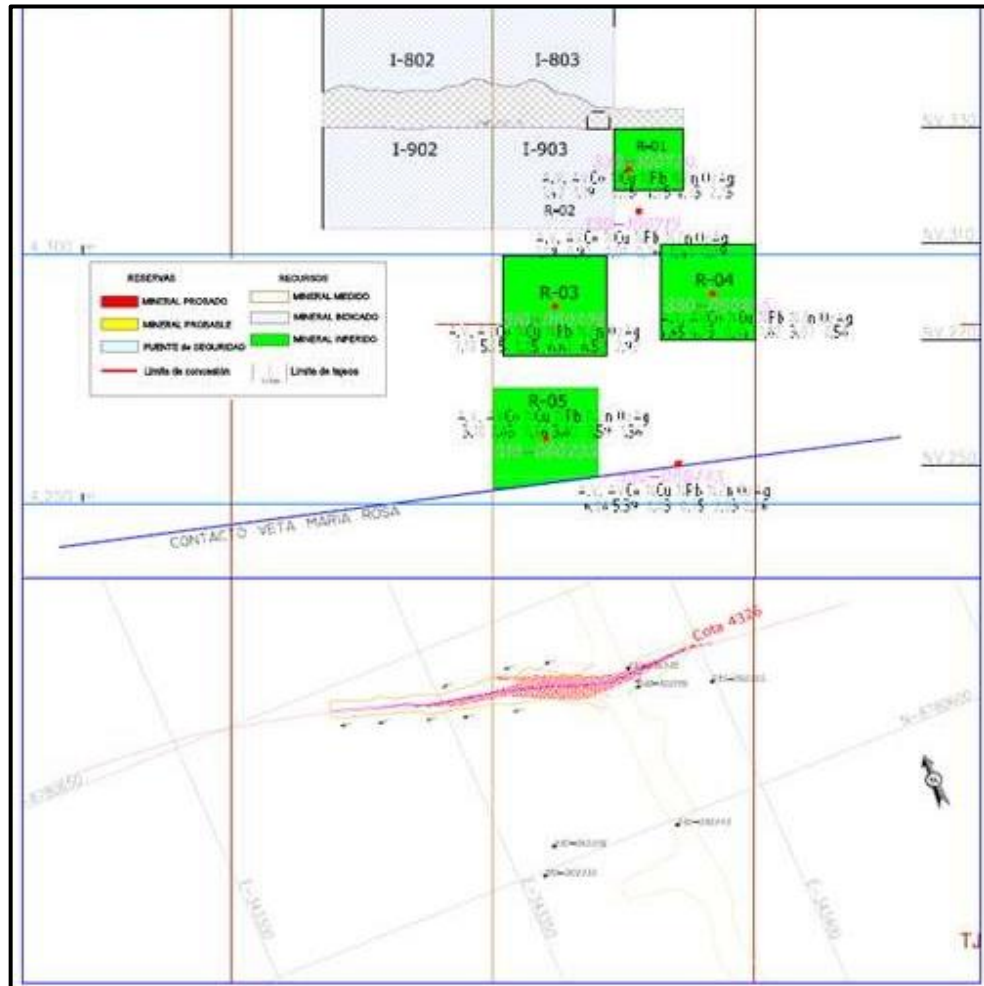
El objetivo del muestreo, es determinar los contenidos de los elementos útiles, para definir, sus reservas y su valor en base a las leyes de las muestras, reportadas por el laboratorio.

Las leyes de las muestras se utilizan durante las evaluaciones en las diferentes etapas de la actividad minera como prospección, exploración, desarrollo y producción.

En resumen, los objetivos del muestreo son:

- Estimación de Reservas, Recursos y Potencial del Yacimiento.
- Planeación de una explotación ordenada en base a las reservas existentes, las cuales contienen bloques de mineral con cuyos tonelajes y leyes se hará un adecuado blending, de manera que se envíen a la Planta mineral con leyes lo más uniforme posible, que conllevará a una mejor eficiencia metalúrgica.
- Control de Calidad, muy necesario durante el minado (explotación) y tratamiento metalúrgico.

- Obtener muestras especiales para pruebas metalúrgicas.
- Definir el valor de los productos refinados que se van a vender o



comprar.

Figura 3. Sección Longitudinal de veta con estimación de Recursos

Cualidades Necesarias de una Muestra

Debe reunir los siguientes requisitos:

1. Tiene que ser representativa, deben estar representadas las diferentes partes de la zona de donde proviene la muestra.

2. Las diferentes partes mineralizadas de las zonas muestreadas, deben ser proporcionales, por lo tanto, la extracción del material que se muestrea debe ser uniforme.

3. Estar libre de contaminación, no debe incluirse en la muestra, materiales extraños al muestreo.

CONCEPTOS DE MUESTREO

Lote

Se refiere a un conjunto de material cuya composición quiere estimarse.

Incremento

Corresponde a un grupo de partículas extraído del lote en una sola operación del aparato que toma la muestra.

Muestra

Es una parte del lote, generalmente obtenida por la unión de varios incrementos o fracciones del lote en las operaciones subsecuentes. Sin embargo, una muestra no es cualquier parte del lote: su extracción debe respetar las reglas que la teoría del muestreo establece. Su extracción debe ser equiprobabilística.

Espécimen

Es una parte del lote obtenida sin respetar las reglas de la teoría del muestreo. Un espécimen debe etiquetarse como tal y no debe usarse para representar un lote, su propósito solo puede ser cualitativo.

FASES DEL MUESTREO

Muestreo Primario

Es la acción de extraer muestras de la estructura geológica in situ por métodos que permiten considerarla como representativa de la misma.

Muestreo Secundario (Preparación en Laboratorio)

Es el proceso mediante el cual una muestra es reducida de su peso y granulometría original a un peso y granulometría lo suficientemente razonables como para ser sometida al análisis químico, sin perder en lo fundamental su representatividad.

Análisis

En el análisis lo que se busca es determinar la cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una muestra. El resultado numérico de un análisis puede establecer la cantidad absoluta del componente o un porcentaje de éste en la muestra.

Tipos de Errores

Long (2000) identifica tres tipos fundamentales de errores:

Tipo I, ocasionados por omisión o negligencia, que pueden ser usualmente evitados mediante la aplicación de técnicas correctas.

Tipo II, de muestreo o medición, de naturaleza aleatoria, cuya acción no puede ser evitada, aunque su efecto puede ser minimizado.

Tipo III, de naturaleza sistemática, cuyo efecto también puede ser minimizado.

Errores Aleatorios

Estos errores no están bajo el control del observador, se asocian al resultado de variaciones no predecibles durante la experimentación, debido a limitaciones en la precisión del instrumento de medición, o del método de muestreo o análisis.

El valor medio de los errores aleatorios varía en magnitud y en dirección, es decir, a veces aumentan el valor medido y a veces disminuyen de tal manera que no se

puede repetir la misma medición exactamente del mismo modo para obtener el mismo resultado.

Errores Sistemáticos

El error sistemático es aquel que se produce de igual modo en todas las mediciones que se realizan de una magnitud. Puede estar originado por un defecto del instrumento, por una particularidad del operador o del proceso de medición.

Los errores sistemáticos siempre aumentan (o disminuyen) en una cantidad fija, ocurren consistentemente en la misma dirección, generan desviaciones de exactitud, que son generalmente reproducibles.

El muestreo primario es la mayor fuente de los errores y por ende la fase que debe ser más monitoreada.

FASES Y ERRORES DEL MUESTREO			
<i>Actividad</i>	<i>% Error relativo</i>	<i>Sesgo %</i>	<i>Fase</i>
Muestreo	100 a 1,000	1000	Muestreo Primario
Transporte y Almacenamiento	1 a 100		
Preparación mecánica, reducción	10 a 100	50	Muestreo Secundario
Preparación química (Digestión y Disolución)	5 a 20		
Análisis Químico	0.1 a 5	0.1 a 1	Análisis Químico
Compilado a partir de: Gy (1999:10); Gy & Francois Bongarson (1999) y Paski (2006)		Según: Gy (1999:10)	

Cuadro 4. Fases y Errores del Muestreo

Tipos de Muestreo

En la mina se realizan muestreos en mina subterránea el cual es un muestreo sistemático de canales y muestreo de testigos de perforación, los cuales se detallarán a continuación:

Muestreo por Canales

Este método se usa para muestreo de vetas u otras estructuras tabulares como mantos, crestones y cuerpos elongados, este método se usa en Mina.

Es el de más uso para la estimación de reservas, por lo que todo muestrero, primero debe dominar su aplicación.

El método consiste en extraer muestras en canales rectangulares previamente marcados en el terreno en forma transversal al rumbo de las estructuras tabulares o cuerpos elongados a intervalos regulares.

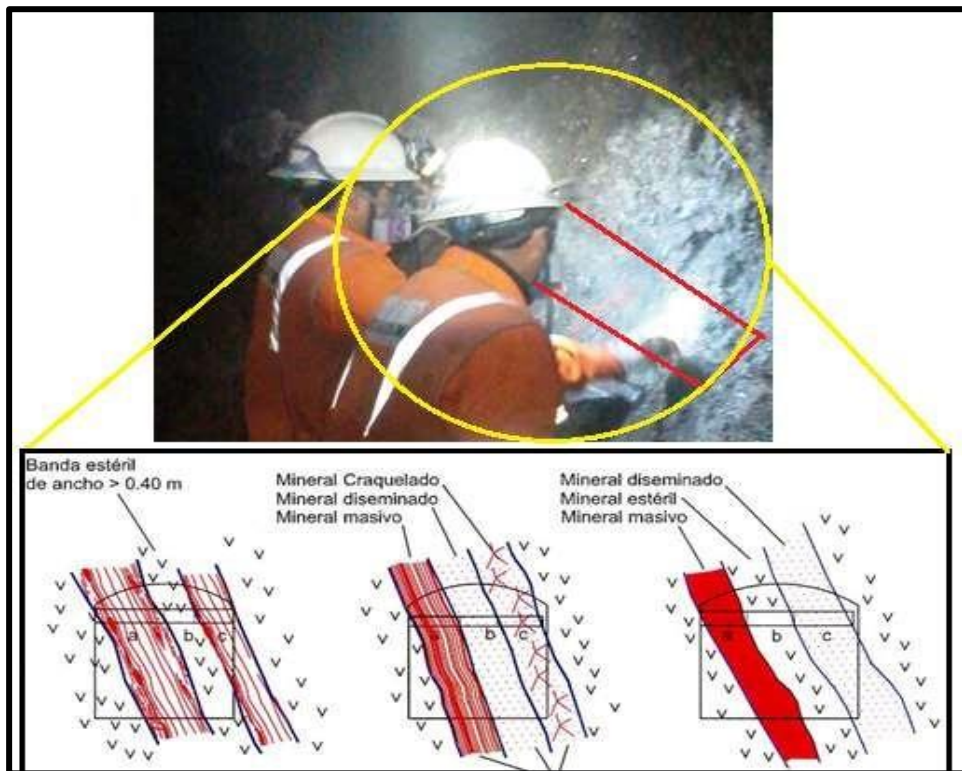


Figura 4. Procedimiento de Muestreo por Canales

El geólogo de zona y los muestreros son los responsables de asegurar el cumplimiento del procedimiento de muestreo.

En todo momento se debe identificar si hay condiciones inseguras para realizar el trabajo y se respetara las normas de seguridad.

MAESTRO MUESTRERO	AYUDANTE MUESTRERO
Mochila de muestrero.	Mochila de muestrero.
Comba de dos libras.	Wincha de 30.00 m.
Punta de muestreo (punta plana y punta roma)	Aspersor de agua para limpieza de punta y comba.
Distanciómetro o Flexómetro de 5.00 m.	Romana.
Picota (martillo de geólogo).	Detector de gases.
Brújula.	Aro metálico.
Cronometro/reloj.	

Cuadro 5. Herramientas de trabajo

MAESTRO MUESTRERO	AYUDANTE MUESTRERO
Libreta de apuntes.	Libreta de apuntes.
Talonnario de Muestreo.	Bolsas para muestras (nuevas).
Etiquetas de código de barras.	Lapiceros, lápices de colores.
Planos de Ubicación.	Precintos de seguridad.
Lapiceros, lápices de colores.	Plumón indeleble delgado.
	Pintura de marcación (spray rojo)

Cuadro 6. Materiales de trabajo

Procedimiento Técnico de Aseguramiento de la calidad del Muestreo

- Ubicar el área a muestrear a partir de un punto medio en el acceso levantado topográficamente.
- Verificar la última marca muestreada.
- Marcar la ubicación de la muestra, en un canal de 15 cm. de ancho distantes entre sí cada 2.00 m. en subniveles y galerías y cada 5.00 m. en tajos.
- Tomar el tiempo de inicio de muestreo.
- Observar el frente y marcar los tramos a muestrear con la pintura spray roja, de acuerdo a su contenido mineral diferenciando zonas de alta concentración, caballos pobres y diseminados obteniendo una muestra por cada tramo.
- Se procede con la limpieza del tramo a muestrear, cuyo ancho de canal debe tener 15 cm y 2 cm de profundidad.
- La toma del material se realizará de piso a techo y se tomará en cuenta el eje longitudinal del canal de muestreo, cuya muestra debe ser de 10 cm de ancho por 2cm de profundidad.
- Para la recepción de una muestra, se hará dentro de la bolsa de polietileno, sobreimpuesta en el aro metálico para recibir los fragmentos.
- Luego de recopilar toda la muestra dentro de la bolsa de muestreo, limpiar la picota y el combo usados, sistemáticamente para cada muestreo.
- Rotular la muestra tomada y colocar el precinto de seguridad.
- Pesar la muestra y tomar el tiempo de término del muestreo.
- A manera de control de aseguramiento el geólogo de control de calidad, verificará el llenado del talonario de muestreo y los reportes de muestreo diario.

Procedimiento de Control de Calidad para la obtención de muestras Gemelas

- La muestra gemela (segundo muestreo), se realizará después de que los muestreros hayan realizado el primer muestreo sin supervisión.
- Para la obtención de muestras gemelas el geólogo de control de calidad indicará el tramo de muestreo dentro del canal, en todo momento supervisará que sigan los mismos pasos del procedimiento técnico de aseguramiento de la calidad del muestreo.
- Se anotarán datos relevantes que ocurran durante el muestreo, ej. Heterogeneidad geológica, mala delimitación de canales para muestreo.
- Se obtendrá como mínimo 1 muestra gemela en un lote de 20 muestras, que representa el 5% de muestras de control en muestras gemelas.

Muestreo por Perforación Diamantina

Consiste en la ejecución de sondajes para tomar muestras en estructuras mineralizadas mediante el uso de máquinas de perforación diamantinas para obtener testigos, que son muestras cilíndricas de testigos de perforación y proporciona información valiosa como litología, alteración, mineralización, estructura.

Estos testigos generalmente son cortados longitudinalmente en dos, en la que una fracción constituye la muestra y la otra se almacena como archivo.

Muestreo de Testigos

Los testigos de perforación diamantina son estudiados detalladamente desde el punto de vista geológico, luego de lo cual se escogen los tramos mineralizados o los de interés para análisis químicos y/o geoquímicos.

La perforación diamantina se hace para evaluar grandes y pequeños depósitos desde superficie o interior mina (vetas, cuerpos, mineralización diseminada, etc.)

Procedimiento del Muestreo en Diamantina

Los testigos de perforación, previamente registrados desde la óptica geológica, son separados en tramos de acuerdo a sus características mineralógicas, estructurales y/o de alteración.

Los tramos de interés que deben ser escogidos para los análisis correspondientes constituyen las muestras. Cada tramo se cortará por la mitad cuidadosamente a lo largo del testigo con un partidor de testigo o cortadora de discos diamantados, siguiendo una línea pintada por el geólogo, que será perpendicular a la orientación de las vetillas o estructuras mineralizadas.

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Llave mixta N°19	Talonario de muestreo.
Sierra de diamantina para cortar testigos (Disco).	Etiquetas de código de barras.
Picota (martillo de geólogo).	Formato de Reporte
Espátula.	Lapiceros, lápices de colores.
Romana.	Plumón indeleble.
Cronometro/reloj.	Bolsas para muestreo.
Flexómetro.	Precinto.
Escoba de mano.	
Detector de energía.	

Cuadro. 7 Herramientas y Materiales de trabajo

Procedimiento Técnico de Aseguramiento de la Calidad del muestreo en Diamantina

Los Geólogos de control de Calidad y de Logueo son los responsables de asegurar el cumplimiento del procedimiento de muestreo de testigos de perforación diamantina.

- Comprobar si los tramos a muestrear en cajas son los mismos que indica en el registro de logueo.
- Medir la recuperación del testigo de los tramos a muestrear, antes del corte.
- Generar el registro de muestras que se enviarán al laboratorio.
- Etiquetar las bolsas de muestreo con los códigos de barras y posteriormente con plumón indeleble sobre la bolsa de muestreo.
- El tramo del testigo marcado se cortará cuidadosamente por la mitad, siguiendo la línea trazada por el geólogo a lo largo del testigo, con la cortadora de discos diamantados (Petrótomo).
- Colocar la muestra ya cortada cuidadosamente y evitando contacto con cualquier otra muestra dentro de la bolsa ya etiqueta previamente.
- Colocar el precinto de seguridad a la bolsa.
- Poner a buen recaudo la muestra, para evitar romper la bolsa plástica que la contiene.
- Limpiar el Petrótomo antes y después de cada corte.

Procedimiento de control de Calidad para la obtención de Muestras Gemelas

- En el caso de toma de muestras gemelas el geólogo de logueo o el geólogo de control de calidad indicará el tramo de muestra del testigo que se deba tomar.
- Luego se procederá a tomar la mitad (1/2) restante del testigo, se embolsará la muestra, se rotulará con la misma codificación del lote, se colocará el precinto de seguridad y se marcará la bolsa con plumón indeleble con el código correspondiente.
- El rechazo de la muestra original y gemela será colocado en el lugar correspondiente dentro de la caja porta testigo para ser almacenado.

- El geólogo de logeo debe firmar los memorandos de muestras.

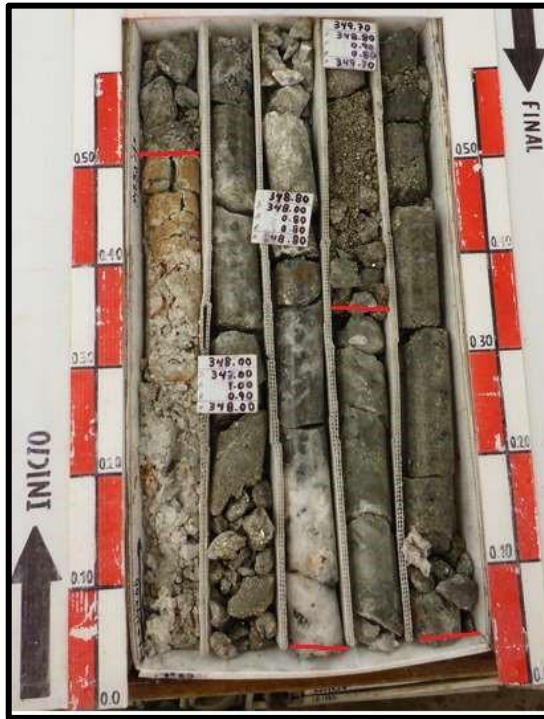


Figura 5. Muestreo de cortes diamantinos

2.2.4 Densidad Aparente

La Densidad Aparente, es la relación entre el peso de un material y su volumen, representa la porosidad de la roca, así como la porosidad en la fractura. La comparación en el sistema métrico decimal se realiza en Tn/m^3 , Kg/dm^3 , gr/cm^3 .

Las consideraciones para la toma de las muestras son litología, alteración, mineralización con la finalidad de determinar la densidad de cada material en función de sus características y la forma en cómo se presentan en la naturaleza.

Las muestras de sondajes son colectadas de cada una de las Vetas y estructuras mineralizadas, que han sido interpretadas por los geólogos responsables de cada Veta.

Las muestras de mina fueron tomadas a la par del mismo canal de muestreo una muestra de mano lo más representativa posible, tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas.

El área de control de calidad es el encargado de coleccionar las muestras y realizar los ensayos correspondientes a esta prueba, en un ambiente adecuado para estas pruebas.

Pasos para la obtención de la densidad aparente:

- Obtención de la muestra en campo.
- Toma de fotos.
- Procedimiento técnico para hallar la densidad aparente.
- Traslado y devolución de muestras en sala de cortes.
- Llenado de base de datos en oficina.

Las herramientas y los materiales de trabajo son los siguientes:

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Cera	Formato
Balanza	Protractor
Recipiente	Plumones
Pinzas	Trapo Industrial
Cocina	Plumones
Probeta graduada	Lapiceros
cámara fotográfica	Plantilla de Polipropileno

Cuadro 8. Herramientas y Materiales de trabajo

Obtención de Densidad Aparente

1. Muestras de Mina

Las muestras de Mina cuentan con un formato.

VETA	CODIGO	NIVEL	LABOR	PUNTO DE REFERENC	POTENCIA	ANCHO DE LABOR	POTENCIA	Peso seco	Peso + paraf	Peso Parafi	vol de paraf	Vol desp(ml)	Densidad	Descripción
-------------	---------------	--------------	--------------	--------------------------	-----------------	-----------------------	-----------------	------------------	---------------------	--------------------	---------------------	---------------------	-----------------	--------------------

Obtención de la muestra en campo

- Estas muestras son obtenidas de interior Mina, considerando el mismo canal de muestreo el cual es definido por sus características como litología, alteración y mineralización.
- La muestra de densidad debe ser una muestra de mano representativa de canal como mínimo 10 cm.
- Esta muestra debe ser bien codificada para su posterior identificación.
- La bolsa de la muestra debe tener los siguientes datos.
 - ✓ Nombre de la veta.
 - ✓ labor
 - ✓ Nivel
 - ✓ Código de muestra o referencia.
- La muestra será transportada desde interior mina a laboratorio, contará con la tarjeta de muestreo y formato de Mapeo, la cual ira grapada a la bolsa.

2. Sondajes Diamantinos

En caso de sondajes diamantinos para realizar las pruebas de densidad los taladros deben estar debidamente interpretados y ubicados en la base de datos.

BHID	VETA	LENGTH	Muestra	Long. Avance	Pot	Peso seco	Peso +	Peso Paraf	vol de paraf	Vol Desp(ml)	Densidad	Ap Descripcio	n
------	------	--------	---------	-----------------	-----	-----------	--------	------------	-----------------	-----------------	----------	------------------	---

Obtención de la muestra en campo

- En la sala de cortes, ubicar el sondaje con los tramos deseados.
- Identificar si los tramos de muestreo cuentan con condiciones para la obtención de las muestras de densidad como mínimo las muestras deben tener 10 cm de longitud, en los tramos que se encuentren triturados no se debe muestras.
- Prepara las bolsas de muestreo en las cuales se colocan los siguientes datos:
 - ✓ Numero de sondaje
 - ✓ Desde-Hasta
 - ✓ Código de la muestra
- Seguidamente se procede al logueo y a la toma de la muestra más representativa del tramo, las consideraciones para la toma de las muestras son; litología, alteración, mineralización con la finalidad de determinar la densidad en función de sus características y la forma en cómo se presentan en la naturaleza.
- Una vez identificada la muestra se marca en la caja de polietileno el punto de donde se está sacando la muestra para facilitar su ubicación y posterior devolución, se marca la muestra y también se marca en la bolsa la longitud de avance.
- Se cuenta con un formato de densidad en donde se anotará; la potencia, la longitud de avance, y la descripción del logueo geológico.

Toma de fotos

La toma de fotos empieza una vez que se tengan colectadas e identificadas cada una de las muestras.

- La muestra tiene que ser lavada antes de la toma de foto para mejorar la visibilidad.
- Se usa una plantilla de polietileno, protractor, plumones de Pizarra acrílica, tiner, trapo industrial (para borrar los códigos) y se llenan todos los datos correspondientes a cada muestra.
- En la plantilla deben poner los siguientes datos, código de la muestra, año de perforación, número del sondaje y la longitud de avance de donde se obtuvo la muestra.



Foto 1. Densidad de Mina



Foto 2. Densidad de Diamantina

Una vez concluida la toma de cada foto se devuelve la muestra a su respectiva bolsa de esta manera evitar cualquier intercambio de muestras.

Procedimiento técnico para hallar la Densidad Aparente

Después de que las muestras son ingresadas al horno para su respectivo secado a $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$ por un lapso de 3 a 4 horas se deja enfriar por 20 a 30 min, se debe identificar las muestras y contar con todos sus materiales y Herramientas necesarias.

- Esta prueba se aplica a muestras de mano de Mina y de Perforación Diamantina.
- Anotamos los datos de la muestra a ensayar, en el formato correspondiente.
- Tomamos el peso seco de la muestra (W1)
- Cubrimos la muestra en su totalidad con parafina, este recubrimiento permitirá que la muestra no absorba agua durante la inmersión.
- Pesar la muestra con parafina (W2).
- Llenar con agua el recipiente en el cual se realizará la inmersión hasta una medida determinada.
- Proceder a sumergir cuidadosamente la muestra cubierta con parafina con la ayuda de una tenaza tratando de evitar que el agua no rebalse el recipiente o se pierda fuera.
- El agua desplazada se recepciona directamente en la probeta graduada; en caso que exceda la capacidad de la probeta, se utilizará un recipiente extra y se medirá en partes el volumen. (V1) □ Retirar la muestra del recipiente.

Para los cálculos, anotar los siguientes datos:

- W1, W2 = pesos (g)

- V1= Volumen desplazado (ml)
- DParafina = Densidad de parafina = 0.80

$$\text{Gravedad Específica} = \frac{W1}{[V1 - (W2 - W1)/DParafina]}$$

- Cada muestra que es ensayada es devuelta a su bolsa inmediatamente después de cada prueba para evitar cualquier intercambio de muestras.

Traslado y devolución de Muestras

Muestras de Mina

Finalizado el ensayo, estas son apiladas por el periodo de un mes en el ambiente donde se realizan las pruebas con sus respectivos datos.

Muestras de Diamantina

- Finalizada la prueba, se juntan las muestras en sus respectivas bolsas para ser transportadas a sala de cortes.
- El transporte y custodia de muestras es realizado por el mismo personal que realizó la prueba, de esta manera se pone en práctica la cadena de custodia.
- En sala de cortes se ubica las cajas del sondaje, se procede a la devolución teniendo en cuenta la información de cada bolsa debidamente codificada.

2.2.5 Cadena de Custodia

La cadena de custodia juega un rol importante dentro del proceso de muestreo es por eso que se debe contar con un procedimiento de trabajo para asegurar la integridad de cada una de las muestras.

- El maestro muestrero de mina y sala de logueo deberá reportar al conductor la cantidad muestras a ser transportado al laboratorio.
- Cada muestra debe estar debidamente identificada con sus tarjetas de muestreo y código, debe estar en perfecto estado y contar con el precinto de seguridad.
- En el caso de interior mina los muestreros deben cargar en sus mochilas las muestras colectadas durante el muestreo y subirlas a la tolva de la camioneta, deberán repetir esto para cada labor muestreada.
- Una vez recolectadas las muestras en superficie se prepara la Hoja de Envío de Muestras al Laboratorio en coordinación con el personal responsable y debe ser revisada por el Geólogo de QA-QC y firmada por el Jefe de Geología.
- Para muestras de diamantina el muestrero de sala de cores es el encargado de entregar las muestras a ensayar con su respectivo memorándum.
- Para el traslado de muestras al laboratorio para su preparación y análisis se debe llevar bolsas y tickets con código de barras correspondientes a los códigos del lote de muestras enviadas para los rechazos.
- El geólogo de control de calidad debe ingresar en el lote los controles de preparación como son las muestras gemelas y blancos gruesos.
- Importante la Hoja de Envío de Muestras al laboratorio para su preparación debe tener códigos correlativos se debe tener saltos en la numeración del lote para insertar los controles (estándar, blancos finos, duplicados finos, duplicados gruesos), durante la etapa de preparación.

- Las muestras deben ser entregadas de forma ordenada según la Hoja de Envío.
- En laboratorio se debe verificar si la cantidad y el estado de las muestras son las adecuadas.
- Si las muestras llegan en mal estado a laboratorio de deberá reportar en la hoja de envío.
- Finalmente, después de preparación y análisis geología deberá recoger los rechazos y pulpas para su respectivo almacén, verificando los códigos y estado de las muestras.

2.2.6 Principales Fuentes De Error En La Estimación De Recursos

Un programa de Aseguramiento de la Calidad debe incluir indicaciones y recomendaciones orientadas a reducir el efecto de esos errores, y en especial los de tipo I. A continuación, se enumeran sólo algunos de los más comunes, así como algunas recomendaciones para evitarlos o reducir su efecto.

Toma de Muestras

Entre los principales errores que se cometen durante esta operación se encuentran los siguientes:

1. Que el muestreo se realice de forma predominante en el material más blando o frágil,
2. Confusiones en el llenado de tarjetas de muestreo, para su ubicación en el espacio.
3. Muestreo de fragmentos grandes de material duro en el muestreo de canal.
4. La orientación incorrecta de la línea de corte en el muestreo de testigo.

5. Muestreo preferencial de fragmentos gruesos en muestras de testigo muy fragmentado.
6. Pérdida de Material triturado, mala manipulación.
7. Ignorar los contactos litológicos importantes.
8. Mala selección de fragmentos representativos de un tramo, para muestras de densidad.
9. Confusiones en el etiquetado y el orden de las muestras.

Para reducir su efecto se recomienda usar procedimientos de muestreo que garanticen una adecuada representatividad de las muestras, contar con personal calificado, conocer con la mayor exactitud posible la ubicación física, orientación e intervalos de muestreo, manipular las muestras con extremo cuidado.



Figura 6. Delimitación de contactos por mineralización

Heterogeneidad Geológica

Entre los problemas más comunes relacionados que afectan de manera negativa en la heterogeneidad geológica se destacan:

1. Uso de Programas o parámetros de estimación inadecuadas.
2. Interpretación Geológica errónea.
2. Errores en la codificación de los datos.
3. El uso de programas inadecuados de estimación.
4. La utilización de personal poco calificado.

Para reducir su efecto se recomienda utilizar personal con la mejor calificación posible, preparar colecciones de muestras patrón que auxilien en el logueo, usar métodos de procesamiento de los datos, que apliquen métodos estadísticos basados en el rango de influencia.

Medición de Parámetros

Los errores durante la medición de los parámetros se producen en varias fases de este proceso.

Durante la preparación, son frecuentes el chancado demasiado grueso, el uso de técnicas de cuarteo deficientes, pulverización demasiado gruesa, la manipulación incorrecta de las muestras, empleo de un deficiente sistema de extracción de polvo, insuficiente limpieza de equipos.

Durante los análisis químicos, el empleo de métodos analíticos inapropiados, el uso y calibración de estándares inapropiados, aplicación de procedimientos incorrectos de cálculo, la determinación de densidad sin considerar la presencia de porosidad en la roca alterar en el orden de las muestras, el uso indistinto de variados formatos de tablas, números y símbolos, los errores en las unidades de medida empleadas, ausencia de información sobre los métodos empleados y sus límites de detección.



Figura 7. Análisis Químicos de Muestras

Para reducir el efecto de estos errores, se recomienda asegurarse de que el laboratorio seleccionado emplea procedimientos adecuados de preparación, disponga de instrumental y equipos en buen estado, y productos químicos y estándares confiables, que utiliza procedimientos estandarizados de reporte, y también que emplee un sistema adecuado de Control de Calidad y mantenga sus áreas de trabajo limpias y ordenadas.

Preparación de la Base de Datos

Algunos de los errores vinculados a la preparación de la base de datos, ocurren durante el ingreso de la información.

Digitación repetida de los datos, mal uso de fórmulas y tablas de Excel, mala numeración de muestras, insuficiente información sobre datos faltantes, la codificación errónea de las muestras de control de calidad, falta de información útil, identificación de las personas responsables de ciertas acciones importantes, datos sobre los métodos analíticos y ausencia de contra chequeo de la información.

Entre las recomendaciones para reducir su efecto se incluyen planificar adecuadamente la estructura y el flujo de la información, establecer filtros y

mecanismos de contra chequeo, minimizar la digitación manual de datos, mantener una disciplina estricta de llenado de base de datos.

2.3 Definición de Términos

➤ Método geológico

Es un método directo de prospección o exploración respectivamente (levantamiento geológico y estructural en el terreno) y la base para todos los demás métodos. Este método se constituye del levantamiento geológico y estructural de la superficie, de los afloramientos y como posible del subsuelo (sondeos) en el área de interés.

Por medio del método geológico se logra el reconocimiento de un depósito mineral, en lo que concierne su estructura, su petrografía y mineralogía y los procesos de formación del mismo (Thompson, J.F.1993). Por medio de un muestreo profundo de calicatas y trincheras se puede comprobar si existe una relación geoquímica entre el suelo y el cuerpo mineralizado subyacente o no.

➤ Muestreo de rocas

El muestreo de rocas está enfocado en la detección de anomalías de corrosión o difusión. Las anomalías de corrosión se pueden encontrar en las rocas de caja y en el suelo residual, que cubren el cuerpo mineralizado. Las rocas de cajas caracterizadas por una anomalía de difusión se obtienen por ejemplo a través de la perforación. Otros rasgos también son indicativos, por ejemplo, los gossan, los afloramientos lixiviados y las anomalías geoquímicas secundarias que resultan del intemperismo y de la dispersión de los componentes primarios del yacimiento.

➤ **Guía litológica**

Las rocas juegan un papel importante durante la exploración de yacimientos; ya que cada tipo de roca hospeda diferente tipo de yacimiento. Se debe entender un aspecto principal que existe una conexión entre el tipo de litología y el tipo de yacimiento.

➤ **Lote:** Se refiere a un conjunto de material cuya composición quiere estimarse.

➤ **Incremento:** Corresponde a un grupo de partículas extraídos del lote en una sola operación del aparato que toma la muestra.

➤ **Muestra (M):** Es parte o porción representativa de un lote; generalmente obtenida por la unión de varios incrementos o fracciones del lote, cuyo objetivo es representar el lote en las operaciones subsecuentes.

Sin embargo, una muestra no es cualquier parte del lote, su extracción debe respetar las reglas que la teoría de muestreo establece.

➤ **Espécimen:** Es una parte del lote obtenida sin respetar las reglas de la teoría de muestreo. Un espécimen debe etiquetarse como tal y no debe usarse para representar el lote, su propósito solo puede ser cualitativo

➤ **Muestreo:** Es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la técnica empleada en esta selección o la selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

➤ **Muestreo Sistemático:** Muestras que se toman en una malla regular, en intervalos regulares de tiempo o de espacio.

- **Muestreo Aleatorio:** Muestras que se toman en intervalos de tiempo o espacios variables y distribuidos al azar.
- **Equiprobable:** Cuando todos los componentes tienen la misma probabilidad de ser elegido. Cuando el muestreo no cumple la condición de equiprobabilidad sólo se obtiene un espécimen.
- **Calidad.** - La Calidad es una propiedad o conjunto de propiedades cuantitativas o cualitativas inherentes a algo que permiten juzgar su valor y le confiere la capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas y que permite que ésta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. Calidad = Satisfacción Personal.
- **Calidad en la actividad profesional.** - Es un concepto generalmente concreto, objetivo y mensurable. Tiene elevados parámetros de eficacia y trabaja según estándares internacionales. Generalmente mediante una inversión significativa, para estandarizar y mejorar continuamente sus procesos, y con el objetivo de obtener por un lado productos y servicios estandarizados, uniformes, estables y confiables que satisfagan en forma continua al cliente para el cual están diseñados, y por otro lado lograr productividad, competitividad, seguridad, replicabilidad y globalización de las actividades, operaciones, entre otros beneficios.
- **Aseguramiento de la Calidad.** - Es un conjunto de actividades preestablecidas y sistemáticas necesarias para garantizar que una determinada actividad u operación alcance un grado aceptable de calidad.
- **Protocolos de Muestreo:** Es un conjunto de pasos y operaciones de toma de muestras y preparación.

- **Control de Calidad.** - Son técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado. Monitoreando los posibles errores mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras.
- **Programas de Control de Calidad.** - Evaluar su comportamiento en las etapas esenciales de la secuencia muestreo-preparación-análisis, en un esfuerzo por determinar reducir al mínimo el error total posible.

Las etapas y los parámetros monitoreados en cada una de ellas se muestran a continuación:

- ❖ Muestreo: error (o precisión) de muestreo.
- ❖ Preparación: error (o precisión) de sub-muestreo; contaminación durante la preparación.
- ❖ Análisis: exactitud, precisión y contaminación analíticas.
- ❖ Entrada de datos: exactitud de la entrada de datos.

- **Precisión:** Es la habilidad de reproducir consistentemente una medición en condiciones similares, vinculada a errores aleatorios, su evaluación exige reproducir la medición en condiciones tan cercanas como sea posible a las existentes en el momento en que tuvo lugar la medición original.
- **Exactitud:** Se define como la proximidad de los resultados a un valor verdadero o aceptado, y se vincula a errores sistemáticos. Este concepto de exactitud está indisolublemente vinculado al de valor real. Al determinar la ley de la muestra, nunca se llega a conocer el valor real; sin

embargo, es posible preparar estándares en condiciones muy controladas, y establecer el mejor valor.

- **Contaminación:** Al preparar o analizar algunas muestras, particularmente las muy mineralizadas, es posible que cierta porción de una muestra o de una solución quede retenida accidentalmente en el equipo y contamine las muestras siguientes. La contaminación se determina mediante aplicación de muestras blancos, que son muestras estériles en las que los elementos a evaluar se encuentran presentes en cantidades inferiores a los correspondientes límites de detección.
- **Errores:** Existen en cualquier procedimiento de estimación. Es necesario diferenciar los distintos tipos de error.
- **Errores Aleatorios:** Fluctuaciones estadísticas en los resultados de las mediciones que pueden producirse en cualquier dirección, debido a limitaciones en la precisión del instrumento de medición, o del método de muestreo o del análisis, debido a la inhabilidad del experimentador o del equipo de repetir la misma medición exactamente del mismo modo para obtener el mismo resultado.
- **Errores Sistemáticos:** Son desviaciones de exactitud que generalmente se reproducen y que ocurren consistentemente en la misma dirección. frecuentemente se deben a la persistencia de un problema durante todo el experimento.
- **Errores Groseros:** Se deben a la incorrecta puesta en práctica de los protocolos de trabajo, cuando ocurren no deben de considerarse en el

análisis del error experimental, puesto que se asume que los participantes en el experimento son cuidadosos y competentes.

- **Mineral:** Material que tiene un interés económico, en oposición al estéril. Esta definición depende de varios factores.
- **Ley:** Es la concentración de un elemento (elemento principal, subproducto o contaminante) en el subsuelo.
- **Potencia, Acumulación, Ley de corte:** Se trata de un valor de ley que separa categorías distintas de material, por ejemplo, mineral y estéril.
- **Modelamiento geológico:** Determinación de unidades geológicas en base a la litología, mineralogía, alteración, etc. En general, cada unidad se estudia y se estima por separado.
- **Estimación de Recursos:** Consiste en evaluar o predecir el valor de la variable regionalizada en un sitio no muestreado del espacio, utilizando para ellos datos circundantes disponibles.
- **Geoestadística:** La Geoestadística se define como la aplicación de la Teoría de Funciones Aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales (Journel y Huijbregts, 1978), o simplemente, el estudio de las variables numéricas distribuidas en el espacio (Chauvet, 1994),
- **Variables regionalizadas:** Una variable regionalizada es una función que representa el desplazamiento en el espacio de una cierta magnitud asociada a un fenómeno natural.

- **Recurso Mineral Inferido:** Es aquella parte de un Recurso Mineral por la cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Se infiere a partir de evidencia geológica y se asume, pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas de localizaciones como pueden ser afloramientos, zanjas, rajos, laboreos y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta.
- **Recurso Mineral Indicado:** Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas en ubicaciones como pueden ser: afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están demasiado espaciadas o su espaciamiento es inapropiado para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero está espaciada con suficiente cercanía para que se pueda suponer continuidad.
- **Recurso Mineral Medido:** Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza el tonelaje, su densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en la exploración detallada e información confiable sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas de lugares como pueden ser afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes.

Las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de la ley.

- **Reserva Mineral:** Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración de modificaciones por factores razonablemente asumidos de extracciones, metalúrgicas, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probables Minerales y Reservas Probadas Minerales
- **Reserva Probable de Minerales:** Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de factores modificadores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales.
- **Recurso Geológico:** Concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco en o sobre la corteza de la Tierra en forma y cantidad en que haya probabilidades razonables de una eventual extracción económica. Se habla indistintamente de recursos geológicos, minerales o in situ.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El comportamiento geológico de la veta Infalible, determinan el incremento de reservas del yacimiento.

2.4.2 Hipótesis específicas

1. Las características geológicas de la mineralización determinan el incremento de reservas del yacimiento.
2. Los controles estructurales de la mineralización determinan el incremento de reservas del yacimiento.
3. Los controles litológicos, estratigráficos y mineralógicos de la mineralización determinan el incremento de reservas mineralizadas.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable Independiente

El comportamiento geológico de la veta Infalible.

2.5.2. Variable Dependiente

Incremento de reservas mineralizadas del yacimiento

2.5.3. Variable Interviniente

- ley del mineral
- Dilución de la ley del mineral

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El diseño de investigación es descriptivo, correlacional y aplicada.

Basado según el objetivo de estudio se realizará una investigación del tipo aplicada, que es aquella definida como: la investigación que utiliza los conocimientos obtenidos mediante el método investigativo, y con ello desarrolla aplicaciones en busca de satisfacer una necesidad

Se describirá todas las características geológicas y estructurales con las respectivas posibilidades económicas que ofrece la veta Infalible.

3.2 Métodos de la Investigación

La metodología es parte de la lógica que estudia los métodos y sus formas lógicas especiales para la investigación. (Garro Ayala, M.S.2009).

Para el presente trabajo de investigación se ha requerido básicamente del análisis muy detallado de la base teórica y antecedentes del depósito, los cuales ayudaron en el entendimiento de la mineralización, la parte más importante consistió en aplicar los conocimientos y técnicas modernas que nos ayudaron a entender las características del yacimiento.

3.3 Población de estudio:

Los afloramientos de la Veta Infalible

➤ Tamaño de muestra

El yacimiento Shalca.

➤ Selección de muestra

Se realizó el muestreo por canales y en los testigos de los pozos de sondeo.

1. Método de Logueo Geológico

Se tomará las fotografías, RQD, muestreo de densidad, y muestreo de cores, todos estos procedimientos que se realiza de acuerdo a los protocolos, cumpliendo con los estándares que se demanda.

2. Petrografía.

Se realizará la descripción macroscópica y microscópica de los diferentes tipos de roca sedimentarias con y sin mineralización.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- En base al cartografiado geológico existente se identificarán la zona de interés, en donde se realizará cartografiado a detalle, selección y toma de datos y muestras.
- Se realizará columnas estratigráficas para diferenciar las facies litológicas y mineralógicas.
- Registro y codificación de datos.
- Para seleccionar los diferentes datos y muestras, se recolectarán muestras de roca, tanto de superficie como de los diferentes sondajes DDH; la recolección estará orientada a las zonas de interés.

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

- Ejecución de estudios de petrografía, que nos servirá para determinar la génesis y control de la mineralización.
- Técnicas Analíticas e Interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de Trabajo.

3.6. Tratamiento Estadístico de Datos

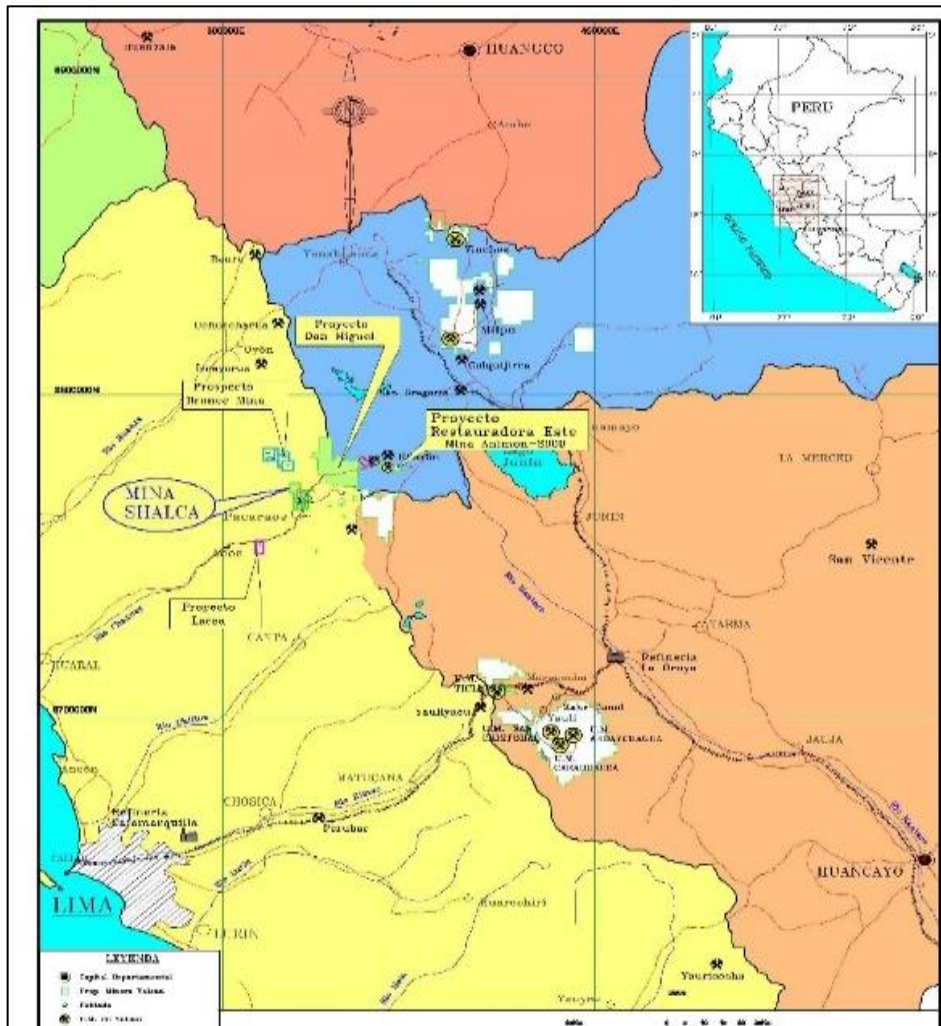
El tratamiento Estadístico de datos se realizó a través del software Excel, Autocad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

1. UBICACIÓN

Políticamente el proyecto de exploración Shalca se ubica en el departamento de Lima, provincia de Huaral y distrito de Pacaraos. Geográficamente se ubica en las coordenadas UTM: N 8'770,900.0 y E 320,100.0, a una altura entre los 3,900.0 y 4,800.0 msnm



. Figura 8. Mapa de ubicación.



Foto 3. Mina Shalca

4.2 ACCESIBILIDAD

La ruta de acceso al proyecto es por vía terrestre. Existen tres vías desde la ciudad de Lima hasta el proyecto de exploración Shalca con los siguientes recorridos:

RUTA 1: Distancia 180 Km en 5:00 horas		
DE	A	VIA
Lima	Huaral	Carretera asfaltada
Huaral	Pacaraos	Carretera afirmada
Pacaraos	Proyecto Shalca	Trocha carrozable
RUTA 2: Distancia 259 Km en 7:00 horas.		
DE	A	VIA
Lima	La Oroya	Carretera asfaltada
La Oroya	Cerro de Pasco	Carretera asfaltada
Cerro de Pasco	Animon	Carretera afirmada
Animon	Pacaraos	Trocha carrozable
Pacaraos	Proyecto Shalca	Trocha carrozable
RUTA 3: Distancia 344 Km en 9:00 horas.		
DE	A	VIA
Lima	Canta	Carretera asfaltada
Canta	Animon	Carretera afirmada
Animon	Pacaraos	Trocha carrozable
Pacaraos	Proyecto Shalca	Trocha carrozable

4.3 RESEÑA HISTORICA

La mina de Shalca ha sido trabajada por minerales polimetálicos antiguamente por Sociedad Minera Rio Pallanga junto con la Mina Santa Rosa quienes desarrollaron parcialmente la parte alta de la mina hace 60 años aproximadamente.

El proyecto lo adquiere la Compañía Minera Volcan y a partir del año 2006 inicia algunos trabajos de exploración superficial y recientemente se inicia trabajos de reconocimiento con laboreo subterráneo, rehabilitando los niveles superiores. Los niveles superiores han sido muestreados y mapeados además de haber realizado 1900 m de perforación diamantina dentro de esta etapa de exploración.

4.4 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio se encuentra en la unidad geomorfológica de Puna, superficie de erosión (glaciación pleistocénica) que esencialmente una penillanura cuya altitud oscila entre los 4200 y 5000 msnm.

En la zona de estudio la superficie Puna de un modelado glaciario está afectada por la etapa posterior de erosión tipo Cañón, siendo cortada por laderas abruptas de 2000 m ó más en las márgenes de los ríos.



Foto 4. Cerros con laderas abruptas.

La morfología abrupta del sector está definida por la presencia de unidades competentes en el sector, tal es el caso de las formaciones Chimú y Jumasha ubicados en los núcleos de los anticlinales y sinclinales respectivamente (Foto 4).

4.5 DRENAJE

El drenaje regional es de diseño dendrítico, en el área local el drenaje esta entre las quebradas Huanin y Huayla, los cuales drenan hacia el Río Shipra, para finalmente desembocar en el Río Chancay perteneciente a la vertiente del Pacífico. La altitud promedio del área de estudio es de 4,020.0 m.s.n.m.

4.6 GEOLOGIA REGIONAL

Se han identificado dos tipos de rocas (metamórficas y volcánicas) que corresponden a la Formación Chimu y productos efusivos del Volcánico Calipuy.

Formación Chimú

Constituye una unidad de potencia constante en el Perú central. Generalmente tiene entre 500 y 700 m de espesor, dentro del área de estudio se presenta invariablemente en anticlinales que pueden estar o no fallados.

Litológicamente la formación consiste de una ortocuarcita de grano medio, la que, sin embargo, ha sido recristalizada, teniendo en muestra de mano el aspecto general de una cuarcita metamórfica. Dentro de las capas arcillosas transicionales a la formación subyacente, aparecen lechos de carbón, siendo difícil mapear el contacto entre las dos unidades. Esta formación se presenta en bancos de más o menos 3 metros de espesor, con estratificación cruzada y muy fracturada y diaclasada. Debido a su naturaleza masiva, siempre constituye las

partes escarpadas de los cerros, y cuando estos están modelados íntegramente en esta formación presentan una topografía característicamente abrupta. Esta formación pertenece al valanginiano del cretáceo inferior.

Volcánico Calipuy

Esta unidad yace en gran discordancia sobre la secuencia plegada del cretáceo. En esta zona la Formación no es potente, variando entre unos 500 m, lo que demuestra que ha sido afectada por una gran actividad erosiva si se hace una comparación regional, corroborando por remanentes que permiten inferir que anteriormente debió cubrir, por lo menos, gran parte de la zona. Su descripción se ha hecho en la parte correspondiente a la zona de los volcánicos de la sierra.

4.7 Geología Local

Desde la perspectiva de la geología local, el Proyecto de Exploración Shalca esta mayormente emplazado en las ortocuarcitas y cuarcitas de la formación Chimu y la secuencia volcánica (tobas y lavas andesíticas) del Grupo Calipuy y Cuaternario.

En la zona se encuentran cuarcitas y areniscas cuarcíticas a ortocuarcitas de grano medio a grueso, con estratificación cruzada muy fracturada y diaclasada, alternadas con lutitas gris oscuras y arenisca gris a gris oscuras de grano fino y medio en estratos de 0.05 a 0.10 m. de potencia, con lentes de carbón antracítico, toda esta secuencia tiene un rumbo general de N 30° W y buzamiento de 40° a 75° NE - SW.

Esta formación constituye zonas escarpadas con una topografía abrupta, la misma que abarca aproximadamente un 35% del área total del proyecto.

En el sector oeste del área se observan extensos afloramientos de aglomerados, tobas, lavas volcánicas de composición andesítica, con tonalidades gris verdoso, beige y pardo rojizo, presentan una pseudo estratificación entre fina mediana y gruesa de rumbo N 30° W y buzamiento entre 45° a 60° SW, que sobreyacen a las cuarcitas de la formación Chimu.

Generalmente las lavas andesíticas tienen una textura afanítica, los afloramientos principalmente se presentan a manera de mantos. En el área estudiada no se han identificado centros volcánicos que alimentaron al Volcánico Calipuy.

Finalmente, el cuaternario se encuentra presente cubriendo gran parte del área, dificultando así el seguimiento en superficie de estructuras aflorantes.

Litología

En términos generales se han detectado cuarcitas, areniscas, lutitas negras y carbón de la formación Chimu pegadas en el anticlinal asimétrico Shalca, e intruídas por apófisis andesíticos. Además, se tienen tobas andesíticas del grupo Calipuy, mostrando una pseudo estratificación, el porcentaje de afloramiento en la zona alcanza un 80%; el resto está cubierto por depósitos cuaternarios o vegetación silvestre.

Las cuarcitas (Ki-fch-c): Aparecen intercaladas en toda la secuencia siendo especialmente abundante en el extremo Noreste y Sureste del área cartografiada. Allí los bancos poseen potencia de 0.20 m a 2.00 m. Con granulometría fina. Su coloración es blanca – rosácea y constituye crestones resistentes al intemperismo.

Las Lutitas negras (Ki-fch-I): Se han cartografiados lutitas negras y carbón bituminoso con abundante diseminación de pirita. Están expuestas principalmente en ambos flancos del anticlinal asimétrico con potencias de 0.10m a 20.0m y colores de intemperismo gris oscuro.

Las areniscas (Ki-fch-a): En esta unidad se han agrupado

nh los estratos de areniscas grises que caracterizan el grueso de las secuencias sedimentarias expuestas en el proyecto Shalca. Se trata de horizontes delgados que forman pliegues intraformacionales de una potencia de 0.20 metros a 0.50 metros. Las areniscas son cuarzo - feldespática, de granulometría fina a media.

Las tobas andesíticas (Tim-tb): Aflora en el extremo Oeste y Suroeste del proyecto Shalca, sobre yacen a las cuarcitas de la formación Chimu. La textura de

las rocas piro plásticas es esencialmente ocoita con presencia esporádica de fiambres de una longitud máxima de 0.50 m.

El stock hipabisal andesítico (Tim-an): Aflora principalmente al Noreste y al Noroeste en el proyecto Shalca, allí sobre todo el eje del anticlinal asimétrico se aprecian pequeños afloramientos andesíticos. En resto del área aparecen numerosas apófisis pequeños. La textura de las rocas hipabisales es característicamente afanítica con líticos subangulosos.

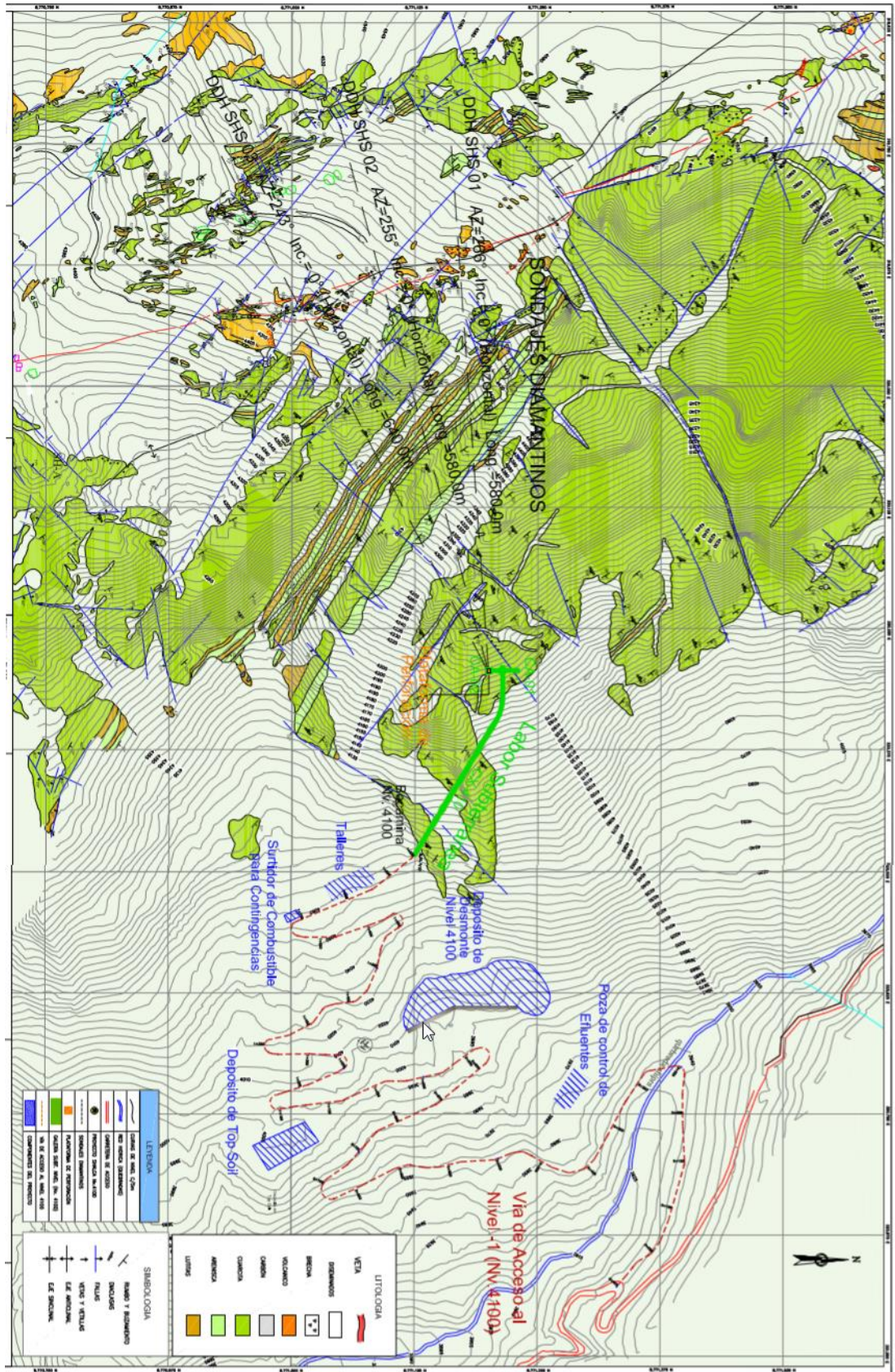


Figura 10. Plano de la Geología Local.

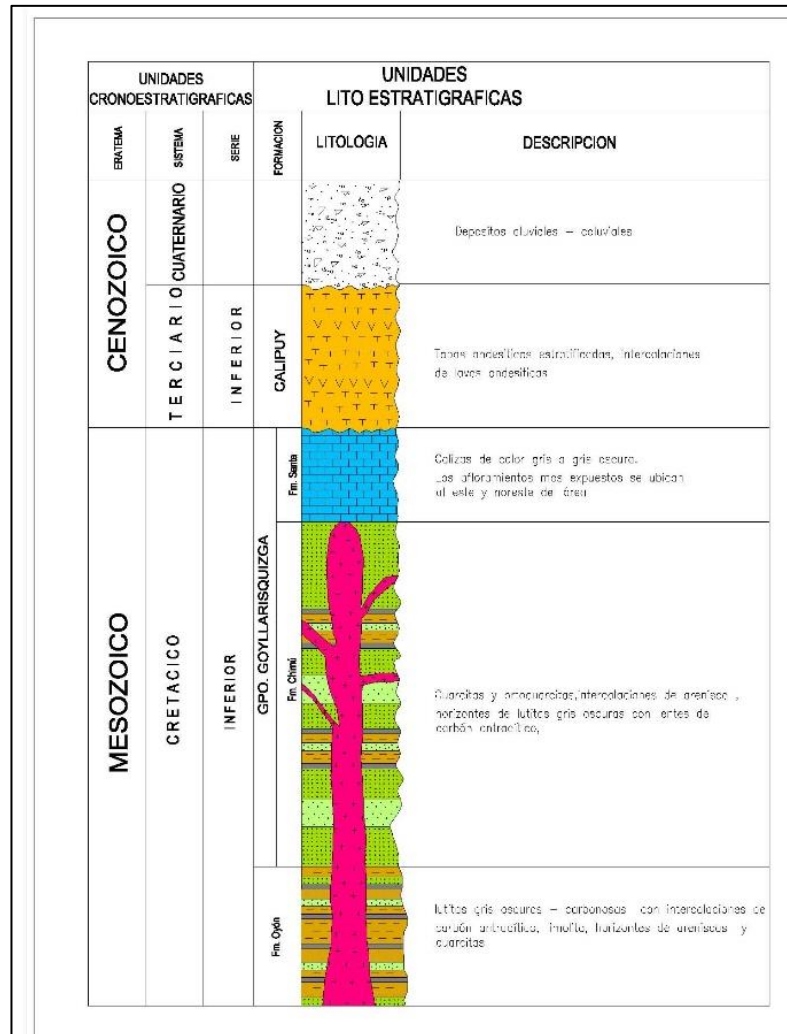


Figura 11. Columna estratigráfica

4.8 Geología Estructural

En la zona de estudio se presenta los elementos estructurales siguientes: la orientación de los estratos, pseudo estratos, fallas geológicas, pliegues y discontinuidades. La influencia de los planos de discontinuidad sobre la estabilidad del macizo rocoso en las excavaciones depende de su orientación, número de familias, espaciamiento y características entre sí.

Las discontinuidades y sus características son los parámetros que ejercen mayor influencia en las propiedades del macizo rocoso, por lo que, en las estaciones micro tectónicas se consideran estos aspectos de gran importancia, juntamente con la rugosidad, continuidad, separación, alteración de las cajas y propiedades del relleno.

Estructuras estructurales

Se tiene el anticlinal asimétrico, los sistemas fallamiento, el sistema de fracturamiento y el sistema de filones hidrotermales.

El anticlinal asimétrico

El yacimiento se emplaza dentro de una anticlinal asimétrico con orientación del plano axial promedio N 40° W y buzamiento entre 50 a 58° SW y 62° a 70° NE. El flanco NorEste presenta una secuencia monótona de cuarcitas, areniscas, lutitas y carbón con rumbo de N 40° a 45° W y buzamiento promedio de 65° NE y ondulaciones suaves.

Por el contrario, el flanco Suroeste presenta todo el espectro litológico anteriormente descrito con rumbo de N 40° a 45° W y buzamiento promedio de 48° SW, con una cubierta de tobas andesíticas que presentan una pseudo estratificación de rumbo N 35° W y buzamiento promedio 35° SW.

Sistemas de fallas

Se han reconocido dos sistemas, un primer sistema posee un rumbo de N 40° - 55° W y buzamiento 58° - 80° NE concordante con el sistema andino y de mayor predominancia en el proyecto Shalca. El segundo sistema de fallamiento de rumbo N45° - 70° E y buzamiento 78° - 86° SE, el cual disloca al anticlinal

asimétrico Shalca. También se observan un fallamiento dextral en los extremos del proyecto Shalca y un fallamiento sinextral en la parte central del mismo.

Sistema de fracturamiento

De rumbo N 60° 80° E y buzamiento 70° - 85° SE, el cual es transversal al rumbo de los estratos.

Sistema de filones hidrotermales

Se reconocieron 2 sistemas de filones hidrotermales. El primer sistema de rumbo N 10° W y buzamiento 79° SW, paralelo al eje del anticlinal asimétrico Shalca asociado a la mineralización económica en el proyecto Shalca, el segundo sistema de rumbo N 70° W y buzamiento 48° SW el que correspondería a un fallamiento tensional.

4.9 Mineralización

En cuanto a la mineralización en el Proyecto Shalca, esta es de tipo de relleno fisural (vetas), polimetálica. La mineralización principal de mena es galena, esfalerita, la galena generalmente se presenta masiva y ocasionalmente en pequeños cristales cúbicos diseminado y en vetillas, de la misma forma la esfalerita ocurre en cristales, medios diseminados y masiva. La ganga es generalmente cuarzo, masivo y en cristales. La veta está emplazada en tobas y cuarcitas brechadas.

La alteración predominante en las estructuras es la argilización. La argilización moderada y fuerte está presente en las cajas (tobas andesíticas) acompañadas con diseminación de piritita y vetillas de cuarzo hialino y óxidos de Fe y Mn.

4.10 Comportamiento Veta Infalible

Shalca es un yacimiento tipo filoniano donde sea desarrollado la veta Infalible con una longitud de 300 metros de largo, altura de 200m y anchuras desde 0.96m a 2.82m, rumbo NW –SE y buzamiento de 70 grados al SW

La mineralogía reconocida en mina Shalca es básicamente polimetálica, es decir de sulfuros básicos, encontramos esfalerita, galena, galena argentifera como minerales de mena además de cuarzo y en menor cantidad de carbonatos en la ganga .

Los controles advertidos más importantes de la mineralización en Shalca son el aspecto estructural y el litológico, la litología volcánica es la favorable para la mineralización, en tanto que la secuencia sedimentaria de Chimu presenta menor oportunidad de relleno de mineral al no formar realmente una veta sino más bien un lineamiento brechoide de cuarcitas fragmentadas rellenas irregularmente por mineralización irregular.

La veta Infalible se ha reconocido en 230 metros de longitud entre los niveles 0, 1 y 2, con potencia variable (rosario), en zonas con cajas volcánicas la estructura tiene 1 metro de potencia y en zonas de niveles conglomerádicos presenta ensanchamientos hasta de 5 metros de potencia.

La veta Infalible presenta leyes altas de zinc e importantes valores de plomo y plata.

Con trabajos de laboreo minero de 941 metros, según el plan de exploraciones que se visualiza, de los cuales 400 metros comprendió una cortada (nivel 410) programada 270 metros debajo de los antiguos niveles. Está cortada

tenía por finalidad preparar una cámara de perforación diamantina para desde allí perforar e interceptar la veta.

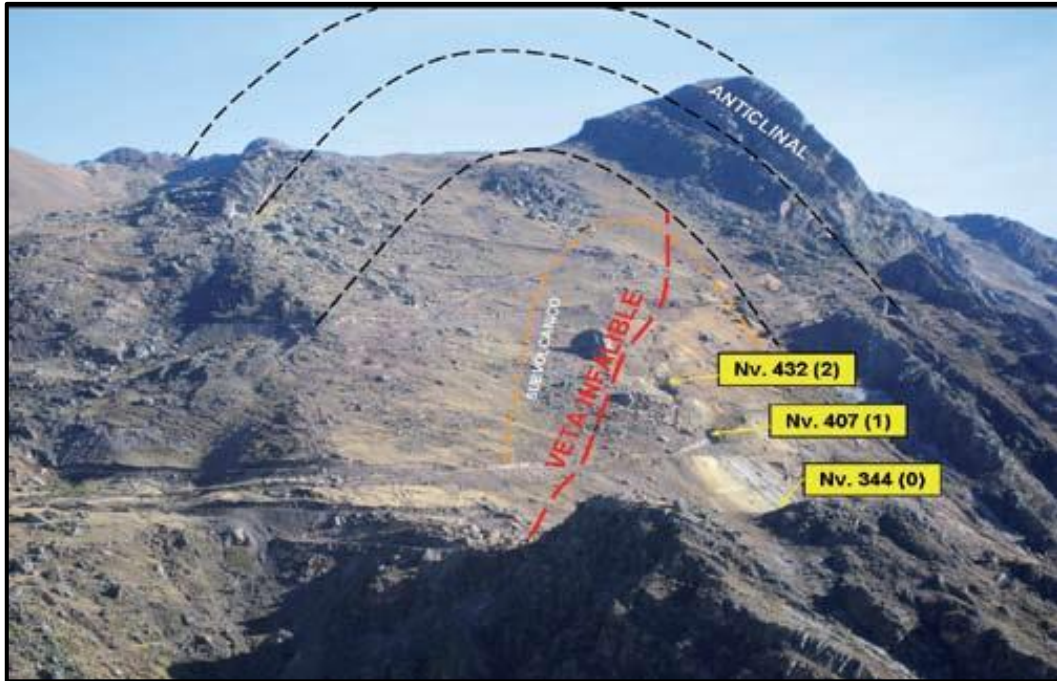


Foto 5. Mina Shalca, vista de la veta infalible.

Plan de exploraciones

LONG PLANT	EJECUTOR	NIVEL	LABOR	VETA	SECCION	MES												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total general
FASE 1						31.20		9.00	42.30	56.00	36.50	29.20	25.70	48.10	45.20	40.00	37.40	400.60
DESARROLLO	CONYMTSE	100	XC 410	INFALIBLE	4.0X4.0													3.70
			CA 01 XC 410	INFALIBLE	3.0X3.0													
			CA 02 XC 410	INFALIBLE	3.0X3.0									5.50				5.50
			CA 03 XC 410	INFALIBLE	4.0X4.0									10.40				10.40
			CA 04 XC 410	INFALIBLE	4.0X4.0												11.50	22.80
			CA 05 XC 410	INFALIBLE	4.0X4.0													21.70
		340	XC 340	INFALIBLE	4.0X4.0				21.80	20.70								42.50
			SN 200 N	INFALIBLE	3.0X3.0									8.50	2.80	6.70		28.20
			SN 100 S	INFALIBLE	3.0X3.0				10.80	20.90								31.70
			SN 100 N	INFALIBLE	4.0X4.0								10.20					10.20
			CA 01 SN100N	INFALIBLE	3.0X3.0				18.50	28.00								46.50
			SN 200 S	INFALIBLE	4.0X4.0								5.80					5.80
			CA 01 XC 100	INFALIBLE	3.0X3.0									26.70				26.70
			XC 100 N	INFALIBLE	3.0X3.0									25.20				25.20
			RP CLAUDIA -	INFALIBLE	4.0X4.0									6.20				6.20
			XC 200 N	INFALIBLE	3.0X3.0				14.00				10.70	45.50	51.40	32.00	13.80	148.90
			CA 02 XC 100 N	INFALIBLE	3.0X3.0													24.70
			CA 03 XC 100 N	INFALIBLE	3.0X3.0													22.40
			SN 300 N	INFALIBLE	3.0X3.0													9.80
Total DESARROLLO		400		INFALIBLE	3.0X3.0									16.30	24.60	3.30		44.20
Total general						80.60	9.00	64.10	87.50	89.90	83.00	97.90	152.70	96.60	78.00	102.10	102.10	941.40
						80.60	9.00	64.10	87.50	89.90	83.00	97.90	152.70	96.60	78.00	102.10	102.10	941.40

Cuadro 9. Según el modelo geológico empírico establecido se puede visualizar que la tendencia de la Veta infalible es profundizar

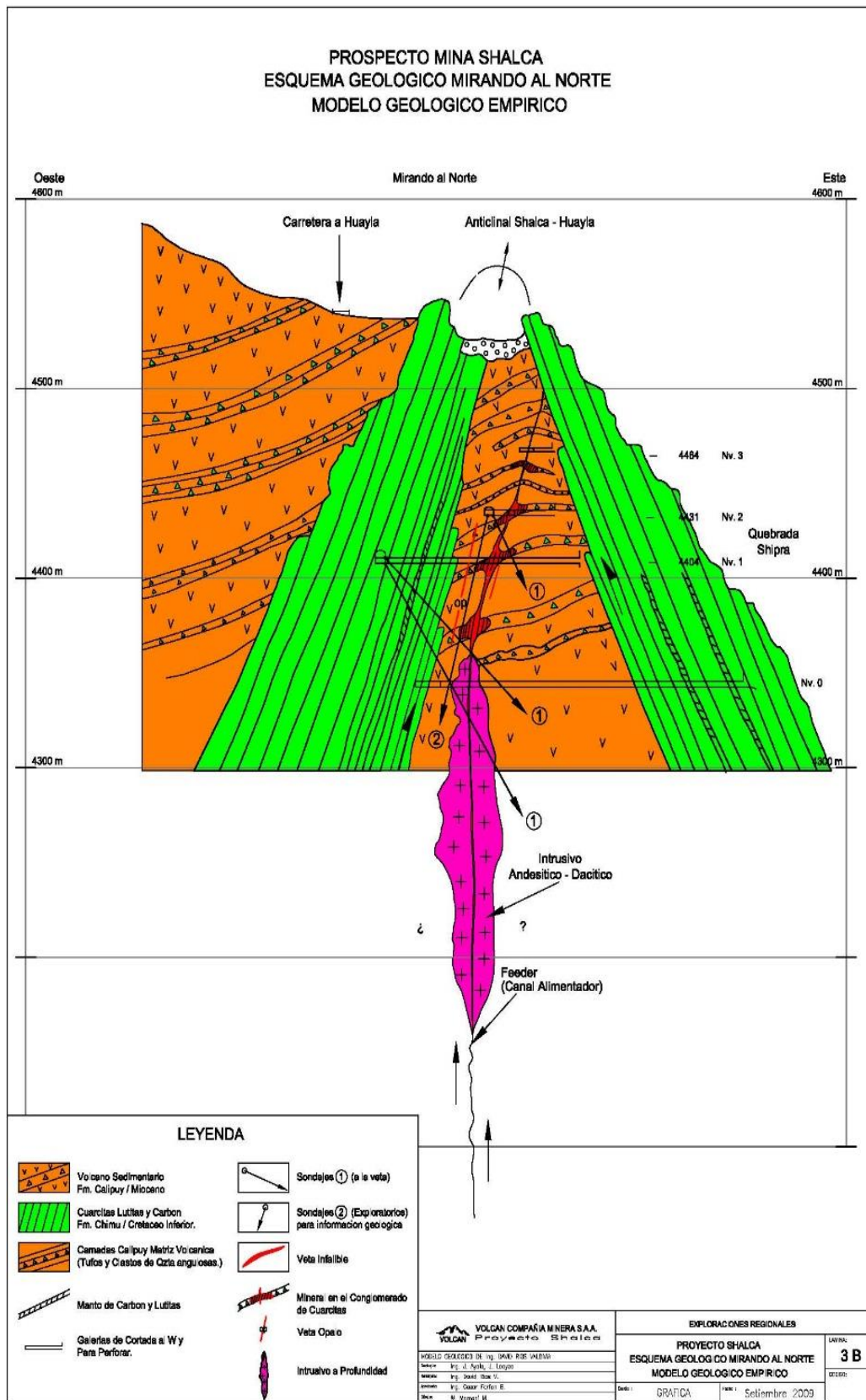


Figura 12. Perfil Geológico

En Shalca, con los trabajos efectuados se cubicó reservas y estimó recursos de 332 mil toneladas con alta ley de zinc e importante plomo y plata.

	TM	%Pb	%Zn	oz.Ag/t
Reservas	182,400	2.03	8.58	2.94
Recursos Medidos	22,600	2.73	8.48	4.28
Recursos Inferidos	127,000	1.60	7.02	3.18
Total	332,000			

Además se detalla el programa de exploraciones que se debe efectuar a la brevedad posible:

PROGRAMA DE EXPLORACION Y DESARROLLO																			
VETA: INFALIBLE																			
ITEM	NIVEL	LABORES	SECCION	TIPO	LONG.(m)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	TOTAL	
		Labores Mineras				340	335	350	340	335	330	345	345	330	340	340	330	4,060	
1	340	Rp Claudia (+)	4.00 x 4.00	Desarrollo	715	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	715	
2	340	AC 100 2N	4.00 x 4.00	Preparación	125			40	40	45								125	
2	340	AC 200 1N	4.00 x 4.00	Preparación	50						50							50	
3	340	AC 200 2S	4.00 x 4.00	Preparación	115							40	40	35				115	
4	340	AC 100 1N	4.00 x 4.00	Preparación	50										50			50	
5	340	AC 100 1S	4.00 x 4.00	Preparación	105											50	55	105	
6	340	AC 200 1S	4.00 x 4.00	Preparación	50												50	50	
7	340	SN 100 S	3.00 x 3.00	Preparación	120	60	60											120	
8	340	Rp Claudia (-)	4.00 x 4.00	Desarrollo	1,350	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	195	195	195	1,350
9	340	AC 100 3N	4.00 x 4.00	Preparación	40			40										40	
10	340	Camaras Acumulación	4.00 x 4.00	Desarrollo	270				30	30	30	30	30	30	30	30	30	270	
11	100	XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	550	80	90	90	90			80	80	40				550	
12	100	CA 01-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15	15												15	
13	100	CA 02-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15	15												15	
14	100	CA 03-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	20	20												20	
15	100	CA 04-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	20		20											20	
16	100	CA 05-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	70					50	20							70	
17	100	CA 06-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	30					30								30	
18	100	CA 07-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	30						30							30	
19	100	CA 08-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	30						30							30	
20	100	CA 09-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	10						10							10	
21	100	CA 10-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	10						10							10	
22	100	CA 11-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15		15											15	
23	100	CA 12-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15			15										15	
24	100	CA 13-XC 411	4.00 x 4.00	Desarrollo	15			15										15	
25	100	CA 14-XC 411	4.00 x 4.00	Desarrollo	30				30									30	
26	100	CA 15-XC 412	4.00 x 4.00	Desarrollo	15					15								15	
27	100	CA 16-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15					15								15	
28	100	CA 17-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15							15						15	
29	100	CA 18-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	30							30						30	
30	100	CA 19-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15								15					15	
31	100	CA 20-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15								15					15	
32	100	CA 21-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15								15					15	
33	100	CA 22-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	30									30				30	
34	100	CA 23-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15										15			15	
35	100	CA 24-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15										15			15	
36	100	CA 25-XC 410	4.00 x 4.00	Desarrollo	15										15			15	
4,060																			
RESUMEN																			
DESARROLLO																			
		Labores horizontales	4.0m x 4.0m		1,340	130	125	120	150	140	130	155	155	145	30	30	30	1,340	
		Labores Inclınadas	4.0m x 4.0m		2,065	150	150	150	150	150	150	150	150	150	260	260	195	2,065	
		Subtotal Desarrollo			3,405	280	275	270	300	290	280	305	305	295	290	290	225	3,405	
PREPARACION																			
		Labores horizontales	3.0m x 3.0m		120	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	
		Labores Inclınadas	4.0m x 4.0m		535	0	0	80	40	45	50	40	40	35	50	50	105	535	
		Subtotal Preparación			655	60	60	80	40	45	50	40	40	35	50	50	105	655	
TOTAL MINA					4,060	340	335	350	340	335	330	345	345	330	340	340	330	4,060	

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la hipótesis podemos concluir que el comportamiento geológico de la veta Infalible determina el incremento de reservas del yacimiento de la mina shalca.
- El yacimiento de la mina shalca se aloja en un intrusivo subvolcánico andesítico emplazado en el eje de un anticlinal de rumbo andino.
- Se ha logrado realizar la estimación de recursos, estimándose que se tiene 332 000 de toneladas métricas con leyes de 2,73 %Pb, 8,48 %Zn y 4,28 oz.Ag/t.
- En general se puede concluir que Shalca constituye un yacimiento en exploración con una ubicación geológica potencialmente importante pues además de los volcánicos podría la mineralización alcanzar formaciones de calizas como Santa y Carhuaz, por lo tanto, se pronostica la profundización de la mineralización.

RECOMENDACIONES

- La Veta infalible según el modelo geológico debe profundizarse, se recomienda realizar el programa de exploraciones y desarrollo presentado.
- El yacimiento de la minera está rodeado de una serie de afloramientos que no se conocen en profundidad, se debe hacer reconocimiento por medio de perforaciones diamantinas para evaluar las estructuras e incrementar aun la reserva.
- Hay que tener en cuenta los controles de mineralización como estructural, litológico, y alteraciones ya que son importantes en la búsqueda de nuevos clavos mineralizados que se presentan en el yacimiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Armando, S. (2010): Taller de Aseguramiento y control de la calidad en la exploración Geológica, Cajamarca, Perú.
2. Canchaya, S. (2013): Curso de Muestreo con prácticas de Campo, Lima, Perú.
3. Canchaya, S. (2013): QA-QC Realidad o Fantasía, Lima, Perú.
4. JORC (2001): Código de Australasia para informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena, Australia.
5. Magri, E., y Magri, A. (2013): Muestreo y control de calidad para exploración y Minería, Chile.
6. Ríos, Ayala, J. (2010): Informe de la geología regional del distrito HuarónAnimón-Alpamarca-Carhuacayan, Pasco, Perú.
7. Velez, J. (2015): Innovación al control de procesos de muestreo (QAQC), que validan la estimación de recursos y reservas para el yacimiento epitermal de Alta Sulfuración en Coimolache-Cajamarca, desde su etapa de Prospección a Mina de Oro, Cajamarca, Perú.

ANEXOS



Foto 6. Tobas dacíticas brechadas con clastos de cuarcitas, Arriba: brechas de cuarcitas.



Foto 7. Veta Infalible en el Nivel 01.



Foto 8. Vista panorámica del Nivel 0. Se observa la cancha de material desmonte.

Proyecto Shalca.