

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN VETAS DE ALTO
BUZAMIENTO Y SU COMPORTAMIENTO A PROFUNDIDAD
EN LA BÚSQUEDA DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
FAVORABLES EN YACIMIENTOS POLIMETÁLICOS”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

**ELABORADO POR
AUGUSTO FREDDY PIZARRO FELIX**

**ASESOR
ING. CARLOS ALBERTO ROJAS LEÓN**

LIMA-PERU

2021

DEDICATORIA

A MI ESPOSA ILIANA Y A MI HIJO IAN,
A MIS PADRES AUGUSTO, MAGDALENA QUE EN PAZ DESCANCE
QUE DESDE EL CIELO ME CUIDA Y ME PROTEGE
A MI ESTIMADA SUEGRA ROSA POR SU APOYO
Y A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS QUE FORMAN PARTE DE MI ENTORNO
POR EL APOYO EMOCIONAL Y QUE SE ALEGRAN POR EL CUMPLIMIENTO DE MI
LOGRO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la empresa S&L ANDES EXPORT y compañeros de trabajo por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente y por todo el apoyo recibido, a mis asesores, la universidad, profesores, personal administrativo de mi facultad y compañeros de estudio por todo lo recibido en mi etapa estudiantil y profesional.

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
PRÓLOGO	IX
CAPITULO I	1
INTRODUCCION.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.3 OBJETIVO	6
1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
1.4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	6
1.4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES.....	7
1.4.3 INVESTIGACIONES LOCALES.....	8
CAPITULO II	9
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	9
2.1 MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.1 Yacimiento Mineral	9
2.1.2 Yacimientos Hidrotermales	11
2.1.3 Exploración de Yacimientos.....	17
2.1.4 Geología Minera	18
2.1.5 Mapeo Geológico de Estructuras.....	19
2.1.6 Muestreo de Estructuras	20
2.1.7 Modelamiento Geológico de Estructuras.....	20
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1 Galería:.....	21
2.2.2 Chimenea:	21
2.2.3 Crucero:.....	22
2.2.4 Ley:.....	22
2.2.5 Explotación:	22
2.2.6 Potencia:	22

2.2.7	Circar:	22
2.2.8	Ventana:	22
CAPITULO III		23
HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		23
3.1	HIPÓTESIS	23
3.2	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	24
CAPITULO IV		25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		25
4.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
4.2	UNIDAD DE ANÁLISIS	26
4.3	MATRIZ DE CONSISTENCIA	39
CAPITULO V.....		40
DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		40
5.1	Recolección de datos	40
5.1.1	Mapeo Geológico:	40
5.1.2	Secciones Geológicas:	41
5.1.3	Muestreo Geológico:	41
5.2	Procesamiento de la Información	42
5.3.	Análisis de la Información	45
5.3.1	VETA MINERALIZADA 12 DE MAYO:	45
5.3.2	VETA MINERALIZADA ESPAÑOLA:	49
CAPITULO VI		54
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		54
CONCLUSIONES.....		56
RECOMENDACIONES.....		57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		58
ANEXOS.....		59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 2,1. Fases de formación de yacimientos.....	13
Figura 2 - 2,2. Esquema de un yacimiento porfídico.	15
Figura 3 - 2,3. Origen de los depósitos epitermales.	16
Figura 4 - 4,1 Ubicación geográfica de la Mina Bethania	27
Figura 5 - 4,2 Ruta de Traslado a la Mina Bethania.	29
Figura 6 - 5,1 Vista en Planta de las Secciones.	42
Figura 7 - 5,2 Sección Transversal 1, mostrando fallas locales afectando las estructuras.	43
Figura 8 - 5,3 Sección transversal 2, se observan fallas locales a profundidad.....	44
Figura 9 - 5,4. Sección Transversal 4, falla inferida inversa afecta la continuidad.....	46
Figura 10 - 5,5 Sección Transversal 7, fallas inversas desplazan la Veta 12 de Mayo.....	47
Figura 11 - 5,6 Sección Transversal 10, mostrando fallas normales.	48
Figura 12 - 5,7 Sección Transversal 3, donde se muestra el intenso fallamiento de la Veta Española.....	50
Figura 13 - 5,8 Sección Transversal 7, donde se muestra las fallas normal e inversa afectando la Veta Española.....	51
Figura 14 - 5,9 Sección Transversal de un sondaje DDH, que busca interceptar la Veta 12 de Mayo.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 3,1 Operacionalización de Variables. Fuente: Mina Bethania y Elaboración Propia	24
Tabla 2 - 4,1 Ubicación UTM de la Mina Bethania.....	28
Tabla 3 - 4,2 Ruta de acceso desde Lima por la Panamericana Sur.	28
Tabla 4 - 4,3 Ruta de acceso desde la Ciudad de Huancayo.	29
Tabla 5 - 4,4. Leyes del mineral económico.	31
Tabla 6 - 4,5. Matriz de Consistencia.....	39
Tabla 7 - 5,1 Leyes de Labores Veta 12 de Mayo	49
Tabla 8 - 5,2 Leyes de Labores Veta Española	53

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo el análisis estructural de vetas de alto buzamiento y su profundización en la búsqueda de estructuras mineralizadas favorables en yacimientos polimetálicos, según las técnicas analíticas conocidas y aplicadas en el ámbito de la Geología.

En primer lugar, se realiza una toma de datos de azimut, buzamiento, potencia de las estructuras mineralizadas Vetas 12 de mayo y española; de la misma manera se toman muestras para analizarlas por Ag, Pb, Zn. Se realizan secciones geológicas sistemáticamente cada 15 m. Luego de recolectar estos datos; se procede a digitalizarlos y se obtiene un modelo de estas estructuras a fin de comprender su comportamiento horizontal y vertical. Con esta información obtenida, se predice las posibles proyecciones de las Vetas a profundidad y se elabora una malla de perforación que confirme la existencia de estas estructuras mineralizadas.

Palabras claves: Estructura Mineralizada, Yacimiento Hidrotermal, Sección Geológica, Modelamiento Geológico.

ABSTRACT

The objective of this research is the structural analysis of high dip veins and their deepening in the search for favorable mineralized structures in polymetallic deposits, according to the analytical techniques known and applied in the field of Geology.

In the first place, a data collection of azimuth, dip, power of the mineralized structures 12 de Mayo and Española Veins are performed; in the same way, samples are taken to analyze them for Ag, Pb, Zn. Geological sections are systematically made every 15 m. After collecting this data; they are digitized and a model of these structures is obtained in order to understand their horizontal and vertical behavior. With this information obtained, the possible projections of the Veins at depth are predicted and a drilling mesh is prepared to confirm the existence of these mineralized structures.

Keywords: Mineralized Structure, Hydrothermal Deposit, Geological Section, Geological Modeling.

PRÓLOGO

La presente investigación tiene como objetivo principal el análisis estructural de vetas de alto buzamiento y su profundización en la búsqueda de estructuras mineralizadas favorables en yacimientos polimetálicos, aplicando técnicas analíticas conocidas y aplicadas en el ámbito de la Geología.

En el capítulo I, se desarrolla una descripción de los puntos iniciales de la presente tesis como son la descripción del problema de investigación, los objetivos del presente estudio y los antecedentes investigativos, todos estos puntos dan un alcance general del problema.

En el capítulo II se desarrollan los marcos teórico y conceptual, que describe el ambiente general del tema de la presente investigación relacionada al panorama Geológico, de la misma manera los términos técnicos que serán utilizados en la presente investigación y será común encontrar en cada capítulo de este estudio.

En el capítulo III se desarrolla la hipótesis y las variables de la presente investigación, que son el punto de partida inicial a partir de los datos que servirán de base para iniciar la presente investigación y confirmarlo positiva o negativamente en los resultados.

El capítulo IV refiere a la metodología de la investigación, la presente tesis presenta un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y correlacional, la Unidad de Análisis es la Mina Bethania (las Vetas Mineralizadas Española y 12 de Mayo). La Matriz de Consistencia nos muestra un compacto del problema de la investigación con los

objetivos, la hipótesis, sus variables y los indicadores, todo estos en un solo cuadro que ayuda a sintetizar la consistencia de la presente tesis.

En el capítulo V se desarrolla el tema de la tesis, la recolección de datos de las Vetas mineralizadas 12 de Mayo y Española, el mapeo respectivo de estas estructuras, el muestreo respectivo y la realización de las Secciones Geológicas cada 15 m, todos estos datos son analizados mediante digitalización de los mismos y cotejados con los datos obtenidos en el campo, todo esto comprende el alcance de estas estructuras en nivel horizontal y en nivel vertical, de la misma manera en qué labores están emplazados y sus proyecciones en profundidad.

El análisis y discusión de resultados se expone en el capítulo VI, donde se muestra en su totalidad la distribución de las estructuras mineralizadas Española y 12 de Mayo en profundidad, las proyecciones de estas estructuras se confirmarán con una malla de perforación en distintos puntos de la Unidad Minera.

Inmediatamente después en la parte final de la presente investigación se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivamente del proyecto en estudio.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El alcance de la presente investigación inicia del problema actual que se presencia por falta de mineral a explotar, la extracción de los minerales es continuo, no obstante, es necesario ubicar, cuantificar y aumentar los recursos minerales y, de esta manera, alargar la vida de la mina.

Definiendo el modelo del tipo de yacimiento, las labores mineras se realizaron por medio de galerías y chimeneas desde niveles superiores hacia los niveles inferiores, obteniendo buenos resultados para la explotación de los recursos minerales con valor económico.

Teniendo en cuenta los fundamentos mencionados, la presente investigación se realizó con el objetivo de analizar las características estructurales en longitud horizontal y en profundidad las vetas mineralizadas Española y 12 de Mayo hacia niveles inferiores en busca de otras estructuras mineralizadas favorables, teniendo en cuenta las características geológicas en base a los enfoques teóricos, prácticos y las técnicas geológicas conocidas que son dirigidos por estudios realizados en la zona y datos tomados en campo.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El tema de la exploración de nuevas estructuras mineralizadas durante las primeras etapas de prospección minera en zonas donde no ha habido actividad relacionada (Proyecto Greenfield), o en distritos mineros ya conocidos para prospección de target como extensiones u ampliaciones (Proyecto Brownfield), laterales o de profundización; es un problema frecuente que todo geólogo afronta en todo momento. Una vez definidas las estructuras mineralizadas mapeadas y muestreadas a partir de la superficie y en interior de mina, se efectúa un análisis estructural a fin de proyectar a profundidad el cuerpo mineralizado, realizar un modelamiento geológico utilizando un software minero, para posteriormente programar una campaña de perforación diamantina y confirmar la posible estructura mineralizada. *H.E. McKinstry, en su libro "Geología de Minas", (1977) [7];* desarrolla la geología aplicada a la minería y de técnicas relacionados a la exploración de minerales.

Esta publicación presenta una visión integrada y balanceada de los conocimientos y técnicas que requiere todo geólogo para resolver el problema de búsqueda de estructuras mineralizadas.

En la publicación *“Geología Estructural Aplicada a la Minería y Exploración Minera”* de Javier Lillo & Roberto Oyarzun (2013) [9]; se indica que, dentro del trabajo rutinario de geólogo dentro de la mina que también implica el mundo de la exploración, frecuentemente se presentan problemas como decidir en qué momento acaba la labor en interior de mina y comienza la exploración. Si las técnicas de cartografía diaria y la proyección de litología, leyes y estructuras también pueden ser utilizadas para la exploración. La manera correcta de determinar a qué distancia entre cuerpo mineralizado empieza la geología de exploración. Toda labor geológica que concluya con el hallazgo de “nuevas” reservas de mineral, aunque sólo se refiera a cambiar de categoría unas reservas de inferidas (posibles) a indicadas (probables) o a medidas (probadas); es el resultado de un trabajo de exploración geológica y, en consecuencia, descubriendo en el yacimiento nuevos cuerpos mineralizados.

Para facilitar la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas, se remiten a las “guías” de exploración, estas son fisiográficas, mineralógicas, litológicas y de patrones de fracturación. En la presente investigación se va a destacar las guías estructurales.

Roberto Oyarzun, en su libro “Introducción a la Geología de Minas” (2011) [11]; nos refiere que el geólogo, para llegar a una solución al problema de búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas, también tiene que pensar en futuro, si en el presente proyecto que está dirigiendo, cubriendo las estructuras mineralizadas presentes y actualizando las reservas minerales conocidas; otras estructuras ocultas están presentes, con leyes apropiadas, algún ramal oculto, una labor que se paralizó por presentar leyes bajas o se estranguló debido a la presencia de alguna falla que no se mapeó, en conclusión; investigar qué nuevas estructuras están presentes dentro del campamento minero y que pueden dar más mineral a explotar, de esta manera se descubren nuevas estructuras mineralizadas, más reservas para cubrir y extender la vida de la mina.

Las técnicas geológicas actuales que ayudan a resolver el problema de descubrir nuevas estructuras mineralizadas, han evolucionado a través del tiempo. La Veta Española fue descubierta y explotada por primera vez por los españoles en el siglo XVI usando técnicas precarias poco conocidas a través de la minería a pequeña escala. Con el avance de los tiempos y el conocimiento de nuevas técnicas geológicas y mineras; la Veta 12 de Mayo fue descubierta y comenzó a explotarse en 1977, siendo suspendida en la década de 1980 debido a problemas políticos en Perú y posteriormente reinició su explotación desde el 2008 hasta 2016.

En el área de estudio no se ha realizado un suficiente cartografiado geológico, por lo que es importante para la elaboración de planos geológicos y así tipificar adecuadamente los afloramientos y las características del yacimiento.

Así mismo no existe suficiente información sobre la génesis y características estructurales, litológicas y mineralógicas de este yacimiento, la secuencia o eventos de mineralización que se han producido en las estructuras.

La Mina Bethania, las estructuras mineralizadas 12 de Mayo y Veta Española emplazadas en roca andesitas arcillosas, ubicada en la Hoja 26-L de *INGEMMET*, "*Geología del Perú. Boletín N°55 Serie A: Carta Geológica Nacional*", 1995 [8], presentan leyes favorables para su extracción de hasta 20 g/ton, incluido la Falla Victoria (~5g/ton) (*Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical report on the Bethania Silver Project", 2019*) [4]. A pesar de llevar un control sistemático de las leyes de los minerales, extrayendo mineral económico de las distintas labores, evitando la dilución a leyes bajas, se presentaban frecuentemente leyes bajas que perjudicaban la extracción (perjudicando el tonelaje extraído) y procesamiento del mineral en planta. Mientras más se avanzaba en las labores horizontales, se presentaban una disminución en cuanto a las potencia y las leyes.

Una forma de resolver este problema a inmediato plazo es circando la veta en la labor, este método es utilizado cuando la veta es muy angosta y se explota selectivamente, de modo que en una primera voladura se extrae el material estéril o desmonte y luego en una segunda voladura la veta o el mineral.

Generalmente se emplea en el caso de vetas muy delgadas y de alta ley tal es el caso de las Vetas Española y 12 de Mayo.

Con base a las situaciones descritas se formula la pregunta de la investigación:

¿Cómo afecta negativamente una escasa comprensión de vetas de alto buzamiento ubicadas en las labores mineras al realizar los avances de profundización?

1.3 OBJETIVO

Analizar estructuralmente vetas de alto buzamiento para proyectarlas a profundidad y encontrar estructuras favorables.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

Le Wang, Ke-Zhang Qin, Guo-Xue Song, Guang-Ming Li (2019) en su publicación "A review of intermediate sulfidation epithermal deposits and subclassification" [10]; indica que las estructuras polimetálicas de Ag-Au-Pb-Zn de sulfuración intermedia (IS) son uno de los subtipos de depósitos epitermales formados en entornos de arco relacionados con la subducción orogénica y emplazadas en rocas volcánicas-subvolcánicas andesítico-dacíticas; de esta manera expone las características y comportamientos estructurales de estas vetas polimetálicas y su exploración en la búsqueda de nuevos cuerpos mineralizados.

En la publicación "Volcanism and epithermal deposits" de los autores Sidorov A., Volkov A., Savva N. E. (2015) [12], hace referencia a la mineralización epitermal como criterio metalogénico importante para cinturones volcánicos de diferentes edades.

Los depósitos epitermales de alta sulfuración son formaciones poco profundas en cinturones volcánicos, con depósitos de baja sulfuración que se forman a nivel subvolcánico y el intermedio entre los dos tipos son los depósitos más profundos. Por esta razón las estructuras formadas dentro de los yacimientos mineros como vetas mineralizadas, están relacionadas con la gran actividad hidrotermal y mineralización epitermal proveniente de rocas volcánicas como la andesita que se presenta en el área de estudio.

1.4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES

Condori Taipe, Tulio Eustaquio (2011) en su tesis de pregrado “Estudio geológico de vetas y mantos Pb-Zn del proyecto Sajapampa – Huancavelica” [5]; afirma que el Proyecto Minero Sajapampa de características polimetálica de Pb-Zn-Cu-Ag, posee las características mineralógicas típico de sistemas de alta ley en vetas/zonas de cizallas, la mineralización esta hospedada en rocas volcánicas de flujos de lavas andecíticas y dacíticas muy similar a la mineralogía de Bethania y asociados a halos de alteración carbonatada de baja ley y con mineralizaciones locales tipo mantos de reemplazamientos ricos en Pb-Zn y mineralizaciones tipo Skarn.

Ayala Tisza, Flynn Dennis, en su tesis “Geología de las ocurrencias de mineralización Cu-Au-Ag del Proyecto Coporaque” (2012) [1], determinó los minerales en Vetillas ubicadas al sur del distrito de Coporaque, identificando las texturas y la relación inter-mineralógica, de igual forma la interpretación de sus condiciones de formación y la secuencia paragenética del depósito.

Los criterios texturales de los depósitos hidrotermales utilizados en la investigación son similares a las estructuras mineralizadas polimetálicas en condiciones de formación y caracterización paragenética de los depósitos.

1.4.3 INVESTIGACIONES LOCALES

Caracle Creek International Consulting Inc., (2019) en su informe técnico “Independent Technical Report in the Bethania Silver Project” [4] a solicitud de la empresa privada canadiense Kuya Silver Corp., señaló durante un estudio en la Mina Bethania (antes Mina Santa Elena) una minuciosa exploración de los afloramientos y de interior de mina; concluyó la factibilidad de la reactivación de la mina con la construcción de una Planta de Beneficio de hasta 350 tpd (flotación), recomendando una campaña de perforación diamantina superficial, adicionalmente un estudio de alteraciones y un mapeo geológico-estructural al detalle.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Yacimiento Mineral

La naturaleza y composición geoquímica, mineralógica y petrológica de la Tierra difiere por cada capa en que se divide; la composición en el Núcleo (zona profunda) es simple y homogénea, intermedia en el Manto y en la Corteza (capa más superficial) presenta una composición más compleja y heterogénea. Por tanto, considerándose desde un aspecto geoquímico, todos los elementos químicos están distribuidos de forma muy amplia en la Corteza; formando rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Durante los procesos geológicos que originan la formación de una roca, algunos elementos o minerales pueden concentrarse selectivamente muy por encima de sus valores “normales”, originando a concentraciones “anómalas”.

Para que esta concentración mineral se convierta en un yacimiento o depósito de minerales útiles, tienen que cumplirse las condiciones necesarias que lo permitan; el mineral debe ser valioso en sí mismo o ser portador de algún elemento nativo y debe ser requerido por el mercado cumpliendo el requisito de que su explotación sea económicamente rentable. Prácticamente cualquier proceso geológico origina yacimientos minerales.

Un depósito mineral o Yacimiento Mineral es una parte de la Corteza Terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral que, por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito, es factible su explotación. Canet Miquel Carles y Camprubi i Cano Antoni, en la publicación “Yacimientos Minerales: los tesoros de la tierra” (2006) [3]; enuncian a las materias primas minerales como sustancias que se extraen de la Corteza Terrestre para aprovechar sus propiedades físicas o químicas. Esta definición comprende todos los minerales y rocas utilizados por el hombre y los elementos y compuestos que se extraen de ellos.

Clasificando a las materias primas tomando en cuenta como único criterio el de sus aplicaciones, se agrupan en tres grandes categorías:

Combustibles o energéticas: Incluye a los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas e hidrocarburos naturales), y los minerales de torio y uranio que son empleados como fuente combustible para los reactores nucleares.

No metálicas o industriales: Incluyen a las rocas y minerales en las que el propio mineral o roca o un compuesto derivado de él tiene una utilidad o una aplicación industrial (áridos, rocas ornamentales, minerales refractarios, abrasivos, absorbentes, lubricantes, entre muchos otros).

Metálicas: Incluye todos los minerales de los que se extraen metales.

Al conjunto de técnicas y labores cuyo objeto es la exploración y explotación de yacimientos minerales se le define como Minería. Comprende los trabajos de prospección, reconocimiento y exploración de los yacimientos, la extracción, transporte, concentración de los minerales y todas las labores secundarias necesarias para el funcionamiento de una mina.

2.1.2 Yacimientos Hidrotermales

La formación de yacimientos se relaciona a 3 fases:

1. Fase Ortomagmática: Los yacimientos de la fase magmática resultan de a cristalización y solidificación directa del magma a gran profundidad, con elevadas presiones y temperaturas (1200°C) dentro de la cámara magmática. Durante todo este estadio se forman todas las variedades de roca ígnea y todas las variedades de yacimientos que se pueden asociar a este estadio.

Está asociada a la generación de minerales de Cr, Pt, Cu, Ti y Fe; los sulfuros y óxidos de Fe, Ti y Cr se forman al mismo tiempo que los silicatos de Fe y Mg (olivino).

2.1. Fase Pegmatítica: Al seguir la cristalización del magma se produce una concentración fraccionada de los magmas residuales al borde de la cámara magmática, ricos en gases a gran profundidad y a temperaturas entre 800 y 700 °C; cristalizan alrededor de los plutones y rocas circundantes originando los depósitos pegmatíticos. Generan una mineralización de Be, Nb, Ta, Li, TR.

2.2. Fase pneumatolítica: Se caracterizan por presentar un equilibrio entre los cristales y los gases, es el predominio de los gases en el fluido y del transporte de muchos elementos volátiles en estado gaseoso.

La temperatura varía entre los 600 y 400 °C, está relacionada a la fase perimagmática; hay formación de depósitos de Bi, W, Sn, Mo, F (como ganga), micas de Li, apatito, turmalina, topacio, hematita, cuarzo a, muscovita, flogopita, humita, vesubiana, arsenopirita.

3. Fase Hidrotermal: Los yacimientos hidrotermales son formados durante esta fase. Este estadio se produce por debajo de los 400 °C, luego de la salida masiva de los volátiles. En esta fase queda una solución acuosa que encierra sustancias minerales más solubles. Las sustancias que precipitan principalmente son: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, As, etc.

Recién en esta fase se depositan elementos que forman la mayoría de metales preciosos y de base. Este estadio es cualitativamente y cuantitativamente diferente de los precedentes.

Las soluciones hidrotermales contienen sales, cloruros, hidruros, yoduros y sulfuros.

Tanto mena como ganga son constituidos por estos compuestos.

En la figura 1 se considera la siguiente clasificación, de acuerdo al descenso de la temperatura:

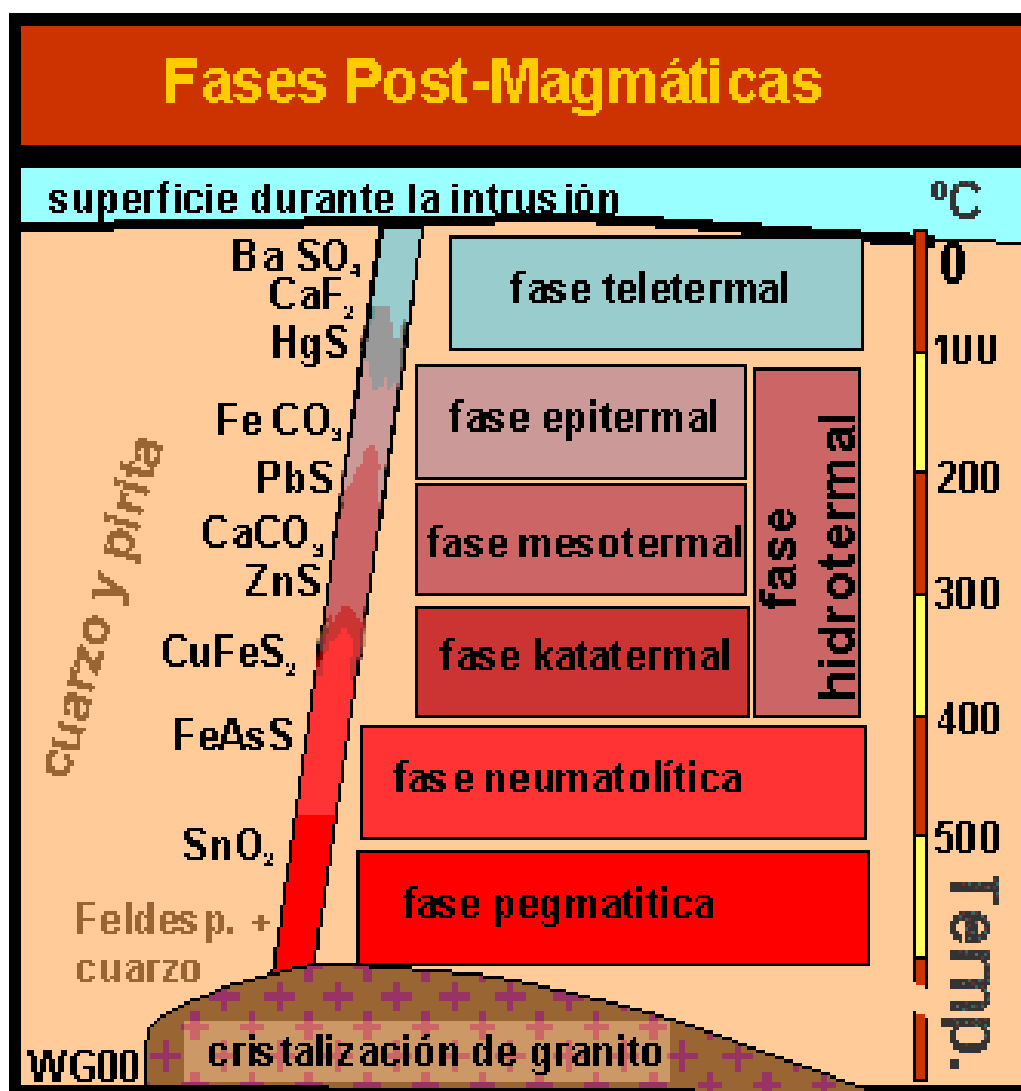


Figura 1 - 2,1. Fases de formación de yacimientos.

Fuente: Henley & Ellis, "Geothermal systems Ancient and Modern: a geochemical Review" (1983)

Esta fase está compuesta por soluciones hidrotermales que transportan iones metálicos desde la intrusión en consolidación hasta el lugar de deposición de dichos

iones; estas soluciones son consideradas el factor de mayor importancia en la formación de depósitos minerales epigenéticos. Estos son líquidos y gradualmente pierden calor a medida que aumenta su distancia de la fuente magmática. De esta manera da origen a depósitos hidrotermales de elevada temperatura cerca de la intrusión, y a mayor distancia se forman depósitos de baja temperatura.

Debido a las enormes presiones existentes, estas soluciones buscan una salida y se introducen por grietas, cavidades y fracturas formando diferentes estructuras dentro de un rango variable de temperatura y presión.

La forma estructural de los yacimientos hidrotermales es muy variable, presentándose como: mantos, vetas, disseminado, vetillas entrecruzados, stockwork, irregulares, etc.

El depósito de estos minerales depende de la fijación de la carga metálica en un ambiente favorable, la deposición es un proceso enteramente químico y ocurren por varios factores: 1) intercambio de reacciones; 2) cambio de pH; 3) coagulación de coloides; 4) efecto de filtración; 5) presencia de campos eléctricos; 6) cambios de T; 7) cambios de P.

La figura 2 nos muestra el esquema de un yacimiento porfirítico y su zonación producto de la alteración de minerales, todos formados por las diferentes condiciones anteriormente nombrados

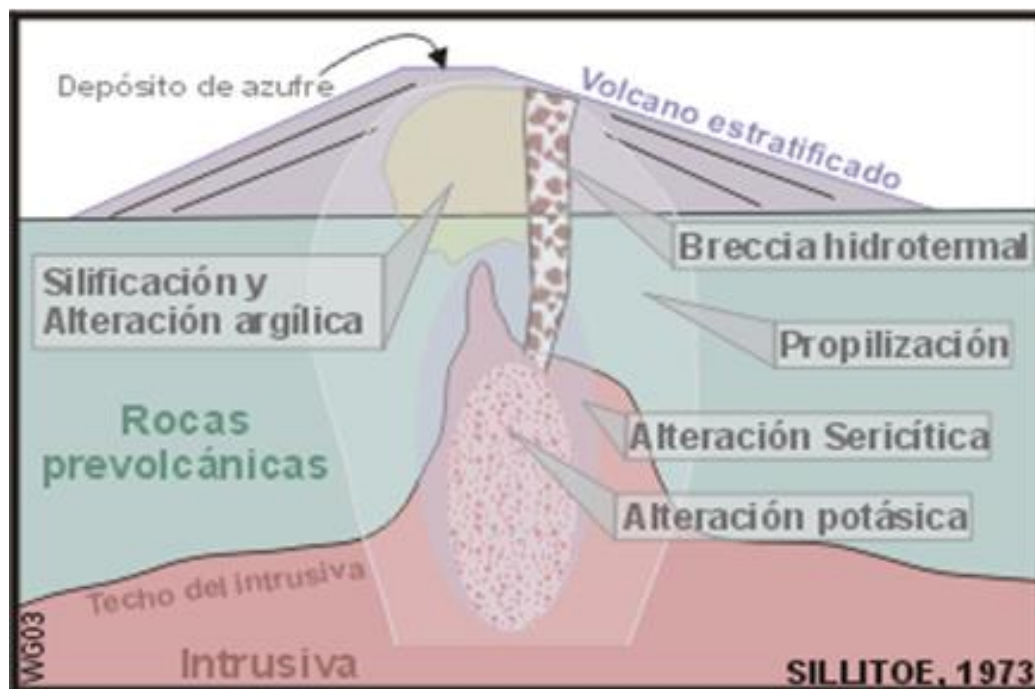


Figura 2 - 2,2. Esquema de un yacimiento porfídico.

Fuente: Sillitoe, "The tops and bottoms of Porphyry Copper Deposits" (1973)

Los depósitos hidrotermales se pueden dividir en dos grupos, de acuerdo a las condiciones de temperatura y presión:

MESOTERMALES: Depositadas a media y gran profundidad, a presión alta y moderada, con temperaturas entre (400 – 200°C).

Entre los minerales tenemos: Au, Casiterita, Arsenopirita, Wolframita, Pirrotita, Uranita, Calcopirita, Pirita, Esfalerita, Tetraedrita, Galena, Au, etc.

Ejemplo: Toquepala, Cerro Verde, Cuajone, Michiquillay, Toromocho.

EPITERMALES: Formados a poca profundidad y bajo condiciones de presión y temperatura moderadas (200-50°) tal como se muestra en la figura 3.

Entre los minerales se tiene: Argentita, Pirolusita, Estibina, Cinabrio, Galena, Sulfosales de Ag, Au nativo, etc.

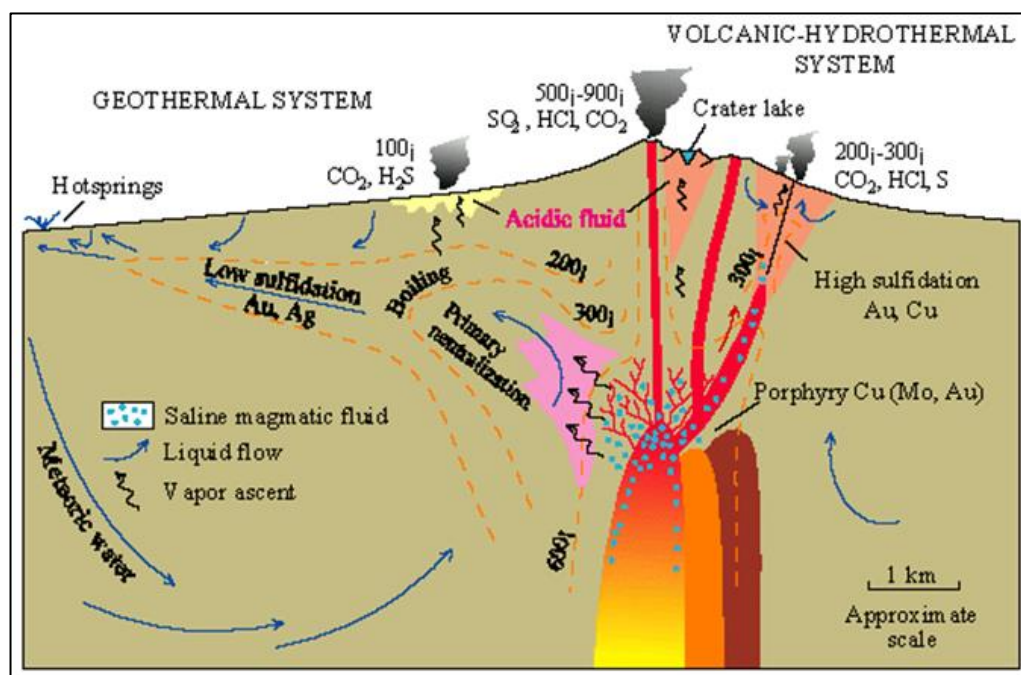


Figura 3 - 2,3. Origen de los depósitos epitermales. Fuente: Sillitoe, R.H., "Epithermal Models: Genetic Types, Geometrical Controls and Shallow Features; in Mineral Deposit Modeling" (1993)

Ocurrencia de yacimientos hidrotermales en general

La mayoría de yacimientos en el Perú son de tipo hidrotermal, porque están asociados a todo tipo de roca.

Ejemplo:

Cu: Pórfidos

Zn: Carahuacra, Cercapuquio

Pb: Algamarca, Sayapullo, Atacocha, Colqui, Raura, Caudalosa, Arcopampa.

Ag: Colqui, Colquijirca, Millotingo

W: Pasto Bueno, San Cristóbal

Sb: Jachiscocha (Cobre Gris)

Mn: Pozuzo

De las tres fases mencionada, **la fase hidrotermal es la más favorable para la formación de yacimientos minerales.** Los yacimientos asociados a las rocas magmáticas han sido muy estudiados, a diferencia de los yacimientos asociados a las rocas sedimentarias, los cuales recién en las últimas décadas se les está estudiando con mayor énfasis.

2.1.3 Exploración de Yacimientos

La exploración minera es la base de la industria minera, ya que debe permitir la localización de los recursos mineros a explotar, al mínimo coste posible.

Por este motivo, presenta técnicas básicas que son las que se sintetizan a continuación.

Metodología de la investigación minera

Evans, A.N., en la publicación "Introduction to mineral exploration" (2008) [6]; proporciona una descripción general completa de todos los aspectos de la exploración de minerales. La base de cualquier trabajo eficiente es la planificación de las actividades a realizar. La Investigación Minera se subdivide en tres etapas claramente diferenciadas:

Preexploración: Tiene por objeto determinar si una zona concreta, normalmente de gran extensión, presenta posibilidades de que exista un tipo determinado de

yacimiento mineral. Esto se establece en función de la información de que se dispone sobre el tipo de yacimiento y sobre la geología de la región de estudio. Es un trabajo fundamentalmente de gabinete, en el que contaremos con el apoyo de información bibliográfica, mapas, fotos aéreas, imágenes de satélite, etc., aunque puede incluir alguna salida al campo para reconocer las zonas de mayor interés.

Exploración: Una vez establecidas las posibilidades de la región estudiada, se pasa al estudio sobre el terreno. En esta fase se aplican las diversas técnicas disponibles para llevar a cabo de forma lo más completo posible el trabajo, dentro de las posibilidades presupuestarias del mismo. Su objeto final es corroborar o descartar la hipótesis inicial de existencia de mineralizaciones en la zona prospectada.

Evaluación: Luego que se ha detectado una mineralización de interés minero, en la que se observa caracteres que puede llegar a ser explotada; se lleva a cabo la evaluación o valoración económica.

A pesar de todos los estudios realizados, los datos obtenidos no son aún concluyentes, y en caso de que la valoración económica sea positiva, conduce a un estudio de viabilidad, que considere todos los factores geológicos, mineros, sociales, ambientales, etc., que permitan realizar la explotación.

2.1.4 Geología Minera

La Geología Minera es una subdisciplina de la Geología que estudia la composición y estructura de la Tierra para determinar la ubicación, características, posibilidades económicas y relaciones estructurales en un depósito mineral; mediante la

elaboración, control, supervisión y ejecución de programas de exploración de yacimientos mineros. En este caso, los geólogos mineros ayudan a encontrar y eliminar minerales y otros recursos presentes por debajo de la superficie de la Tierra. También aconsejan sobre la inocuidad e idoneidad de los emplazamientos mineros. Una vez iniciado los trabajos de minería, los geólogos mineros supervisan el trabajo dentro de las labores mineras en coordinación con el personal de mina en cada una de las estructuras que presenten alta ley e idóneos a ser extraído.

Una vez establecido el lugar para la explotación, los geólogos mineros usan ordenadores para producir modelos tridimensionales de la mina, con la finalidad de realizar el diseño de la mina y la evaluación de impacto ambiental de la mina.

A continuación, se elaboran programas de perforación y exploración de superficie para evaluar las etapas iniciales de la excavación de la mina.

Una vez iniciada la excavación, los geólogos recogen la información crítica a medida que se desarrolla la excavación, analizando muestras de los núcleos recogidos con la perforación, por ejemplo. Los geólogos se encargan de comprobar la calidad del mineral y de tomar decisiones sobre problemas que puedan surgir (desviación de estructuras, fallas locales, seguimiento de alteraciones, etc.).

2.1.5 Mapeo Geológico de Estructuras

Es la representación gráfica a una escala determinada de los rasgos geológicos en sus relaciones espaciales correctas de lo observado y medido en las labores subterráneas mediante ploteos en un plano topográfico de los caracteres geológicos. Estos rasgos

geológicos incluyen estructuras (fallas, vetas, diaclasas, pliegues, crestones sílicos, cuerpos, juntas), litologías, alteraciones, contactos, estratificación, centros volcánicos, etc.

2.1.6 Muestreo de Estructuras

El muestreo es considerado una actividad importante y necesaria para el geólogo, en base a los resultados de los ensayos de las muestras se va a evaluar si un yacimiento es económicamente explotable o no, con los resultados de muestreo se planea y controla una adecuada exploración, explotación y tratamiento metalúrgico, teniendo cuidado que el muestreo sea de lo más correcto, permitiendo de esta manera garantizar los resultados de los ensayos obtenidos para el cálculo de reservas, mientras que en la etapa de exploraciones la evaluación de los resultados del muestreo acompañado de una buena interpretación geológica va a definir la calidad de un yacimiento y su consiguiente exploración.

2.1.7 Modelamiento Geológico de Estructuras

En la publicación "Ore reserves estimates in the real world" de Stone, J.G.; Dunn, P.G. publicado por la Society of Economic Geologist (1994) [13], define modelo geológico como la representación idealizada bidimensional o tridimensional de un volumen de rocas. En esta etapa se puede representar a diferentes variables como la estructura, la litología, mineralización, alteración hidrotermal, mineralogía (Ag, Pb, Zn), leyes, densidad, RQD u otro tipo de característica geológica propia de un depósito mineral.

La construcción del modelo geológico es una parte fundamental en el proceso de estimación de recursos de un depósito, pues permite representar la morfología del depósito, siempre procurando ser lo más cercano a la realidad.

A partir de modelo geológico se definen las unidades de densidad y los dominios para la interpolación de los grados o leyes. Los dominios permiten la aplicación de modelos geoestadísticos para la interpolación.

Para la construcción del modelo geológico se requiere de la base de datos del yacimiento compuesta principalmente por la cartografía geológica de superficie, información de muestras de sondajes, labores subterráneas, trincheras y otros.

Luego de la construcción del modelo geológico, se validan respecto al modelo conceptual del depósito, la comparación visual respecto a las muestras y el porcentaje de acierto de las muestras contenidas en los sólidos, para finalmente reportar los recursos minerales con códigos internacionales como el código JORC.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Galería:

Labor Minera de avance horizontal que se desarrolla a lo largo de una estructura mineralizada.

2.2.2 Chimenea:

Labor Minera de Preparación vertical que se desarrolla en una estructura mineralizada.

2.2.3 Crucero:

Labor minera que se desarrolla perpendicular a una estructura mineralizada hasta interceptarla.

2.2.4 Ley:

Concentración de un elemento químico económico presente en una roca y en el material mineralizado de un yacimiento.

2.2.5 Explotación:

Extracción de los minerales económicos acumulados en el yacimiento.

2.2.6 Potencia:

Ancho de una estructura mineralizada.

2.2.7 Circar:

Método de explotación minera de vetas angostas que consiste en realizar un primero disparo en roca estéril para posteriormente hacer un segundo disparo en la estructura.

2.2.8 Ventana:

Labor minera en interior de mina de poca longitud, que tiene múltiples propósitos, como cola de carro, almacén o como búsqueda de estructuras.

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

Al efectuar un adecuado análisis estructural de las vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad, permitirá determinar las estructuras mineralizadas favorables.

VARIABLES:

- VARIABLE INDEPENDIENTE:

Análisis estructural en vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad.

- VARIABLE DEPENDIENTE:

Estructuras mineralizadas favorables.

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1 - 3,1 Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	PREGUNTAS
<p><u>Independiente:</u></p> <p>Análisis estructural en vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad.</p>	Topografía	Coordenadas UTM (N(m), E(m), Cota (m))	¿Se puede obtener una ubicación más precisa?
	Geología Estructural	Rumbo, buzamiento y potencia (°Az, °N-S, m)	¿Cuál es la mejor manera de obtener una medida representativa?
Longitud del afloramiento (m)			
<p><u>Dependiente:</u></p> <p>Estructuras mineralizadas favorables.</p>	Minería	Rumbo y dirección a la estructura (°Az, m)	¿Cómo hacer un uso eficiente de explosivos y maquinarias?
	Ingeniería	Distancia del collar al target en el DDH (m)	¿De qué manera se puede evitar las desviaciones?
	Geomecánica	RQD (%)	¿Qué tipo de terreno es favorable en las exploraciones?
	Geología Económica	Ley de los target (g/ton)	¿Qué técnicas se puede aplicar para obtener un mejor muestreo sin errores?

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación presenta un **enfoque cuantitativo**: cuantificar la recopilación y análisis de datos (Bryman, Alan, "Social research methods, 4th edición", 2012) [2]; es objetiva y sustentada con investigaciones previas que nos dan herramientas apropiadas para comprender el problema, de esta manera se contrasta la hipótesis efectuada mediante su comprobación o confirmación y está orientada al resultado (buscar y encontrar estructuras mineralizadas).

La investigación presenta un **alcance descriptivo**, examinando las propiedades importantes de las estructuras, de la misma manera presenta un alcance correlacional, buscando correlacionar los mapeos con las secciones geológicas de las vetas.

Respecto al diseño de la **investigación es experimental**, debido a que se debe realizar análisis geológicos, con los datos registrados y medidos dentro de la Unidad de Análisis, llegando de esta manera al objetivo de la investigación.

4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

La Unidad de Análisis corresponde a las Vetas Mineralizadas 12 de Mayo y Española de la Mina Bethania perteneciente a la empresa peruana S&L Andes Export S.A.C. (empresa cuyas actividades mineras son extracción de minerales metalíferos no ferrosos, excepto los minerales de uranio y torio).

La mina Bethania estuvo en producción hasta 2016, moliendo su mineral en varias otras plantas de concentrados en la región.

UBICACIÓN:

La ubicación política de la mina es en la comunidad de Acobambilla, en el Distrito de Acobambilla, en la Provincia y Departamento de Huancavelica tal y como muestra la Figura 4,1.



Figura 4 - 4,1 Ubicación geográfica de la Mina Bethania

Fuente: Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2019)

Geográficamente, se encuentra ubicada en el paraje del Cerro Santa Elena. La Mina presenta una altitud promedio de 4,700 msnm.

El área de la mina ha sido generada por la unión de la concesión involucradas y comprende un área total de 45 Has.

En la tabla 4,1 se muestra las coordenadas UTM de la Unidad:

Tabla 2 - 4,1 Ubicación UTM de la Mina Bethania.

VERTICES	COORDENADAS UTM (PSAD 56)	
	NORTE	ESTE
01	8 603 569,420	444 069,430
02	8 603 038,440	442 668,310
03	8 603 318,670	442 562,120
04	8 603 849,650	443 963,240

Fuente: Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2019)

ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE LA MINA:

Desde Lima (Capital de la República), se cuenta con dos rutas de acceso, vía terrestre, para llegar al proyecto como se muestra en la tabla 4,2.

Tabla 3 - 4,2 Ruta de acceso desde Lima por la Panamericana Sur.

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Hrs)	TIPO DE VIA
Lima – Cañete	150	3.5	Asfaltada
Cañete – Lunahuana	40	0.4	Asfaltada
Lunahuana- Llapay	140	3.5	Asfaltada
Llapay – Laraos	12	0.4	Afirmada
Laraos – Mina San Valentín	19	1.2	Afirmada
Mina San Valentín – Proyecto Santa Elena	50	2	Trocha Carrozable
TOTAL	411	11	

Fuente: Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2019)

La segunda ruta de acceso es desde la Ciudad de Huancayo como se muestra en la tabla 4,3.

Tabla 4 - 4,3 Ruta de acceso desde la Ciudad de Huancayo.

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Hrs)	TIPO DE VIA
Huancayo – Mina Cercapuquio	73	2.5	Afirmada
Mina Cercapuquio – Mina Santa Elena	44	2.5	Trocha Carrozable
TOTAL	117	5	

Fuente: Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2019)

En la figura 4,2 se muestra las dos rutas de acceso a la mina.



Figura 5 - 4,2 Ruta de Traslado a la Mina Bethania.

Fuente: Elaboración Propia.

RECURSOS MINERALES

El yacimiento está formado por múltiples estructuras mineralizadas, siendo dos las principales cuyos nombres son 12 DE MAYO y LA ESPAÑOLA cuyas potencias varían de 0.05 m a 0.9 m, buzamiento de 75° a 85°, reconocidas 150 m. en encampane y en longitud 450 m. emplazadas en roca andesitas y dacitas.

TIPO DE MINERALIZACIÓN

La mineralización es del tipo hidrotermal en forma de Rosario con relleno de fracturas poco competente, siendo los principales metales útiles Plata, Plomo, y Zinc. La ley de mineral de reserva es de 20 Onz. Ag/TC.

La mineralización en esta zona está controlada por una falla local denominado Falla Victoria que tiene una orientación NE con buzamiento de 60° NE, lo cual tiene una fuerte mineralización en determinadas zonas, típicamente rosario, y de buenas leyes con contenido de Ag pasando las 18 onzas/TC como también aumenta la presencia de Chalcoprita.

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL MINERAL

El mineral económico que presenta la Mina Bethania es como se describe a continuación:

- Mineral Económico:

El Zinc se presenta en la Esfalerita (blenda rubia) con fórmula $(Zn,Fe)S$, el Plomo se presenta en Galena PbS , la Plata se presenta en la Galena Argentífera $PbAgS$. Las leyes económicas del mineral se muestran en la siguiente tabla 4,4

Tabla 5 - 4,4. Leyes del mineral económico.

Leyes			
Zn (%)	Pb (%)	Cu %)	Ag onz/TCS
2.0	3.92	0.2	16.00

Fuente Caracle Creek International Consulting Inc., "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2019)

- Mineral de Ganga:

Se tiene como minerales de ganga a los siguientes elementos: la Baritina $BaSO_4$, Pirita FeS_2 , la Calcopirita $CuFeS_2$, Bornita Cu_5FeS_4 , Arsenopirita $FeAsS$, y Oropimente As_2S_3 .

ZONA DE EXPLOTACIÓN

La zona de Explotación está comprendida en dos vetas principales:

1. La Veta 12 de Mayo tiene un Rumbo N 70° Azimutal, un Buzamiento promedio de 90° vertical y una longitud aproximado de 1 Km.
2. La Veta Española tiene Rumbo N 72°, un Buzamiento de 80° SW y una longitud aproximada de 1 Km según afloramiento.

ESTRATIGRAFÍA:

La estratigrafía, dentro y circundante al área del Proyecto se ha realizado teniendo como base la información del INGEMMET según como se describe en el boletín "Geología del Perú. Boletín N°55 Serie A: Carta Geológica Nacional", (1995) [8].

Se evidencia una diversidad de formaciones rocosas, cuyas edades abarcan el Mesozoico y Cenozoico como se describe a continuación:

Mesozoico

- **Formaciones Chulec – Pariatambo (Ki-chp)**

Aflora en las partes bajas de los cerros y en las altiplanicies. Son reconocidas como “calizas Machay” y están compuestas por 2 miembros, uno inferior (Chulec), conformada por arcillas calcáreas gris claras, calizas de color gris pardo amarillento con intercalaciones de margas calcáreas y lutitas arenosas; y una superior (Pariatambo), igualmente de calizas bituminosas, así como bancos de arcilla y yeso; a los que posteriormente se les considero como formaciones.

En las zonas mineralizadas, se presenta como una secuencia de estratificación delgada negra sobre el flanco Noreste de la quebrada Heraldos Negros, así como en la galería del Nv. 940. Esta formación bituminosa con nódulos de chert presenta una potencia (espesor) de hasta 120 m compuesta de estratos delgados de calizas con algunos horizontes de lutitas y limonitas calcáreas. Esta formación no continua en el flanco opuesto del anticlinal debido a su desplazamiento normal por la veta falla Esperanza.

o Formación Jumasha (Ks-j)

La formación Jumasha sobreyace en concordancia sobre la formación Pariatambo en un anticlinal de lineamiento andino cuyo eje se inclina levemente hacia el NW. Aflora de manera circundante en toda el área del Proyecto, tiene una potencia (espesor) aproximada de 400 m y sobrelleva concordante a las calizas y lutitas de la formación Pariatambo. Esta potencia consiste de intercalaciones de calizas de color gris a calizas dolomíticas de color gris amarillento a blanco. Presentan frecuentemente concreciones de chert e intercalaciones de margas.

Su edad corresponde al Cretáceo superior.

- o **Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)**

Este grupo se presenta al Noreste del Proyecto y está constituido básicamente de areniscas cuarzosas blanquecinas a amarillentas, alternadas en menor proporción con lutitas gris verdosas, calizas, mantos carbonosos y ocasionalmente “sills” de diabasa y derrames volcánicos. Por lo general, corresponde a las rocas clásticas que yacen sobre las “calizas Pucara” y debajo de las formaciones calcáreas del Albiano. De acuerdo a la evidencia paleontológica encontrada, se considera que este grupo pertenece al Cretáceo Inferior.

- o **Formación Chunumayo (Jm-ch)**

Esta formación aflora, entre Huancavelica, Abancay y el SO de Ayacucho, como una franja de rumbo Noreste a Sureste conteniendo *Stephanoceras* y *Sonninia* del Bajociano. Esta unidad se encuentra fuera del área de estudio al Noreste del Proyecto, posterior el Grupo Goyllarisquizga.

Cenozoico

- o **Formación Sacsaquero (Tim-s)**

Esta es una secuencia volcánica-sedimentaria, de tonalidades violáceas a verdosas, principalmente constituida por zonas andesíticas, tobas, areniscas y rocas limosas-argiláceas.

Los estratos presentan orientaciones variadas y son consideradas horizontales. En superficie se presenta con relieve muy accidentado y agreste, fracturada, moderadamente alterada y con escasa cobertura de suelo residual.

Por su edad corresponde al Terciario Inferior – Medio. Esta Formación aparece a elevaciones menores, principalmente en la zona Oeste del Proyecto.

o Formación Caudalosa (Ts-ca)

Esta Formación es una secuencia volcánica, principalmente constituida por piroclastos, flujos andesíticos, riolacitas y areniscas tufáceas. Se puede encontrar en zonas de terreno con pendiente baja.

Este tipo de formación se encuentra al Oeste del Proyecto.

o Depósitos Glaciares (Qr-g)

Se les conoce como depósitos morrénicos. Son acumulaciones de fragmentos rocosos heterométricos (gravas angulosas, bloques, guijarros y arena) de forma sobre redondeado, dispuestas sin estratificación en una abundante matriz de limo y arcilla. Los depósitos morrénicos están asociados glaciación y se propagan especialmente sobre los 4000 msnm, se presentan en forma de colinas bajas y llanuras.

Estos suelos generalmente se muestran compactos y densos. Este depósito se encuentra dentro del área de actividades mineras.

o Depósitos Fluvioglaciáricos (Qr-tg)

Son geoformas que aparecen con depresiones de pendientes de bajo ángulo en dirección de las corrientes de agua, originadas por la erosión glacial durante el descenso, en algunos casos están cubiertos y se encuentran sobre los 4000 msnm en las nacientes de las cuencas o en la cabecera de los valles aluviales. Se encuentran al Noreste de área del Proyecto.

- o **Rocas Intrusivas (t-mdi)**

Este grupo de rocas intrusivas tiene el comportamiento de interceptar los horizontes sedimentarios calcáreos de las formaciones Cretáceas y son los portadores de los fluidos mineralizantes, emplazándose en el Terciario. En el área del yacimiento tenemos los siguientes:

- Hipabisales andesíticos

En el área de trabajo se ha observado que hacia el lado Este afloran a manera de plutones y también en forma de sills y de cortas extensiones roca de naturaleza andesítica, las que están genéticamente ligadas a la mineralización de las vetas de esa zona, estas rocas presentan ligera alteración propilítica.

- Stock Intrusivo

Hacia el lado Norte del yacimiento y al pie de la laguna Condoray, se presenta un cuerpo intrusivo de naturaleza monzodiorita de dimensiones 1 km x 2 km, la cual ha intruído a las rocas calcáreas de la Formación Jumasha, y que muy probablemente tenga relación con los fluidos mineralizados del yacimiento "Heraldos Negros".

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL:

Dado el tectonismo que se dio en la Cordillera de los Andes, en el área del Proyecto se manifiestan los siguientes elementos estructurales claramente diferenciados:

- Anticlinal Condoray

La estructura principal que se presenta en el yacimiento es el anticlinal Condoray de dirección N55°W, paralelo a la dirección de la Cordillera Andina; presenta flancos con inclinaciones de 2° aproximadamente, está conformado por rocas sedimentarias Cretácicas e intruídas por cuerpos ígneos del Terciario. Constituye una elevación prominente disectada por quebradas y unan dinámica glaciár.

- **Fallamiento SE-NW**

La charnela del anticlinal Condoray se encuentra cortado, observándose el emplazamiento de dos (02) fallas paralelas que presentan la misma dirección del anticlinal y se inclinan 72° SW.

Estas dos fallas se encuentran a una distancia de 70 m aproximadamente; además se observa un intenso fracturamiento, en este espacio de tipo cizalla con contenido de mineral en forma de vetilleo.

GEOLOGÍA LOCAL:

El yacimiento "Santa Elena" es un yacimiento de baja sulfuración de tipo hidrotermal. Está en una secuencia volcánica de andesitas y dacitas de edad Terciaria, intercaladas con volcanoclásticos, actualmente muy alterados con presencia de argilización y silicificación.

Se distinguen 2 eventos hidrotermales:

El 1ero, un sistema estructural de vetillas delgadas de cuarzo de dimensiones variadas cavernosas rellenas total y/o parcialmente de óxido de fierro con presencia de oro en un contexto argílico avanzado.

El 2do evento, estructuras mineralizadas con sulfuros primarios que cortan el primer evento cuya predominancia se reflejan en dos vetas, la 12 de Mayo y la Española, ambos con un rumbo promedio N 70°, con un buzamiento promedio 90° (vertical), y la potencia promedio es de 0.35 m. Los minerales económicos que presentan en orden de abundancia son: La plata (Ag), Plomo (Pb), Zinc (Zn), cobre (Cu) y oro (Au).

- **Mineralización**

La mineralización está constituida por Galena argentífera, blenda rubia, y Calcopirita en menor cantidad, la ganga es principalmente pirita, baritina y cuarzo en menor proporción.

La roca caja es una andesita que presenta una alteración a clorita, sericita con diseminaciones de pirita.

Las vetas presentan un bandeamiento, Baritina en la zona central, la Galena argentífera y esfalerita en ambos lados.

GEOLOGÍA REGIONAL:

De la correlación de imágenes satelitales, planos geológicos regionales y de distribución de los principales yacimientos o centros mineros en producción, se ha podido determinar que, en las altas cumbres de la cordillera occidental, de los Andes Centrales del Perú existe un gran sinnúmero de yacimientos polimetálicos, ubicados dentro de una zona de fallamientos longitudinal de alto ángulo.

Esta zona de falla, es de rasgo estructural regional lineal más importante que controla no solamente la ubicación de diversos yacimientos o distritos mineros sino también la localización de stocks intrusivos, pliegues y centros volcánicos Neógenos.

Tomando como referencia el proyecto “Heraldos Negros”, la zona de fallamiento incluye hacia el noroeste a los yacimientos polimetálicos de San Valentín, Yauricocha, San Cristóbal y Morococha y hacia el sureste a los distritos mineros de Castrovirreyna, Huachocolpa, Julcani, San Genaro, entre otros.

La zona de falla regional mencionada líneas arriba fue mapeada con el nombre de “falla Chonta” de alto ángulo, en el área de San Genaro, habiéndose podido identificar con imágenes satelitales hasta su extremo Noreste. La zona de “falla Chonta” en Heraldos Negros, coincide con el trazo de la veta, falla Esperanza.

4.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 6 - 4,5. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES		INDICADORES
			DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	
¿Cómo afecta negativamente una escasa comprensión de vetas de alto buzamiento ubicadas en las labores mineras al realizar los avances de profundización, en la búsqueda de otras estructuras mineralizadas con leyes favorables?	Analizar estructuralmente vetas de alto buzamiento para proyectarlas a profundidad y encontrar estructuras favorables.	Al ejecutar un adecuado análisis estructural de vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad, permitirá determinar las estructuras mineralizadas favorables.	Estructuras mineralizadas favorables.	Análisis estructural en vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad.	-Coordenadas UTM (N(m), E(m), Cota (m)) -Rumbo, buzamiento y potencia (°Az, °N-S, m) -Longitud del afloramiento (m)

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

5.1 Recolección de datos

El mapeo geológico subterráneo de las estructuras mineralizadas Española y 12 de Mayo, la realización de los planos geológicos de niveles y la elaboración de las secciones geológicas dentro de la mina Bethania, fueron los trabajos de mayor importancia dentro de la presente investigación, teniendo como soporte el muestreo geológico.

5.1.1 Mapeo Geológico:

Para el mapeo geológico se recolectaron datos de cartografía geológica (azimut, buzamiento y potencia) de las características geológicas observadas dentro de las labores mineras como fallas, vetas, litología, contacto, estratificación, usando un plano topográfico de la labor a mapear en papel herculene a escala 1/500 y usando wincha, brújula BRUNTON, flexómetro, distanciómetro.

Las características geológicas fueron reflejadas en el plano mediante una simbología, colores y abreviaturas establecidos, anotando cada detalle de estos caracteres geológicos que se presentan en el terreno.

5.1.2 Secciones Geológicas:

La realización de secciones geológicas se efectuó con el fin de controlar el yacimiento, y a su vez correlacionarlas con cada una de las labores mineras y obtener una mejor interpretación de la profundización de las estructuras mineralizadas.

Las secciones geológicas se realizaron sistemáticamente cada 15 m, transversales a las estructuras mineralizadas tabulares, inicialmente se efectuaron de manera manual usando protáctor, para posteriormente emplear el software AUTOCAD que facilitó la labor.

5.1.3 Muestreo Geológico:

El muestreo geológico de las estructuras mineralizadas se realizó para determinar el contenido de Ag, Pb, Zn y observar su emplazamiento mineralógico dentro del yacimiento a través de las estructuras analizadas.

El método de muestreo dentro de la Mina Bethania que se utilizó fue el muestreo por canales.

Las muestras fueron extraídas realizando canales rectangulares en forma transversal al rumbo de las estructuras mineralizadas a intervalos regulares y al tope de las labores después de cada disparo.

El canal se realizó transversal a la estructura, siendo casi horizontales en las labores mineras debido al alto buzamiento que presentan las estructuras.

Las dimensiones de cada canal dependieron de la potencia de las estructuras, variando de 0.10 m a 0.40 m debido al comportamiento tipo rosario que presentan estas estructuras e inmediatamente se marcó con pintura o spray el canal muestreado.

5.2 Procesamiento de la Información

Luego de obtener los datos de mapeo y secciones geológicas, se procedió a ingresar los datos para digitalizar la información obtenida y formar el modelo de las estructuras; de esta manera se identificó en que labores las estructuras están emplazadas y se observó su comportamiento en horizontal y vertical.

En la figura 5,1 se observa el plano con las secciones a realizar desde la Sección 1 a la Sección 10.

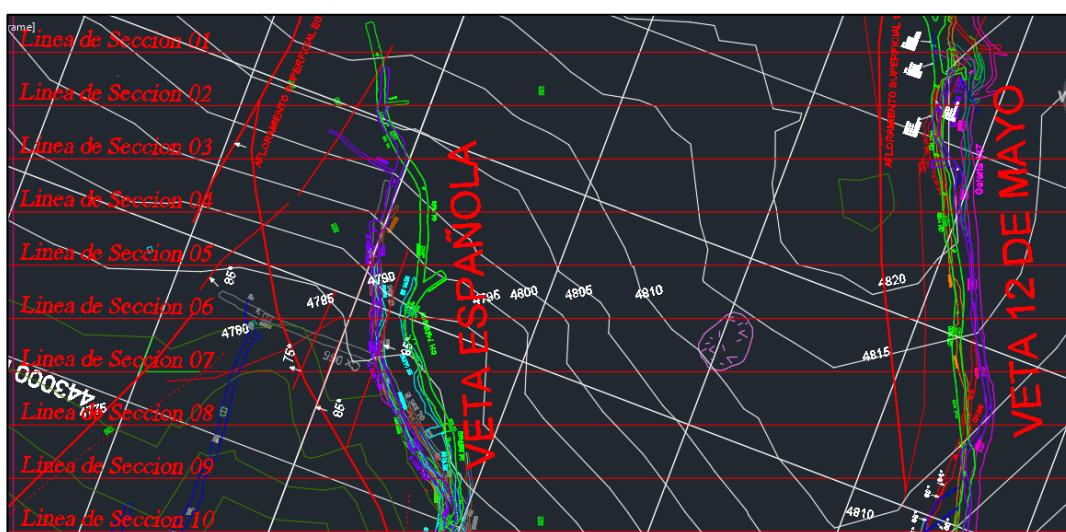


Figura 6 - 5,1 Vista en Planta de las Secciones.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5,2 se muestra la Sección transversal 1 y se observa las Vetas mineralizadas Española y 12 de Mayo donde se puede apreciar el comportamiento en profundidad, la continuidad de las estructuras se ven afectadas por fallas locales que desplazan las estructuras.

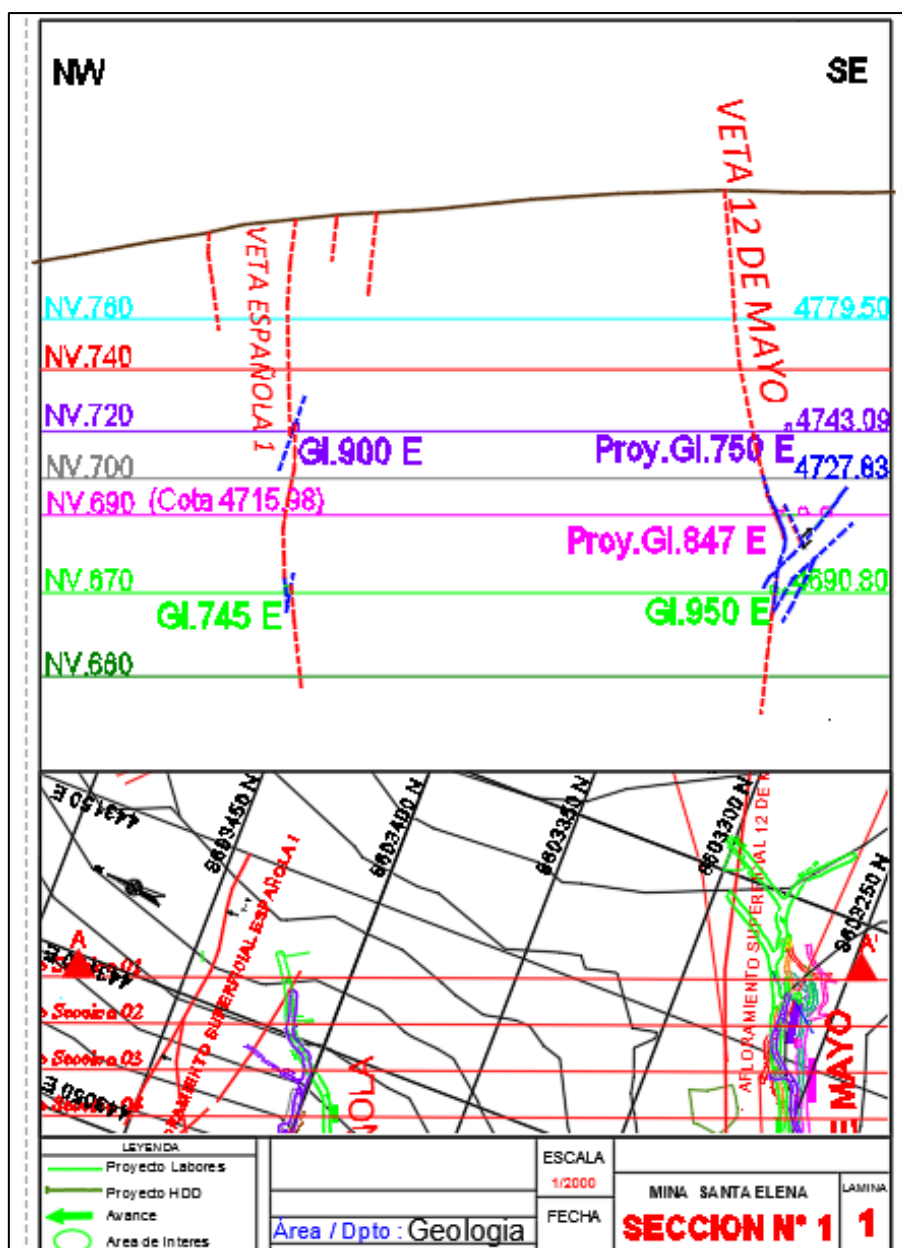


Figura 7 - 5,2 Sección Transversal 1, mostrando fallas locales afectando las estructuras.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5,3 se muestra la Sección Transversal 2 a 15 m de la Sección 1 y se sigue observando la disposición en profundidad de las vetas mineralizadas, fallas locales siguen afectando la continuidad de las estructuras en profundidad

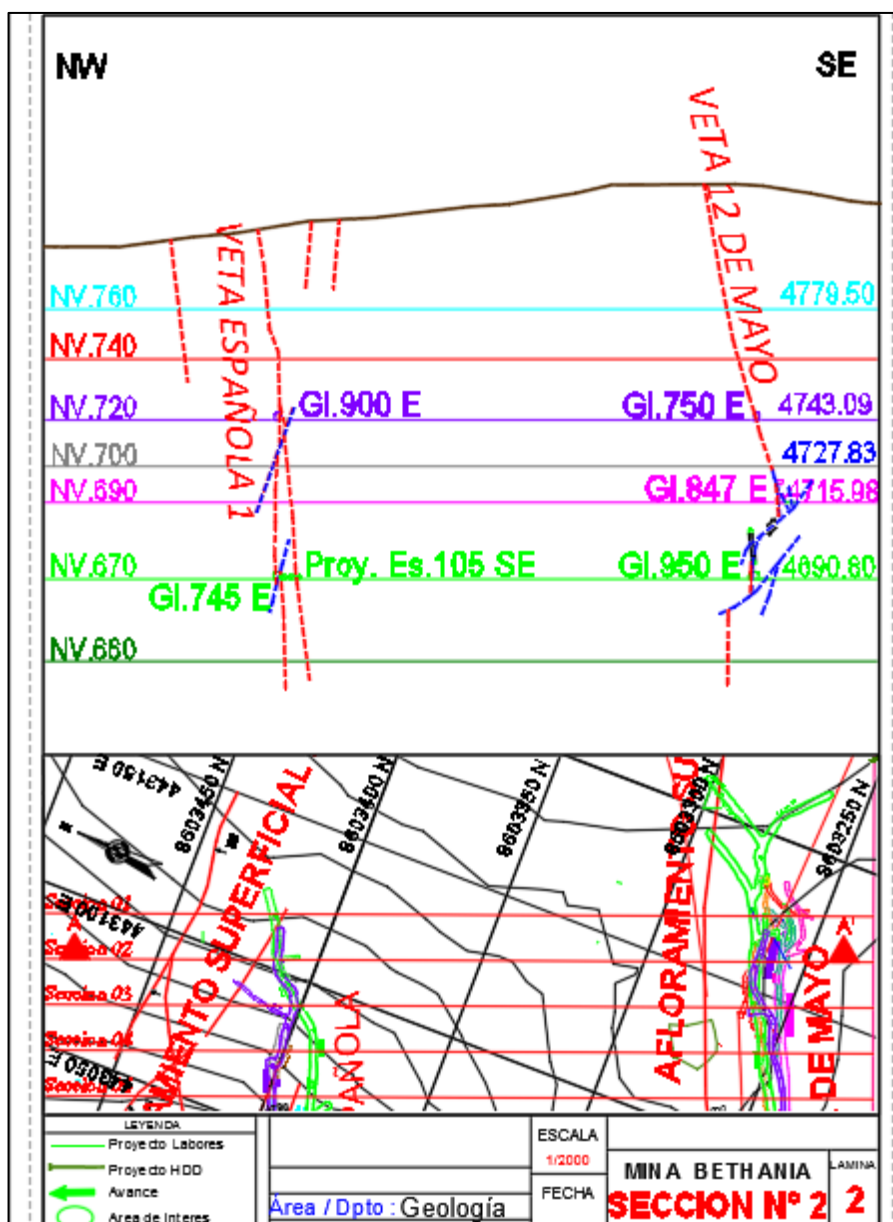


Figura 8 - 5,3 Sección transversal 2, se observan fallas locales a profundidad.

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Análisis de la Información

La información obtenida con el modelamiento de las estructuras predijo las posibles estructuras mediante proyecciones de estos elementos para posteriormente proponer taladros de perforación en interior de mina y/o desde superficie que nos conllevará a confirmar la existencia de estructuras mineralizadas.

5.3.1 VETA MINERALIZADA 12 DE MAYO:

La estructura mineralizada 12 de Mayo está afectada por fallas inversas que hacen perder continuidad en su profundización desde niveles superiores hasta niveles inferiores.

De la Sección 1 a la Sección 4, se observa desde el nivel 720 por la GL-750E hasta el nivel 690 por la GL-847E, la estructura mineralizada presenta cierta continuidad desde superficie. Sin embargo, una falla inversa inferida mueve la estructura al nivel 670 por la GL-950E. En la figura 5,4 se observa el mencionado comportamiento.

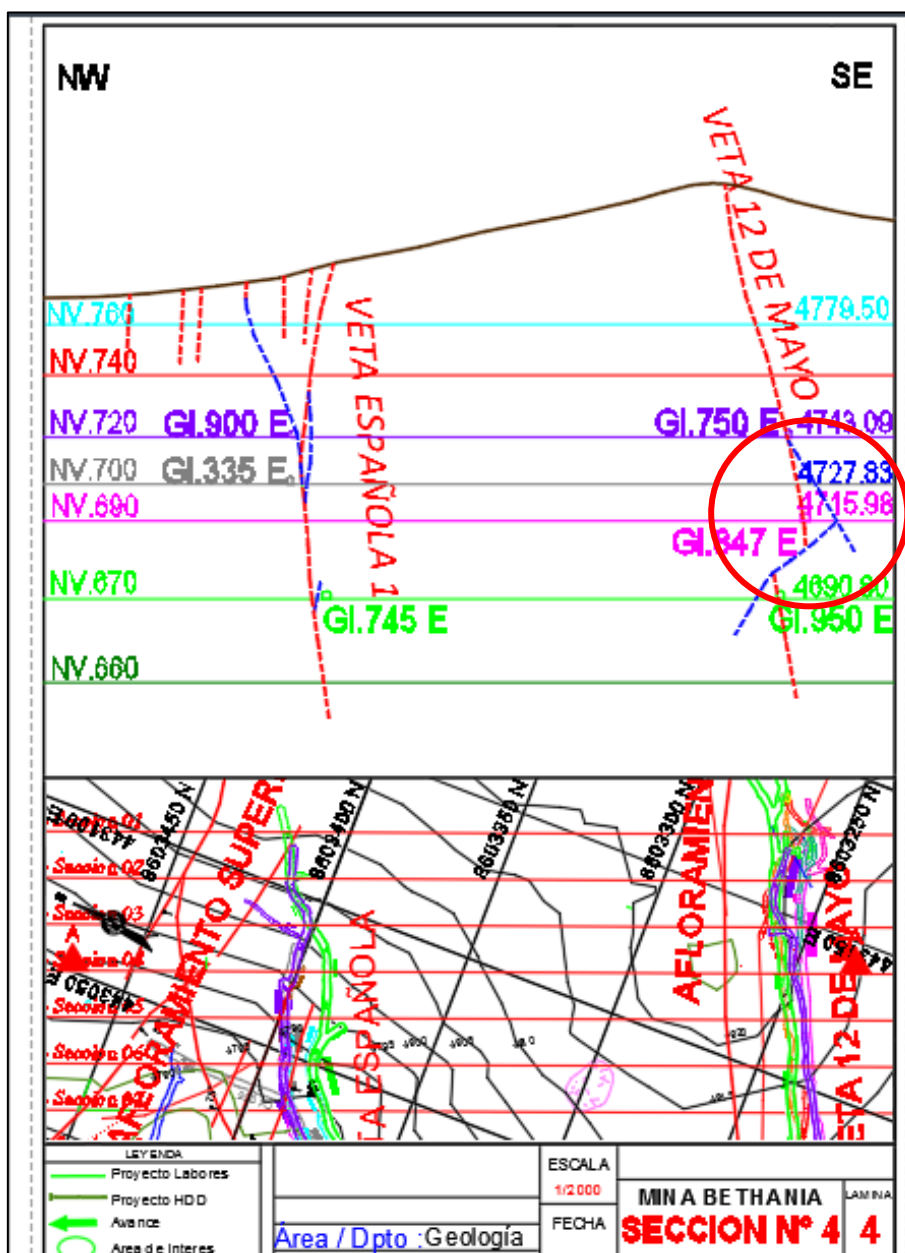


Figura 9 - 5,4. Sección Transversal 4, falla inferida inversa afecta la continuidad.

Fuente: Elaboración Propia

Desde la Sección 5 hasta la Sección 9 se observa que desde superficie hasta el nivel 720 por la GL-750E existe continuidad de la estructura 12 de Mayo, sin embargo desde este nivel hasta los niveles inferiores las labores no presentan continuidad de estructura, debido probablemente a una falla inversa que cruza la estructura desde

el nivel 690 por la GL-847 y en los nivel 670 por la GL-950E se observa el mismo comportamiento de la estructura, fallada probablemente por una falla inversa. En la figura 5,5 se observa el comportamiento descrito en la Sección 7.

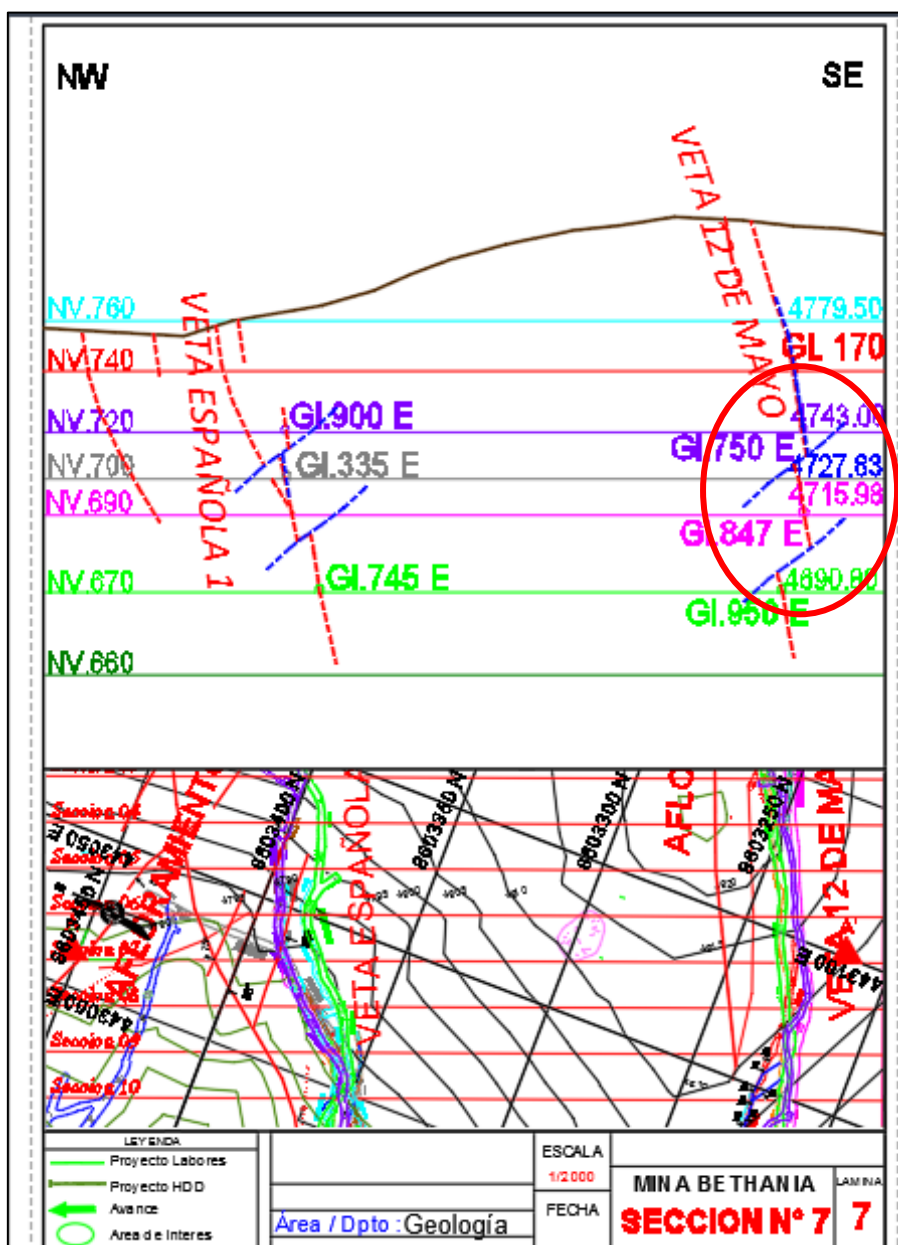


Figura 10 - 5,5 Sección Transversal 7, fallas inversas desplazan la Veta 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia

En la Sección 10 se observa que existe una probable falla inversa que pasa entre el nivel 740 por la GL-750E y el nivel 720 por la GL-760E, moviendo la Veta 12 de Mayo del techo al piso. En la figura 5,6 se visualiza dicho movimiento.

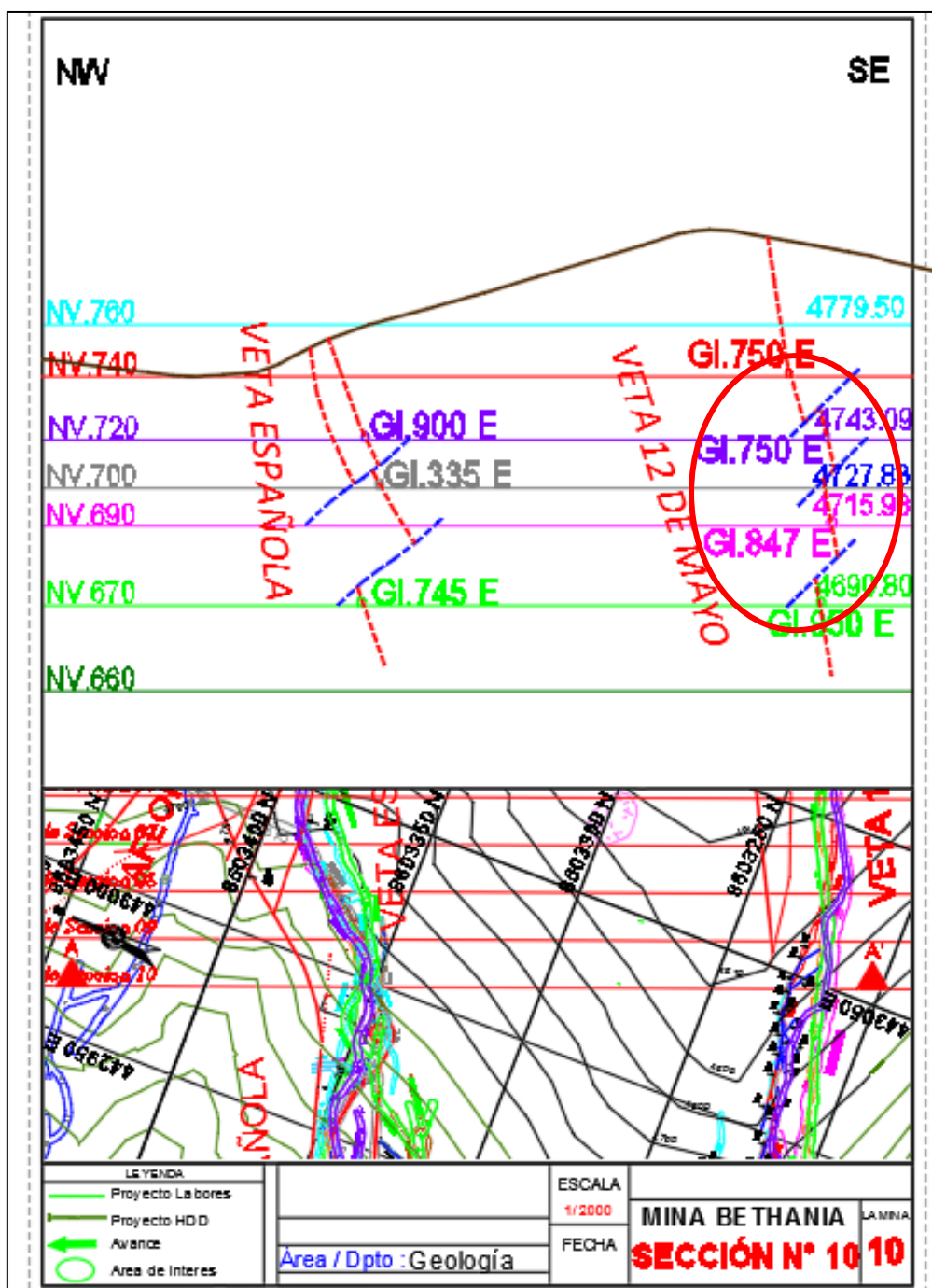


Figura 11 - 5,6 Sección Transversal 10, mostrando fallas inversas.

Fuente: Elaboración Propia

MUESTREO GEOLÓGICO

La Veta Mineralizada 12 de Mayo tiene un contenido más predominante de Pb que la veta Española, pero siempre el contenido de Ag es el más importante, visualizándose en la tabla 5,1

Tabla 7 - 5,1 Leyes de Labores Veta 12 de Mayo

NIVEL	LABOR	%Cu	%Pb	%Zn	Oz Ag/TC
670	GL-950E	0.45	5.45	2.06	13.70
690	GL-847E	0.36	4.03	3.15	22.47
720	GL-750E	0.42	5.68	2.19	13.39
740	GL-170E	0.26	4.35	3.74	12.40

Fuente : Caracle Creek International Consulting, Inc, "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project " 2019

5.3.2 VETA MINERALIZADA ESPAÑOLA:

Desde la Sección 1 a la Sección 4, desde superficie y en profundidad, pasando del nivel 720 por la GL900E y hasta el nivel 670 por la GL745E, la veta mineralizada presenta diversos fallamientos que mueven la veta y no permite un comportamiento constante en el interior del terreno, razón por la cual al tope de las labores no se puede continuar minando. En la figura 5,7 se observa diversos fallamientos afectando la Veta Española

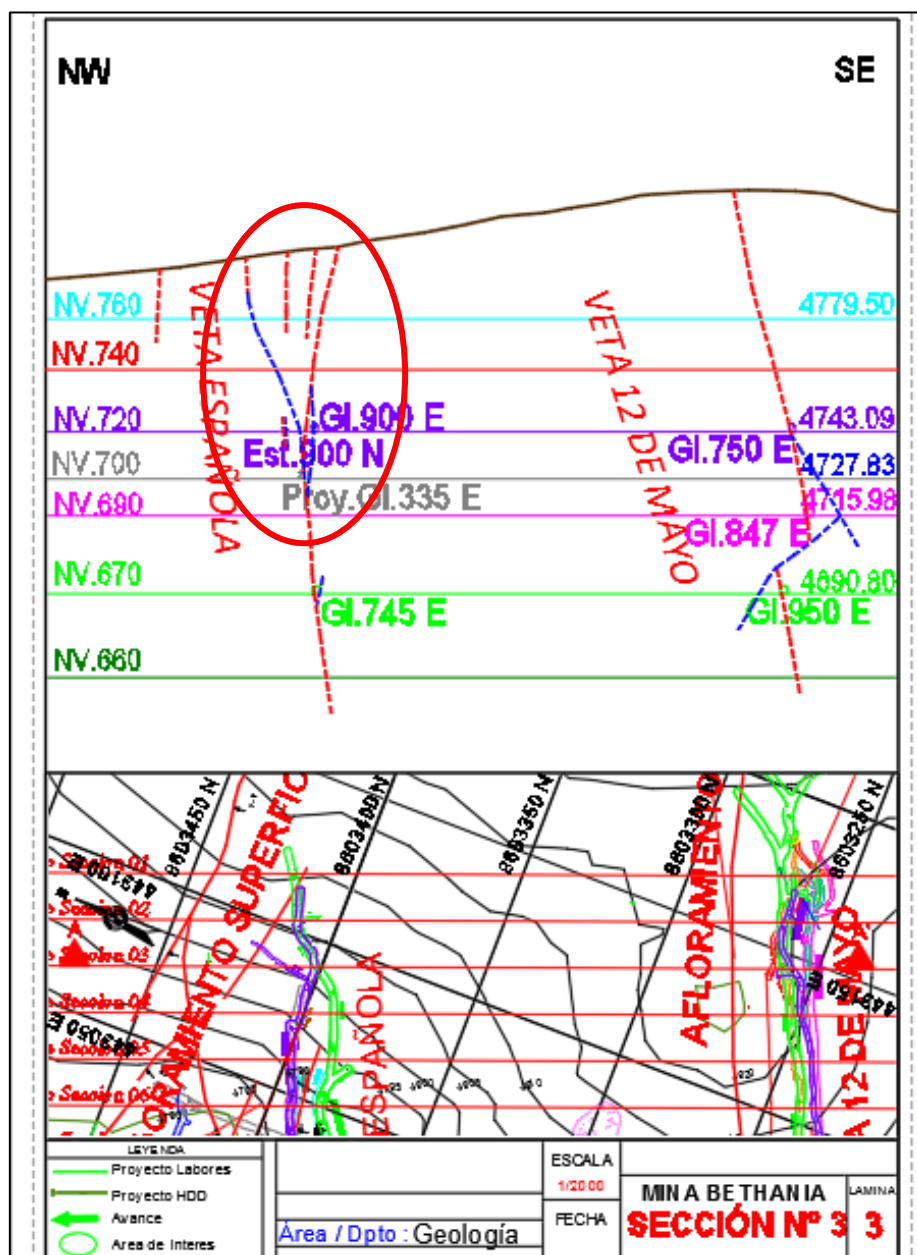


Figura 12 - 5,7 Sección Transversal 3, donde se muestra el intenso fallamiento de la Veta Española.

Fuente: Elaboración Propia.

Desde la Sección 5 a la Sección 10 se infiere una falla inversa que pasa entre el nivel 720 por la GL900E y el nivel 700 por la GL335E y se infiere una falla normal que pasa

entre el nivel 700 por la GL335E y el nivel 670 por la GL745E. En la figura 5,8 se observa ambos fallamientos.

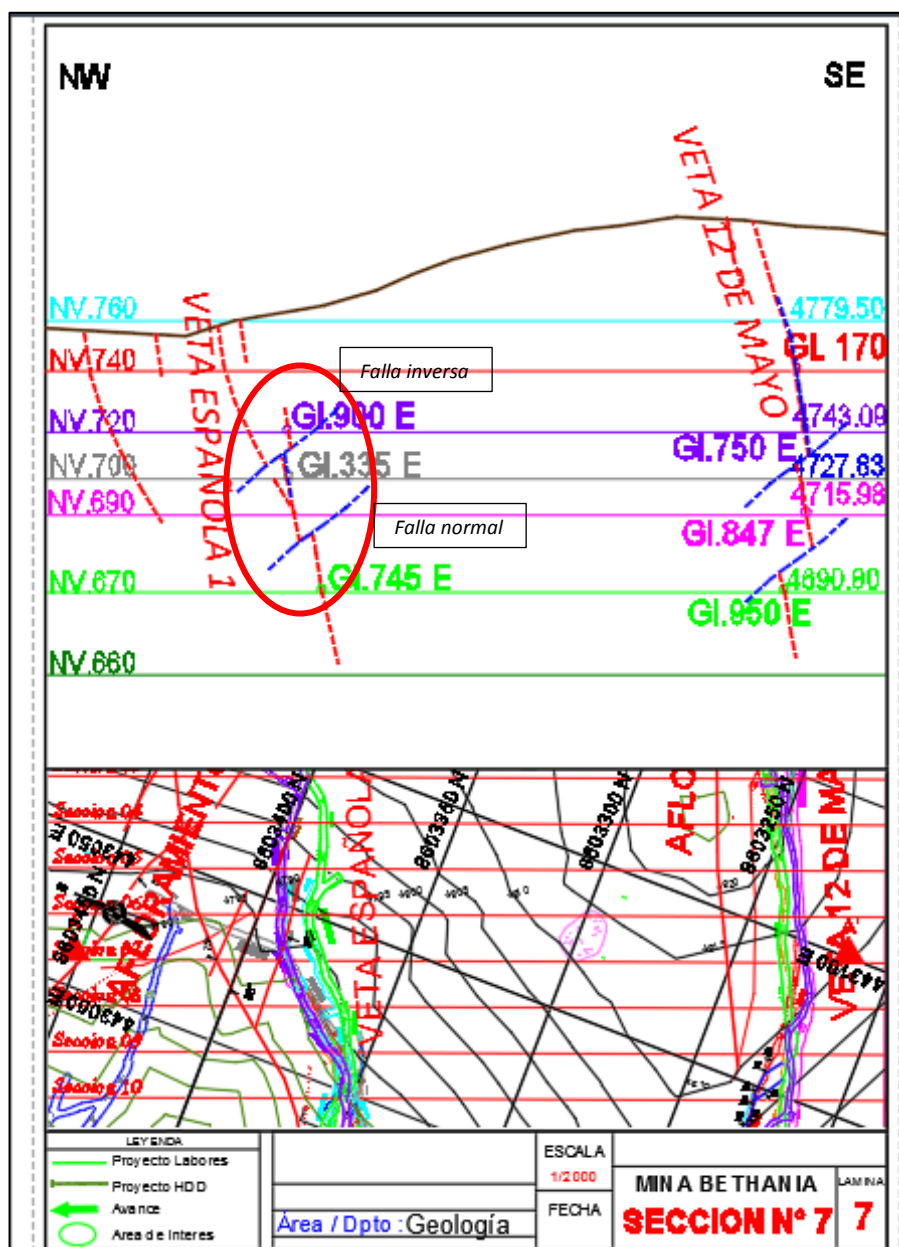


Figura 13 - 5,8 Sección Transversal 7, donde se muestra las fallas normal e inversa afectando la Veta Española.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5,9 se observa un taladro de perforación diamantina propuesto desde superficie Diamond Drill Hole (DDH), con el objetivo principal de intersectar una

proyección de la Veta mineralizada 12 de Mayo y confirmar su existencia a profundidad.

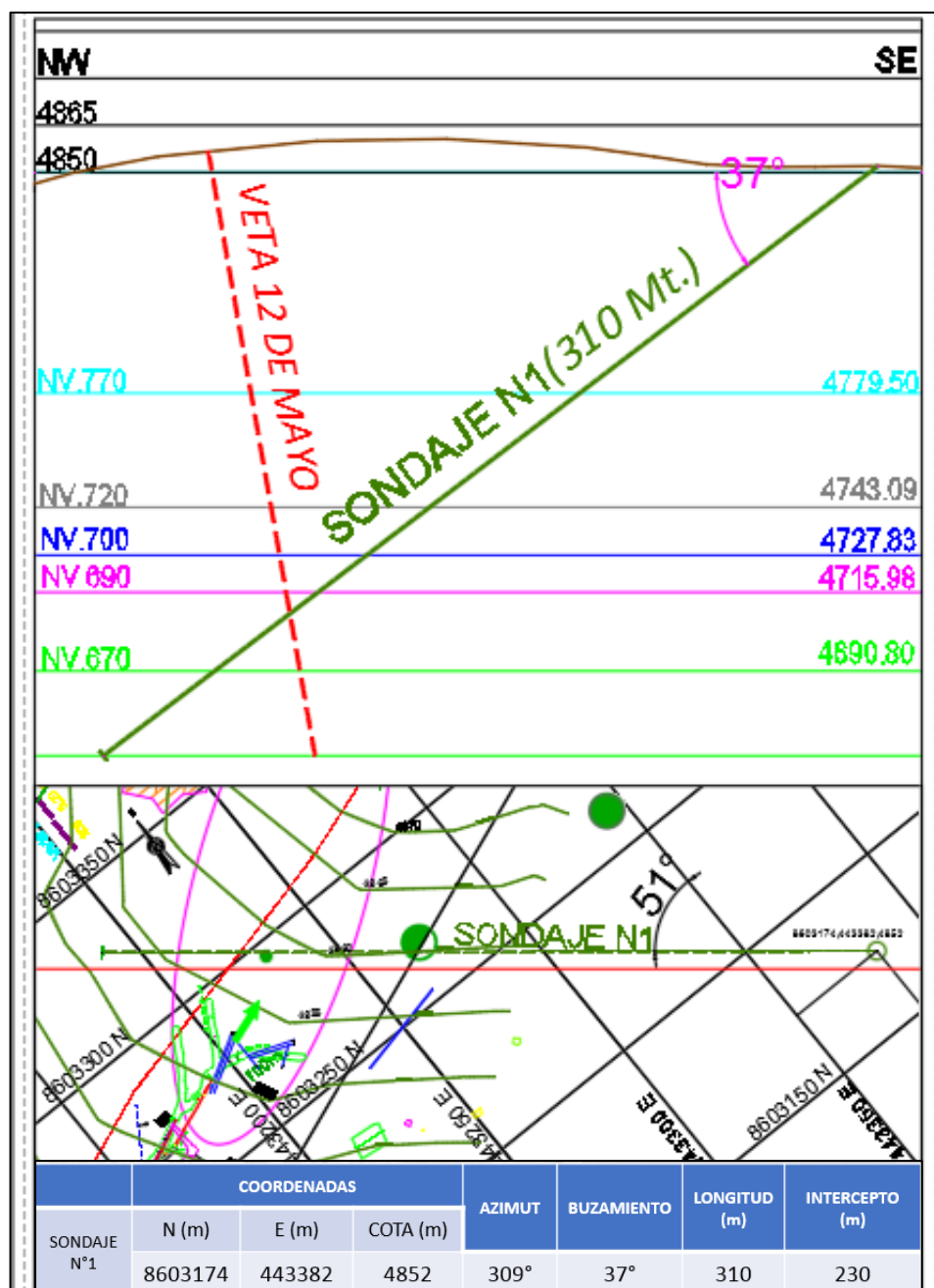


Figura 14 - 5,9 Sección transversal de un sondaje DDH, que busca interceptar la Veta 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia

MUESTREO GEOLÓGICO

En la tabla 5,2 se muestran las leyes de las labores que siguen esta estructura mineralizada.

Tabla 8 - 5,2 Leyes de Labores Veta Española

NIVEL	LABOR	%Cu	%Pb	%Zn	Oz Ag/TC
670	GL-745E	0.18	1.63	2.47	15.42
700	GL-335E	0.17	1.43	2.56	18.11
720	GL-900E	0.21	1.45	2.77	21.64

Fuente : Caracle Creek International Consulting, Inc, "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project " 2019

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos usando los instrumentos de recolección, se evidenció la importancia que tiene una cartografía geológica de las estructuras mineralizadas Española y 12 de Mayo dentro del Proyecto:

- Con los datos obtenidos de azimut se aprecia la dirección de las estructuras mineralizadas en horizontal, el alcance que se aprecia en cada labor minera horizontal y su seguimiento en ambas direcciones.
- Con los datos obtenidos de buzamiento se aprecia el alcance de estas estructuras mineralizadas en vertical, las estructuras al tener un buzamiento casi vertical podemos apreciar el recorrido de labor en labor de arriba hacia abajo, facilitando la elaboración de las secciones geológicas y estudiar su profundización.

- Con los datos obtenidos de potencia se aprecia el ancho mineralizado de cada estructura y su muestreo, la potencia de cada estructura tomada sistemáticamente evidencia la forma de estructura en rosario. Una estructura en forma de rosario es aquella que su potencia no es constante, aumenta y disminuye a lo largo de las estructuras en vertical y horizontal.
- Con los datos obtenidos de los muestreos se aprecia la concentración de los elementos Ag, Pb, Zn y su seguimiento en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.

Con la obtención de estos datos, se elaboraron los mapeos geológicos, que son una representación de las estructuras geológicas en un plano a una escala de 1/500, de igual forma se elaboraron las secciones geológicas que, junto con los mapeos geológicos, son ambas herramientas sumamente importantes que ayudan al geólogo en la solución de la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.

De esta forma se predice las proyecciones de las estructuras mineralizadas a explorar mediante la elaboración de las mallas de perforación para su confirmación.

CONSTRATACIÓN DE HIPÓTESIS:

Con el estudio de las estructuras mineralizadas a detalle, con los datos obtenidos de mapeo, muestreo, la elaboración de secciones y las proyecciones de las estructuras, se confirma que al ejecutar un adecuado análisis estructural de vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad, permitirá determinar las estructuras mineralizadas favorables.

CONCLUSIONES

- La presente investigación concluye que, un correcto análisis de estructuras mineralizadas, los mapeos geológicos y las secciones geológicas muestra la proyección de estructuras en profundidad. En la Mina Bethania se tiene el problema de búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas y con los datos obtenidos se predice la ubicación de estas estructuras que presentan fallas locales y la elaboración de una malla de perforación nos confirmará la existencia de estas estructuras.
- El resultado final que concluye la presente investigación de la ubicación de las proyecciones de las estructuras mineralizadas, en relación con el objetivo que es el analizar estructuralmente las vetas de alto buzamiento para proyectarlas a profundidad y encontrar estructuras, **es favorable y son concordantes**: a mayor análisis de las estructuras, demuestra una mayor perspectiva y ubicación de nuevas estructuras para confirmarlo posteriormente con una malla de perforación.
- Todo este análisis, proyectándola con la hipótesis que es al ejecutar un adecuado análisis estructural de vetas de alto buzamiento y el estudio de su comportamiento en profundidad, permitirá determinar las estructuras mineralizadas favorables; podemos llegar a la conclusión que es una **hipótesis positiva**.

RECOMENDACIONES

- Como se aprecia en la presente investigación, un correcto análisis estructural de vetas es importante en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.
- Para futuras exploraciones geológicas de otras estructuras mineralizadas no solo dentro del área del Proyecto, sino en otras Unidades Mineras o denuncios mineros cuyas estructuras mineralizadas tengan similares características; será útil realizar las técnicas descritas en la presente investigación.
- Para ampliar el alcance de la presente investigación, se propone elaborar y ejecutar una campaña de perforación diamantina, con el fin de confirmar y validar las estructuras mineralizadas.
- De la misma manera se propone estudios complementarios de gravimetría, estudios geofísicos, geoelectrónicos y sísmicos. Todas estas técnicas son un apoyo complementario en la búsqueda de estructuras mineralizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayala Tisza, Flynn Dennis. "Geología de las ocurrencias de mineralización Cu-Au-Ag del Proyecto Coporaque" (2012).
2. Bryman Alan. "Social research methods, 4th edición" (2012).
3. Canet Miquel Carles y Camprubi i Cano Antoni. "Yacimientos Minerales: los tesoros de la tierra" (2006).
4. Caracle Creek International Consulting Inc. "Independent Technical Report on the Bethania Silver Project" (2009).
5. Condori Taipe, Tulio Eustaquio. "Estudio geológico de vetas y mantos Pb-Zn del proyecto Sajapampa – Huancavelica, Perú" (2011).
6. Evans, A.N. "Introduction to mineral exploration, 2nd edition. Blackwell Science" (2008).
7. H.E. McKinstry. "Geología de Minas" (1977).
8. INGEMMET. "Geología del Perú. Boletín N 55 Serie A: Carta Geológica Nacional" (1995).
9. Lillo Javier, et al. "Geología Estructural Aplicada a la Minería y Exploración Minera" (2013).
10. Le Wang, Ke-Zhang Qin, Guo-Xue Song, Guang-Ming Li. "A review of intermediate sulfidation epithermal deposits and subclassification" (2019).
11. Roberto Oyarzun. "Introducción a la Geología de Minas" (2011).
12. Sidorov A., Volkov A., Savva N. E. "Volcanism and epithermal deposits" (2015)
13. Stone J. G., Dunn P.G. "Ore reserves estimates in the real world. Society of Economic Geologists" (1994).

ANEXOS

ANEXO MAPEO N°1

Labor GL-170 Nivel 740

N°	Labor	Nivel	Posición	Az	Buz	Pot	Estructura
1	GL-170	740	Boc+5m	87°	83°NW	0.20m	Veta
2	GL-170	740	PtoB+3m	85°	78°NW	0.20m	Veta
3	GL-170	740	PtoB+15m	85°	78°NW	0.20m	Veta
4	GL-170	740	PtoD+5m	83°	80°NW	0.20m	Veta
5	GL-170	740	PtoE+5m	80°	86°NW	0.20m	Veta
6	GL-170	740	PtoF	85°	79°SE	0.20m	Veta
7	GL-170	740	PtoG	90°	85°S	0.20m	Veta
8	GL-170	740	PtoG+5m	82°	80°NW	0.20m	Veta
9	GL-170	740	PtoG+10m	87°	90°	0.20m	Veta
10	GL-170	740	PtoG+10m	93°	90°	0.10m	Ramal
11	GL-170	740	PtoG+15m	85°	83°NW	0.20m	Veta
12	GL-170	740	PtoI	85°	83°NW	0.20m	Veta
13	GL-170	740	PtoI+5m	75°	88°SE	0.20m	Veta
14	GL-170	740	PtoK	80°	82°NW	0.20m	Veta
15	GL-170	740	PtoK+10m	75°	77°SE	0.20m	Veta
16	GL-170	740	PtoK+20m	70°	80°SE	0.20m	Veta
17	GL-170	740	PtoK+20m	214°	75°NW	0.15m	Ramal
18	GL-170	740	PtoL+5m	49°	81°SE	0.20m	Veta
19	GL-170	740	PtoM+5m	145°	77°SE	0.10m	Falla

20	GL-170	740	PtoL+10m	59°	87°SE	0.20m	Veta
21	GL-170	740	PtoM+15m	59°	80°SE	0.20m	Veta
22	GL-170	740	PtoM+15m	33°	90°	0.10m	Ramal
23	GL-170	740	PtoM+15m	92°	63°NE	0.15m	Ramal
24	GL-170	740	PtoN	77°	78°NW	0.20m	Veta
25	GL-170	740	PtoN+10m	87°	68°SE	0.20m	Veta
26	GL-170	740	PtoN+15m	79°	77°SE	0.10m	Falla
27	GL-170	740	PtoN+20m	58°	65°NW	0.10m	Falla
28	GL-170	740	PtoO	62°	82°NW	0.10m	Falla
29	GL-170	740	PtoP	81°	68°SE	0.10m	Falla
30	GL-170	740	PtoP+2m	69°	68°NW	0.10m	Falla
31	GL-170	740	PtoP+4m	75°	75°SE	0.10m	Falla
32	GL-170	740	PtoP+6m	87°	86°SE	0.10m	Falla
33	GL-170	740	PtoP+8m	110°	85°NE	0.10m	Falla
34	GL-170	740	PtoQ	100°	82°SW	0.20m	Veta
35	GL-170	740	PtoQ+5m	100°	78°SW	0.20m	Veta
36	GL-170	740	PtoQ+5m	219°	38°SW	0.10m	Falla
37	GL-170	740	PtoQ+10m	79°	65°SE	0.20m	Veta
38	GL-170	740	PtoQ+10m	118°	88°NW	0.10m	Falla
39	GL-170	740	PtoQ+20m	66°	80°SE	0.20m	Veta
40	GL-170	740	PtoQ+20m	90°	72°S	0.10m	Falla
41	GL-170	740	PtoS	55°	80°SE	0.15m	Veta
42	GL-170	740	PtoS	73°	76°SE	0.15m	Ramal
43	GL-170	740	PtoT	81°	87°SE	0.10m	Falla

44	GL-170	740	PtoT+5m	81°	84°SE	0.20m	Veta
45	GL-170	740	PtoT+10m	78°	76°SE	0.20m	Veta
46	GL-170	740	PtoT+12m	241°	80°SE	0.10m	Falla
47	GL-170	740	PtoT+15m	240°	76°SE	0.10m	Falla
48	GL-170	740	PtoT+15m	79°	69°SE	0.15m	Veta
49	GL-170	740	PtoT+17m	211°	78°SE	0.05m	Falla
50	GL-170	740	PtoT+17m	106°	74°NE	0.10m	Falla
51	GL-170	740	PtoU+3m	59°	78°SE	0.20m	Veta
52	GL-170	740	PtoU+10m	85°	86°SE	0.20m	Veta
53	GL-170	740	PtoU+10m	122°	60°SW	0.10m	Falla
54	GL-170	740	PtoV	94°	80°SW	0.20m	Veta
55	GL-170	740	PtoV+5m	100°	83°SW	0.20m	Veta
56	GL-170	740	PtoV+5m	125°	90°	0.10m	Falla
57	GL-170	740	PtoV+10m	97°	85°	0.15m	Veta

ANEXO MAPEO N°2

Labor GL-900 Nivel 720

N°	Labor	Nivel	Posición	Az	Buz	Pot	Estructura
1	GL-900	720	PtoD16	93°	90°	0.10m	Veta
2	GL-900	720	PtoD16+5m	15°	80°SE	0.05m	Falla
3	GL-900	720	PtoD16+10m	86°	75°SE	0.15m	Veta
4	GL-900	720	PtoD17+5m	54°	90°	0.10m	Veta
5	GL-900	720	PtoD18	68°	90°	0.20m	Veta
6	GL-900	720	PtoD18+5m	56°	75°SE	0.10m	Falla
7	GL-900	720	PtoD18+10m	56°	75°SE	0.10m	Falla
8	GL-900	720	PtoD19+10m	44°	80°SE	0.10m	Veta
9	GL-900	720	PtoD19+15m	43°	90°	0.15m	Veta
10	GL-900	720	PtoD20	38°	88°	0.10m	Veta
11	GL-900	720	PtoD21	50°	90°	0.15m	Veta
12	GL-900	720	PtoD21+10m	51°	90°	0.15m	Veta
13	GL-900	720	PtoD22+5m	69°	85°NW	0.15m	Veta
14	GL-900	720	PtoD22+10m	77°	90°	0.20m	Veta
15	GL-900	720	PtoD23	61°	90°	0.15m	Veta
16	GL-900	720	PtoD23+10m	63°	90°	0.20m	Veta
17	GL-900	720	PtoD24	70°	65°NW	0.10m	Falla
18	GL-900	720	PtoD24+5m	67°	75°SE	0.10m	Falla
19	GL-900	720	PtoD24	108°	65°SE	0.15m	Veta
20	GL-900	720	PtoD24+5m	88°	80°NW	0.10m	Falla

21	GL-900	720	PtoD24+10m	75°	74°NW	0.20m	Veta
22	GL-900	720	PtoD25	82°	85°SE	0.15m	Veta
23	GL-900	720	PtoD25	83°	60°SE	0.10m	Falla
24	GL-900	720	PtoD25+5m	66°	85°SE	0.15m	Veta
25	GL-900	720	PtoD25+10m	135°	70°NW	0.10m	Falla
26	GL-900	720	PtoD25+10m	65°	70°NW	0.15m	Veta
27	GL-900	720	PtoB	69°	80°SE	0.10m	Falla
28	GL-900	720	PtoB	41°	90°	0.05m	Vetilla
29	GL-900	720	PtoB1	65°	90°	0.15m	Veta
30	GL-900	720	PtoB1	145°	70°	0.10m	Veta
31	GL-900	720	PtoB1+5m	62°	90°	0.15m	Veta
32	GL-900	720	PtoB1+10m	74°	85°SE	0.15m	Veta
33	GL-900	720	PtoB1+10m	54°	82°NW	0.10m	Falla
34	GL-900	720	PtoB1+15m	40°	80°SE	0.10m	Falla
35	GL-900	720	PtoD26	79°	80°NW	0.10m	Falla
36	GL-900	720	PtoD26+5m	105°	70°NE	0.10m	Falla
37	GL-900	720	PtoD26+5m	29°	80°SE	0.10m	Falla
38	GL-900	720	PtoD26+5m	13°	85°SE	0.10m	Falla
39	GL-900	720	PtoD26+10m	117°	60°NE	0.20m	Falla min
40	GL-900	720	PtoD26+15m	110°	60°NE	0.20m	Falla min

ANEXO MAPEO N°3

Labor GL-335 Nivel 700

N°	Labor	Nivel	Posición	Az	Buz	Pot	Estructura
1	GL-335	700	CH985+20m	76°	70°SE	0.15m	Veta
2	GL-335	700	CH010	67°	80°SE	0.15m	Veta
3	GL-335	700	CH010+5m	108°	88°NE	0.10m	Falla
4	GL-335	700	CH010+10m	41°	85°SE	0.10m	Veta
5	GL-335	700	CH010+15m	34°	85°SE	1.00m	Veta
6	GL-335	700	CH035+15m	51°	80°SE	0.80m	Veta
7	GL-335	700	CH065+5m	64°	85°SE	0.50m	Veta
8	GL-335	700	CH095+5m	94°	75°NE	0.10m	Falla
9	GL-335	700	CH095+5m	112°	75°NE	0.05m	Falla
10	GL-335	700	CH095+5m	102°	76°	0.30m	Ramal

ANEXO MAPEO N°4

Labor GL-847 Nivel 690

N°	Labor	Nivel	Posición	Az	Buz	Pot	Estructura
1	GL-847	690	CH950+5m	84°	70°SE	0.50m	Veta
2	GL-847	690	CH950+10m	100°	70°SW	0.20m	Veta
3	GL-847	690	CH950+10m	96°	80°SW	0.10m	Ramal
4	GL-847	690	CH975+10m	57°	68°SE	0.20m	Veta
5	GL-847	690	CH1000+5m	44°	85°NW	0.10m	Falla
6	GL-847	690	CH010	51°	68°NW	0.10m	Falla
7	GL-847	690	CH010+5m	78°	80°SE	0.25m	Veta
8	GL-847	690	CH010m	80°	62°SE	0.10m	Falla
9	GL-847	690	CH010+10m	84°	72°	0.20m	Veta
10	GL-847	690	CH040	80°	70°SE	0.20m	Veta
11	GL-847	690	CH040+5m	73°	76°SE	0.70m	Veta
12	GL-847	690	CH070	82°	80°SE	0.20m	Veta
13	GL-847	690	CH100	62°	90°	0.20m	Veta
14	GL-847	690	CH100	58°	74°NW	0.10m	Falla
15	GL-847	690	CH130	63°	80°SE	0.15m	Veta
16	GL-847	690	CH160	67°	80°SE	0.15m	Veta
17	GL-847	690	CH190	69°	80°SE	0.10m	Veta

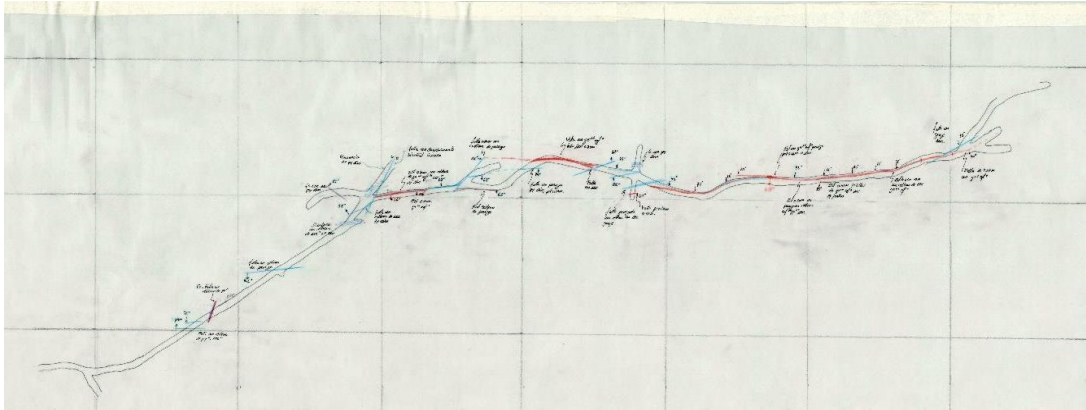
ANEXO MAPEO N°5

Labor GL-745 Nivel 670

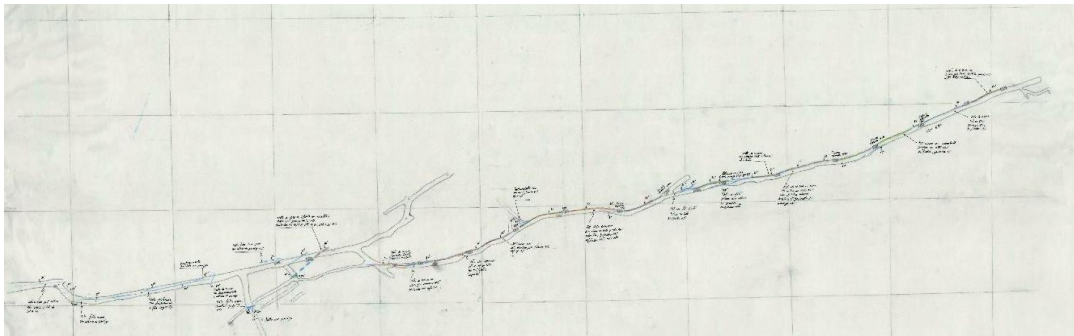
N°	Labor	Nivel	Posición	Az	Buz	Pot	Estructura
1	GL-745	670	PtoD7	65°	80°SE	0.10m	Falla
2	GL-745	670	PtoD7	60°	90°	0.20m	Veta
3	GL-745	670	PtoD7+10m	61°	85°NW	0.20m	Veta
4	GL-745	670	PtoD7+10m	61°	90°	0.10m	Falla
5	GL-745	670	PtoD8	63°	80°SE	0.15m	Veta
6	GL-745	670	PtoD8	44°	70°NW	0.15m	Ramal
7	GL-745	670	PtoD8+5m	42°	75°NW	0.10m	Veta
8	GL-745	670	PtoD8+15m	49°	80°SE	0.15m	Veta
9	GL-745	670	PtoD9	53°	75°SE	0.15m	Veta
10	GL-745	670	PtoD10	91°	75°SW	0.20m	Veta
11	GL-745	670	PtoD10	104°	65°	0.10m	Falla
12	GL-745	670	PtoD10+5m	74°	75°SE	0.20m	Veta
13	GL-745	670	PtoD11	76°	80°SE	0.20m	Veta
14	GL-745	670	PtoD11+5m	71°	70°SE	0.15m	Veta
15	GL-745	670	PtoD11+10m	66°	85°SE	0.15m	Veta
16	GL-745	670	PtoD11+15m	105°	75°	0.10m	Falla
17	GL-745	670	PtoD12	75°	80°SE	0.15m	Falla?
18	GL-745	670	PtoD12+5m	38°	90°	0.15m	Veta
19	GL-745	670	PtoD12+10m	41°	90°	0.15m	Veta
20	GL-745	670	PtoD13	53°	90°	0.15m	Veta

21	GL-745	670	PtoD13+5m	7°	90°	0.05m	Falla
22	GL-745	670	PtoD13+10m	63°	75°SE	0.15m	Veta
23	GL-745	670	PtoD13+15m	25°	80°NW	0.10m	Falla
24	GL-745	670	PtoD14	67°	90°	0.05m	Veta
25	GL-745	670	PtoD14+5m	53°	80°SE	0.10m	Veta?
26	EST115	670	BORDE	62°	70°NW	0.10m	Falla
27	EST115	670	BORDE+4m	65°	70°NW	0.05m	Falla
28	EST115	670	BORDE+7m	86°	75°	0.10m	Falla
29	EST115	670	BORDE+8m	63°	80°NW	0.05m	Vetilla
30	EST115	670	BORDE+9m	82°	90°	0.10m	Ramal

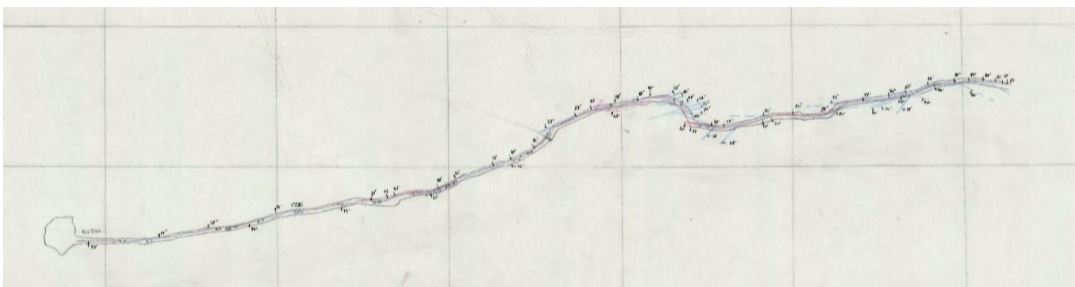
ANEXO PLOTEO N°1 Mapeo Geológico Nv 690 Veta Española

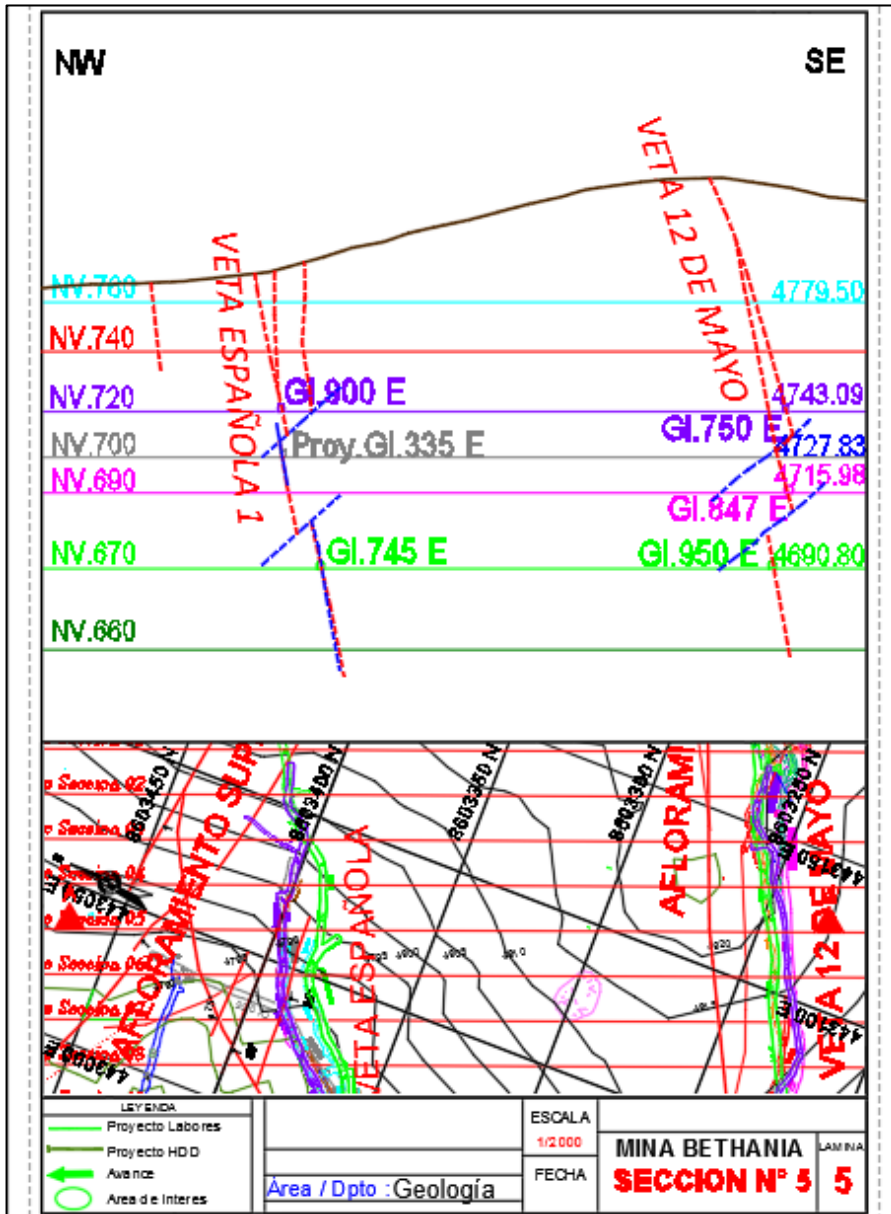


ANEXO PLOTEO N°2 Mapeo Geológico Nv 690 Veta 12 de Mayo



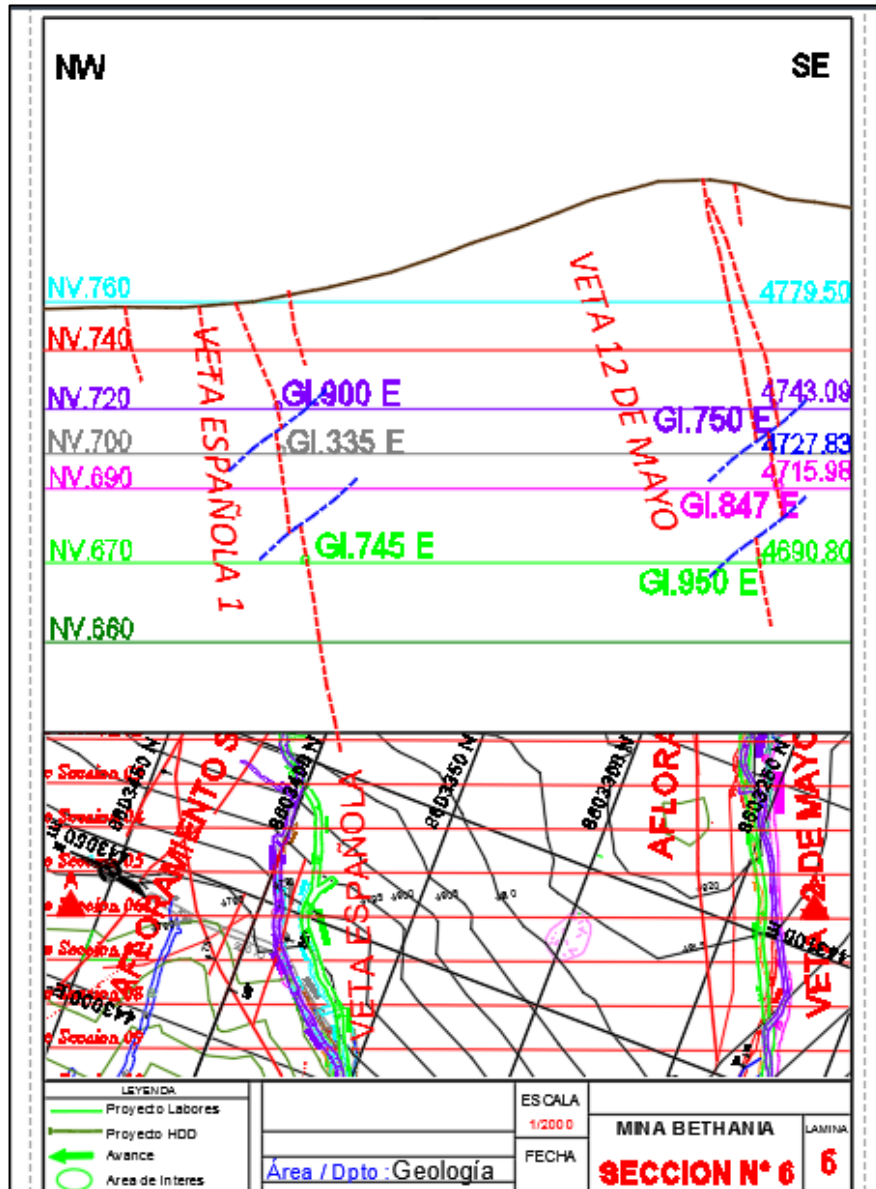
ANEXO PLOTEO N°3. Mapeo Geológico Nv 740 Veta 12 de Mayo.





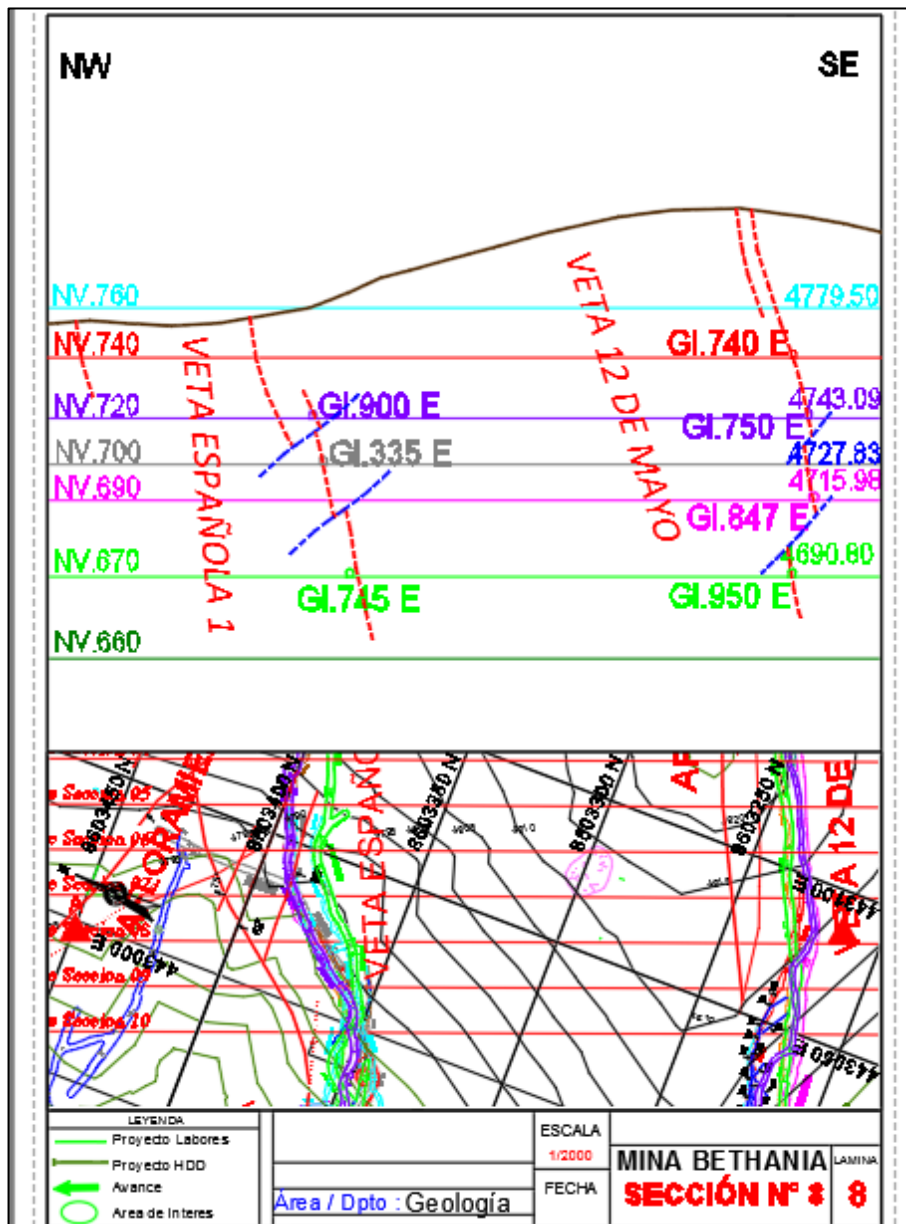
Anexo Sección N°1 Sección Transversal 5, mostrando proyección de las Vetas Española y 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia



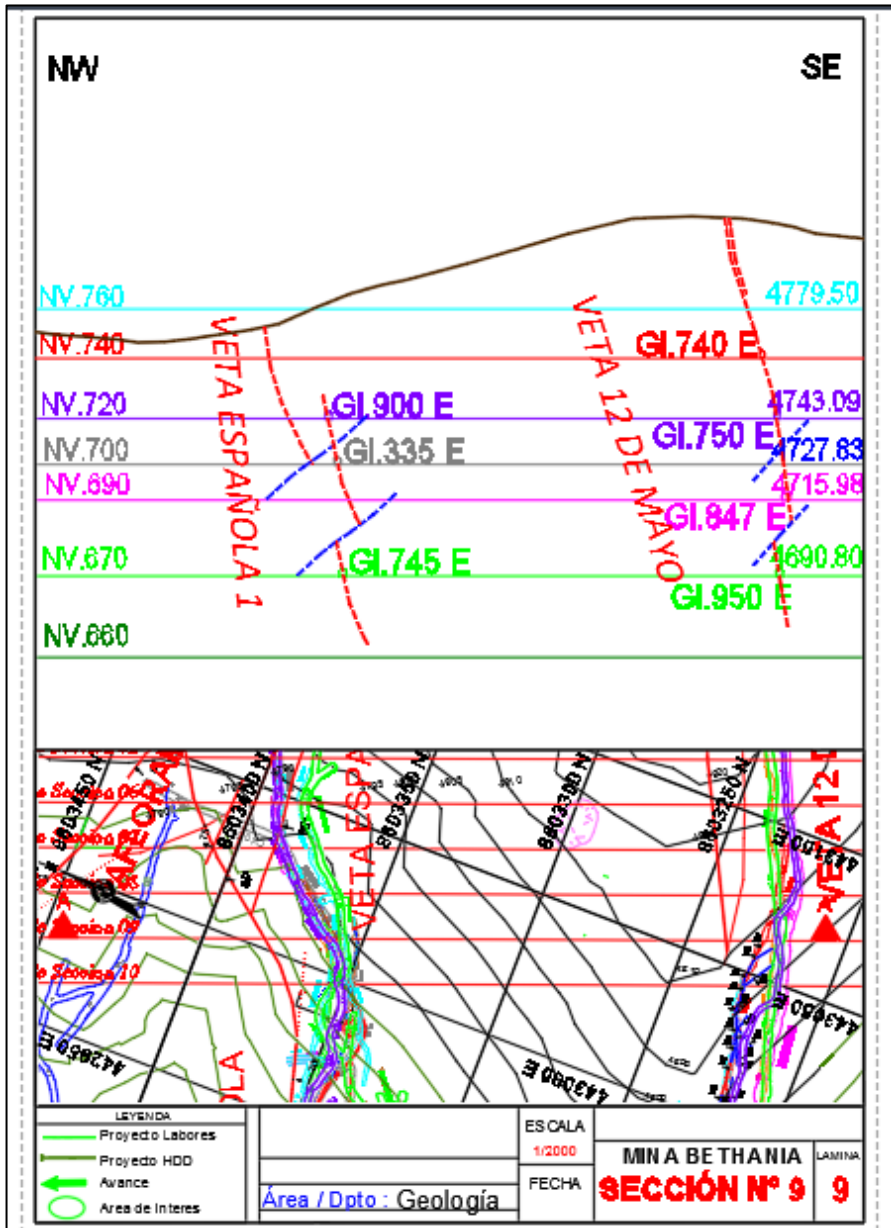
Anexo Sección N°2 Sección Transversal 6, mostrando proyección de las Vetas Española y 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia



Anexo Sección N°3 Sección Transversal 8, mostrando disposición de las Vetas Española y 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia



Anexo Sección N°4 Sección Transversal 9, mostrando proyección de las Vetas Española y 12 de Mayo.

Fuente: Elaboración Propia