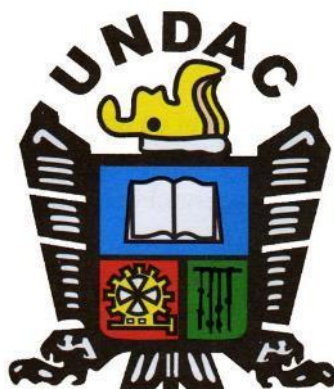


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA
GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación técnica del proyecto Yanamina - distrito de Caraz,
provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Moisés Marcelino ALANIA ATENCIO

Asesor: Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI

Cerro de Pasco - Perú -2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA
GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación técnica del proyecto Yanamina - distrito de Caraz,
provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Alejandro MARCELO AMES
PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

Ing. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ FERRUZO
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y mi fortaleza,
a mi familia en especial a mis padres
en el cielo y hermanos, mi esposa Mercedes,
e hijo Adrián, por su apoyo incondicional,
ya que gracias a su esfuerzo he logrado
terminar mi carrera profesional.

Moisés

RECONOCIMIENTO

A los profesores de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica por su apoyo en mi formación profesional.

A mi Asesor de tesis, quien con su conocimiento y experiencia me encamino para el desarrollo del presente proyecto.

A la Empresa Minera por haberme dado las facilidades y el apoyo necesario para la elaboración de la presente tesis.

A mis familiares y amigos que de una u otra forma me han apoyado con sus orientaciones, a ellos mi gratitud y respecto que siempre tendré presente.

RESUMEN

Mediante el presente se dará conocer las potencialidades del Proyecto aurífero Yanamina, ubicado en el Distrito Caraz de la Provincia de Huaylas en el departamento de Ancash a 175 km al NE de Lima a una altitud que va desde 3400 a 3600 msnm.

El Estudio contempla la evaluación técnica y económica de la explotación del recurso mineral indicado e inferido mediante el método de minado por open pit. Para extraer los minerales se ha definido la operación a un ritmo de producción proyectado de 1.8M de toneladas por año, con leyes promedio de 1.39 gramos de oro por tonelada. Se evaluaron escenarios con diferentes leyes de corte, el escenario final materia de mayor detalle en el presente informe considera una ley de corte de 0.35 gr Au/t y 3.8 años de operación.

Las inversiones y el costo de operación estimados para el proyecto en este nivel tienen un aproximado de +/-30%. Las inversiones iniciales del proyecto ascienden a US\$ 38.24, las inversiones de sostenimiento a US\$ 17.7 y costos de operación de 10.94 US\$/t.

Los resultados de este estudio recomiendan las acciones a seguir en el afán de contemplar y reforzar la información necesaria para proseguir con las siguientes etapas de desarrollo del estudio con mayor información.

Palabras clave: Explotación del recurso mineral, inversiones de sostenimiento

ABSTRACT

Through this presentation, the potential of the Yanamina Gold Project will be announced, located in the Caraz District of the Province of Huaylas in the department of Ancash 175 km NE of Lima at an altitude ranging from 3400 to 3600 meters above sea level.

The Study contemplates the technical and economic evaluation of the exploitation of the mineral resource indicated and inferred by the open pit mining method.

In order to extract the minerals, the operation has been defined at a projected production rate of 1.8M tons per year, with an average grade of 1.39 grams of gold per ton. Scenarios with different court laws were evaluated, the final scenario matter of greater detail in this report considers a court law of 0.35 gr Au / t and 3.8 years of operation.

The estimated investments and operating cost for the project at this level has an approximate of + -30%. The initial investments of the project amount to US \$ 38.24, the support investments to US \$ 17.7 and operating costs of US \$ 10.94 /t.

The results of this study recommend the actions to be taken in order to contemplate and reinforce the information necessary to continue with the following stages of study development with more information.

Keyword: Exploitation of mineral resources, sustaining investments

INTRODUCCIÓN

Con el presente trabajo se va demostrar las potencialidades del Proyecto aurífero Yanamina, ubicado en el Distrito de Caraz de la Provincia de Huaylas en el departamento de Ancash a 175 km al Nor-Este de Lima a una altitud que va desde 3400 a 3600 msnm. Con esa finalidad se ha elaborado el presente Estudio Económico Preliminar del Proyecto.

El estudio contempla la evaluación técnica y económica de la explotación de los minerales mediante método a cielo abierto.

Para la extracción de los minerales de subsuelo, se ha definido la alternativa: por método a cielo abierto. Por el método a cielo abierto se consideran cuatro escenarios con una producción diaria de 3,000 tpd y 5,000 tpd de mineral, con ley promedio de 1.39 g. Au/t. Para la recuperación de los minerales contenidos en el yacimiento aurífero del Proyecto Yanamina, se asume que será por lixiviación diferencial para producir doré.

Las características mineralógicas del mineral, como menas, gangas, gravedad específica, etc., y las pruebas metalúrgicas preliminares han sido determinadas en estudios anteriores, para la Planta involucra chancado primario y secundario, para los diferentes escenarios de producción por tajo abierto, se consideran equipos estándar como volquetes de 20M³, cargadores de 6yd³, tractores D6 y otros.

La información geológica es preliminar, es necesario ejecutar un estudio geológico integral incluyendo exploración diamantina. En consecuencia, el costo de capital estimado para el proyecto con este nivel de información tiene una aproximación de más o menos del 30%.

A continuación, detallamos los alcances del trabajo comprendido en el presente estudio:

- En una primera instancia se ejecutó una etapa de trabajos de levantamiento de información realizando una evaluación geo-económica e interpretación para

determinar el potencial económico del yacimiento en su proyección en profundidad y determinar la posibilidad de realizar sondajes diamantinos en su continuidad. Como resultado del análisis de la información, se ha estimado los recursos indicados e inferidos; este nivel de recursos fue estimado con software.

- Planeamiento se encarga de la evaluación técnica y económica preliminar para visualizar las bondades del Proyecto.
- La estimación de los costos de operación, costos de capital y la evaluación económica del proyecto también forman parte de los alcances del estudio.

Como parte del presente estudio se han ejecutado las siguientes actividades:

- Estimar los recursos geológicos con información a la fecha.
- Estimar el total de recursos: indicado e inferido.
- Estimar el total de reservas de mineral.
- Plan de minado preliminar a cielo abierto.
- Estimar costos de operación y costos de capital.
- Evaluación económica preliminar del Proyecto.

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

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	3
1.3.1. Problema principal.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la Investigación	4
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.2. Bases Teóricas – Científicas	12
2.3. Definición de Términos Básicos	15
2.4. Formulación de Hipótesis	21
2.4.1. Hipótesis General	21
2.4.2. Hipótesis Específicas	21
2.5. Identificación de las variables.....	21
2.5.1. Variable Independiente.....	21
2.5.2. Variable Dependiente	21
2.6. Definición Operacional de Variables e indicadores.....	22

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	26
3.2. Metodos de investigación.....	26
3.3. Diseño de investigación	27
3.4. Población y Muestra.....	28
3.4.1. Población (N).....	28
3.4.2. Muestra (n)	28
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	28
3.7. Tratamiento estadístico	29
3.8. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	29
3.9. Orientación ética	30

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	31
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados de investigación	37
4.3. Prueba de Hipótesis.....	61
4.4. Discusión de resultados.....	63

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

En los últimos años, el sector minero se ha constituido como el motor del desarrollo del Perú. La contribución de la minería al crecimiento del país se hace más notoria en los períodos de precios altos. No obstante, en períodos en que los precios de los metales son bajos, la minería continúa siendo la industria más importante del país, en términos de su generación de divisas e inversiones realizadas. En ambos periodos en la industria se ejecutan proyectos: los proyectos de ampliación prevalecen cuando los precios son altos y los proyectos de mejora de productividad, o reducción de costos, son priorizados cuando los precios son bajos.

El desarrollo de nuevos proyectos de inversión minera requiere un análisis más especializado y en muchos casos la re-evaluación de su viabilidad económico-financiera, ya que se comprometen importantes recursos (económicos, humanos y materiales). Por otro lado, la realización de nuevas inversiones, vía la adquisición de prospectos mineros, permite afianzar el portafolio de proyectos y fortalecer el

potencial de crecimiento de la empresa, pero el éxito de esas inversiones dependerá de la adecuada valoración del prospecto.

Con el propósito de contribuir a que en las empresas mineras se fortalezcan las competencias para evaluar proyectos, sean estos de inversión, de sostenimiento de las operaciones, o la valorización de prospectos mineros, se analiza no solo teniendo en cuenta aspectos económico-financieros, sino también aspectos geológico-mineros y sociales, incluyendo el análisis de la valoración dinámica de los proyectos. Por ello se quiere conocer las potencialidades del prospecto Yanamina, que se debe definir y hacerlas sustentables el nivel de confianza de la información de sus recursos de exploración, recursos y reservas minerales y su información económica. La propiedad Yanamina alberga un depósito de oro – plata exhibiendo la alteración típica de un sistema de oro epitermal de baja sulfuración y la intensa alteración, característico de formación estructural de una cizalla alojado en el yacimiento de oro.

1.2. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad contribuir a los pequeños productores mineros y pequeños mineros artesanales que buscan iniciarse en esta actividad y ampliar la vida de la mina, realizando campañas de exploración, mediante el desarrollo y preparación de labores, para determinar sus reservas minables.

El proyecto se localiza en el distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región de Ancash, a una altura 3,400 a 3,600 m.s.n.m. Con esa finalidad se decide realizar la estimación de recursos, análisis metalúrgico y evaluación económica. Yanamina está constituido por una concesión minera que comprende un total de 44.99 hectáreas de extensión, más adelante se muestra el detalle de las concesiones involucradas.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuáles serán las evaluaciones técnicas que harán viable el proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la geología y la cantidad de los recursos y reservas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?
- ¿Cuál es el resultado de las pruebas metalúrgicas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?
- ¿Será económicamente rentable la explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar las evaluaciones técnicas que harán viable el proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la geología y cuantificar los recursos y reservas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Sucre y Región Ancash – 2019.
- Realizar las pruebas metalúrgicas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.

- Determinar la rentabilidad económica del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.

1.5. Justificación de la Investigación

De los resultados de la evaluación técnica de la presente investigación nos permitirá obtener una nueva información geológica, de los recursos y reservas de mineral de oro y plata, los análisis metalúrgicos y el análisis de la evaluación económica, evaluadas in situ de manera práctica, y proporcionara aportes metodológicos: analítico, aproximado y simplificado que se realizaron para determinar el tipo de yacimiento su paragénesis, y finalmente el aporte es que lo utilizaran como consulta para los estudiantes que sigue la carrera de ingeniería geológica, minera y metalurgista y personas interesadas dedicadas a la minería. Este trabajo de investigación servirá para poder optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

1.6. Limitaciones de la investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio, en esta etapa se está considerando los Recursos Indicados e Inferidos reportados por Geología y optimizados por Planeamiento con la finalidad de poder analizar las bondades del yacimiento.

En el Estudio se evaluaron 4 alternativas de minado, en la 4 se muestra el resumen de las alternativas de minado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

2.1.1. A nivel nacional

VELEZ CHOQUE, Juan (2017). “Estudio Geológico y Evaluación Económica del Yacimiento Minero Jarwatuna - Provincia Caraveli Región Arequipa”. Universidad Nacional del Altiplano. Cuyas conclusiones son los siguientes: El Yacimiento minero Jarwatuna, por su geología, mineralogía, mineralización, paragénesis es un depósito filoniano de oro-cobre de tipo mesotermal alojado en roca andesitas metamórficas y forman parte de la Franja Metalogénica Nazca-Ocoña.

1. Las estructuras mineralizadas son extensas en longitud y angostas en su ancho, probablemente profundas, con mineralización aurífera, con un buen prospecto económicamente minable para un proceso de explotación, depositada en estructuras ramificadas tipo “rosario”, a veces de estructura

sigmoidal, clavos mineralizados de 200 a 240 m de extensión horizontal con zonas de angostamiento y disminución de valores auríferos de 80 a 350 m entre “clavo” y “clavo”.

2. La información, de los trabajos de exploración geológica y análisis geoquímico, confirman la presencia de mineralización aurífera y el interés económico de los sectores Llocllanizo, Pajonal, Centro, Santa Bárbara. Cubicándose una reserva de 43,950 TM. con 14,493.24 Onz/Tc de Au, distribuidos en mineral medido probado e indicado probable; y 41,930 TM de mineral inferido prospectivo, de las vetas Malena y Fiorella. En los sectores de Llocllanizo y Pajonal
 3. Como producto del estudio y evaluación geológica de la presente investigación, se determina como nuevas áreas de interés prospectivo dentro de la propiedad a estructuras menores de los sectores Corichacra, Hurangal y deslizamiento Carpiza, y de las zonas Lamoso y Santa Bárbara.
- CHOQUE CUITO, Marcial Felipe. (2018). “Evaluación Geológica y Económica del Depósito Aurífero de Chalhuane, Andaray – Condesuyos – Arequipa”. Universidad Nacional del Altiplano.** Cuyas conclusiones son:

1. El yacimiento aurífero Chalhuane de CÍA MINERA SOLEDAD S.A.C. ocurre dentro de la franja aurífera Nazca- Ocoña, es de origen hidrotermal. Las rocas en que están emplazadas las estructuras mineralizadas son las unidades rocosas del Batolito de la Costa (Super unidad Incahuasi) y complejo Bella Unión. El depósito presenta un sistema de vetas auríferas de rumbo NW-SE, con buzamiento vertical a sub-vertical (70° - 88° SW), estructuralmente es de tipo rosario formando clavos mineralizados, las

mismas que han sido originados por esfuerzos compresionales y tensionales. Se caracteriza por la ocurrencia de vetas angostas y altas leyes de Au; mineralógicamente las vetas están compuestas de cuarzo hialino y blanquecino, sulfuros en menor cantidad y óxidos de fierro en la parte superficial. Su mineralización se produjo en dos periodos de mineralización, siendo el primero el cuarzo hialino, y el segundo de sulfuros como pirita, calcopirita, trazas de pirrotita, algo de cuarzo con oro nativo asociado a la pirita. La alteración hidrotermal está dada por una moderada agilitización y propilitización.

2. Asimismo, cabe mencionar que las operaciones actualmente están centradas en los clavos mineralizados ya conocidos; con la exploración 80 superficial se delimitó nuevas áreas de interés económico y prospectivo, las cuales están al NW de la veta el Viento y hacia el SE de la veta Sangre de Toro.
3. La estimación de recursos y reservas minerales fue realizado teniendo en consideración los procedimientos aplicables al Código JORC, llegándose a estimar 37788 TM con una ley de 17.25 g/t Au como reservas y 57136 TM con una ley de 11.74 g/t Au como recursos.

MAZA IDROGO, Yesenia Rossemary (2017). “Estimación de Reservas Minerales de Oro y Plata en la Veta Karina - Los Pircos, Santa Cruz – Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca. Cuyas conclusiones son:

1. La Veta Karina cuenta con una reserva total de 2720 Ton de Au y Ag, ésta Veta incrementará un año más la vida útil del Proyecto Los Pircos, aportando un promedio de 220 Ton/mes, y poder cumplir con la cuota

mensual de producción establecida del Proyecto Los Pircos que es de 900 Ton/mes.

2. El tonelaje de mineral explotable de la Veta Karina es de 107 toneladas probadas. - La ley ponderada de los 7 bloques de la Veta Karina es de 17.94 Au gr/ton y 20.47 Ag oz/ton. 3. Utilizando datos como costos de mina, costos de tratamiento de mineral y precio del mineral, se obtuvo una la ley de corte de 17.25 Au gr/ton.

ARCE PORTUGAL, Jhon Carlos (2017). “Geología, Mineralización y Evaluación Económica del Proyecto Minero Virgilios” (Huaraz - Ancash). Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. Cuyas conclusiones son:

1. El proyecto minero Virgilios se encuentra emplazado en los volcánicos andesíticos del Grupo Calipuy, formando parte de la franja metalogénica epitermal volcánica aurífera que se extiende desde Ancash hasta Cajamarca.
2. Estructuralmente, la zona presenta dos sistemas de fracturamiento, uno de rumbo predominante S 80° O a N 75° O con buzamientos al NO – NE, y otro de rumbo N 41° E a N 71° E con buzamientos SO, NO, subverticales en las cuales se emplazó la mineralización económica.
3. La mineralización en las estructuras se presenta dividida en zonas, una de óxidos con predominancia de fierro, de mixtos con óxidos y sulfuros y otra de sulfuros netamente.
4. El relleno mineralógico de las vetas es hipógeno, constituidos principalmente por cuarzo blanco hialino, óxidos de fierro y arcillas en las partes superiores y cuarzo, galenas, marmatitas, piritas y arsenopiritas en los niveles inferiores.

5. Dentro el Proyecto minero Virgilio, la alteración predominante en la argilización y silicificación sirviendo como guías en la búsqueda de mineral económico.
6. Las reservas de mineral estimadas en el proyecto entre probado y probable ascienden a 25,151 TM, con una ley promedio de 1.72 % Pb; 5.43 % Zn; 5.56 Oz Ag y 1.88 Gr Au, no siendo estas aun definitivas ya que en el momento este proyecto se encuentra en exploración y evaluación preliminar.

2.1.2. A nivel internacional

MIRANDA CASTRO, Giovanni Andrey y NIÑO FLOREZ, Claudia Milena (2016). “Evaluación Geológica, Caracterización Geomecánica y Cálculo de Recurso de Roca Caliza para el Contrato de Concesión Minera OG2-100 11 En La Vereda las Monjas del Municipio de Firavitoba”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Las conclusiones son:

1. Las evaluaciones hechas sobre el contrato de concesión minera OG2 100-11 que cubre un área de 159,84 Hectáreas, evidencia 452 metros del miembro calcáreo superior de la formación Tibasosa (K1b3t) o Formación Belencito a nivel local, donde se comprobó la existencia de 8 bancos de caliza, no continuos debido al sistema de fallas de la región, la cual provoca una división geológica del área en bloques.
2. De acuerdo con la complejidad de la zona, los estudios petrográficos en muestras macroscópicas no indican un parámetro único para la caracterización de un banco, por tanto, fue necesario implementar correlaciones estratigráficas y estudios químicos de composición para definir cada uno de los bancos.

3. La cartografía geológica de la zona permite evidenciar el miembro calcáreo superior de la formación Tibasosa (K1b3t) o Formación Belencito a nivel local, en secuencia estratigráfica normal en los bloques 1, 5 y 6; y una secuencia invertida en los bloques 2, 3, 4 y 7 debido a que la zona de estudio está en una estructura de un anticlinal volcado erosionado, favorecido por la intervención de 6 fallas locales con un desplazamiento que oscila desde 40 metros hasta 460 metros.
4. Estructuralmente la complejidad es alta, porque se manifiestan estratos con dirección al Noreste (NE) y no se mantiene una tendencia en la inclinación de los bancos de caliza, varía al Noroeste (NW) y al Sureste (SE) provocando un régimen de micropliegues generados por esfuerzos compresivos a la Falla de Soapaga.
5. La corrección de espesores enfocada a las perforaciones, distingue entre las longitudes aparentes y las longitudes reales de los bancos atravesados, teniendo variaciones desde 5,85% en el banco G2 del pozo 11 hasta el 35% en el banco D del pozo 8, debido a la inclinación de las capas. Con los estudios de composición química podemos caracterizar el Banco B con un porcentaje promedio de CaCO_3 de 96%, el banco D de 84% y el banco E de 86%; siendo los bancos con mejores composiciones en cuanto a lo requiere la industria cementera, no obstante, el Banco F tiene estratos de calizas y margas de 68% de CaCO_3 , en mezclas con calizas correctoras son también útiles en esta industria. Los bancos G, H e I presentan un porcentaje de 52 a 74% de CaCO_3 , pero su contenido de SiO_2 supera el 12%, perjudicando su uso en la industria.

6. Las variables estadísticas se generaron a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio químicos más representativos (CaCO_3 , SiO_2 y Al_2O_3) en las cuatro perforaciones, los resultados nos muestran que un coeficiente de variación de 0,297 para el CaCO_3 indicando una concentración respecto a la media a diferencia de Autores: Giovanni Miranda, Milena Niño 79 SiO_2 y Al_2O_3 que tienden a 1, concluyendo que los datos son muy dispersos en estas dos variables. De acuerdo a este coeficiente de variación, la caliza muestreada presenta un comportamiento homogéneo con respecto al CaCO_3 y heterogéneo al SiO_2 y Al_2O_3 . 6. La categorización de los recursos se generó a partir de la metodología de la U.S.G.S. modificado de REYES Ítalo donde los recursos medidos distan entre 150 metros entre cada punto de medición, los recursos indicados de 450 metros e inferidos no se calcularon porque el radio sobrepasa el área de concesión, estos criterios de áreas se ejecutaron de acuerdo a las características de la zona como marcada e intensamente deformada.
7. Se elaboró el cálculo de recursos de caliza por el método tradicional de bloques, porque las características geológicas de la zona no permiten su evaluación con otros métodos, en donde el Banco B consta de 1'070.856,9 Toneladas Medidas y 604.019,21 Toneladas Indicadas; el banco D con 9'728.691,83 Toneladas Medidas y 3'363.244,31 Toneladas Indicadas; y el banco E 1'455.277,72 Toneladas Medidas y 681.167,44 Toneladas Indicadas, siendo resultados productivos para la explotación.
8. El estudio geomecánico a los bancos B, D y E exponen que son macizos de caliza estable, teniendo en cuenta la clasificación de Bienawski (1989)

expone un resultado con calidad de Buena, Media y Buena respectivamente para cada banco.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

Se requiere conocer las potencialidades del Proyecto aurífero Yanamina, ubicado en el Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región de Ancash a 175 km al Nor-Este de Lima a una altitud que va desde 3400 a 3600 msnm. Con esa finalidad en el área de la mina se iniciará una evaluación preliminar del proyecto.

El Estudio contempla la evaluación técnica y económica de la explotación del recurso mineral mediante un posible método de minado por open pit.

Para la extracción de los minerales se ha definido la operación a un ritmo de producción proyectado de 1.8 Millones de toneladas por año, con leyes promedio de 1.39 gramos de oro por tonelada.

Con los resultados de este estudio se recomendará las acciones a seguir en el afán de contemplar y reforzar la información necesaria para proseguir con las siguientes etapas de desarrollo del estudio con mayor información.

2.2.1. Ubicación y accesibilidad

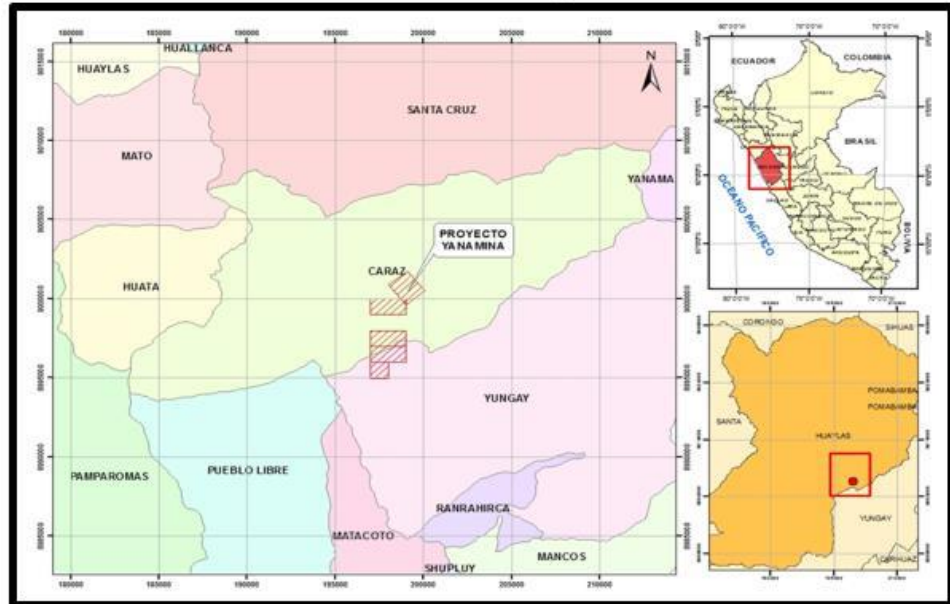
El proyecto se localiza en el distrito de Caraz, provincia Huaylas y región Ancash.

Malú I tiene un área de 224 ha, de las cuales 28.44 ha están dentro del área protegida del Parque Nacional Huascarán.

Se observa que la zona de amortiguamiento del ANP ha aumentado desde el último estudio, por lo que se debe tomar en cuenta para ubicar los componentes solo las concesiones de Malú III (parcialmente), Malú II (casi completa), enmarcados dentro de las coordenadas UTM: 9'001,761.37N a 9'000,501.10N y 199,110.65E a 200,096.40E a una altura aproximada de

3,400 a 3,600 m.s.n.m. Es accesible desde Lima a través de la carretera panamericana norte por la ruta Lima - Desvío Huaraz - Caraz – Proyecto.

Figura 3-1
Ubicación del Proyecto



2.2.2. Concesiones mineras y derechos de tierra

En este acápite se menciona los Derechos de Tierras y los. Derechos Mineros con que cuenta actualmente el Proyecto.

Derechos de tierras y mineros

Propiedades Superficiales

Los terrenos superficiales donde se ubica el Proyecto Yanamina pertenecen a la comunidad Campesina de Cruz de Mayo, es la comunidad campesina involucrada en la ubicación del yacimiento, políticamente pertenece al Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas del Departamento de Ancash.

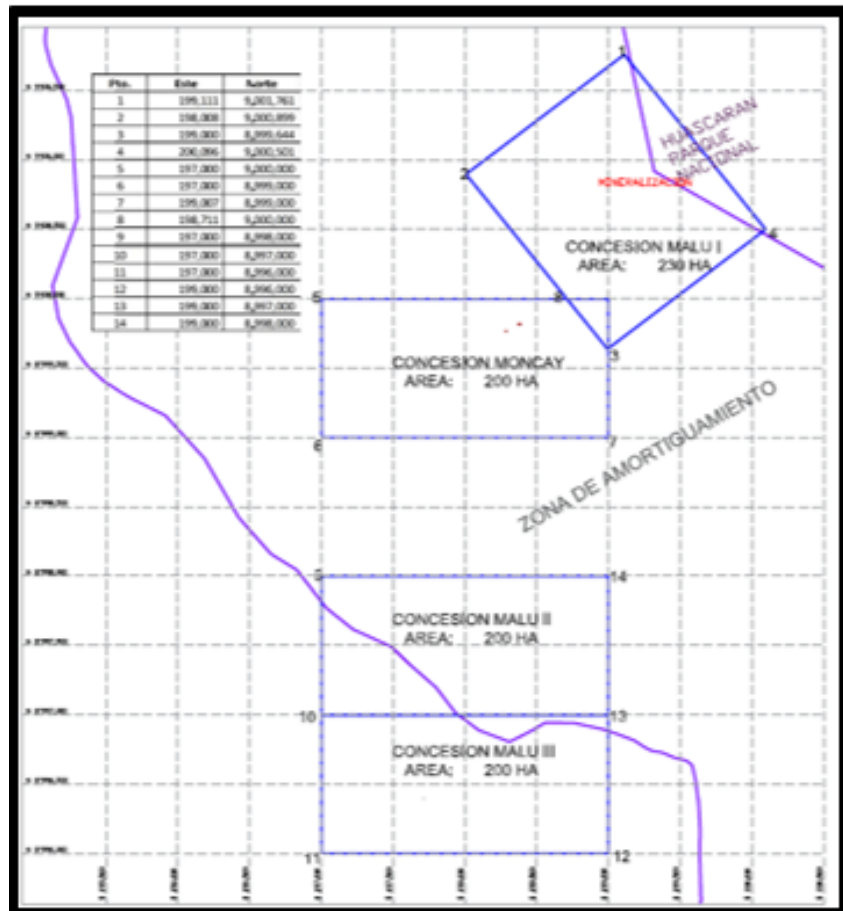
Derechos Mineros y Denuncios

El Proyecto Yanamina está constituido por cuatro concesiones mineras que comprende un total de 824Ha hectáreas de extensión, la Tabla 2.3-1, muestra el detalle de la propiedad involucrada, el código y el titular actual de dicha propiedad y en la Figura N° 2.3- 1.

Tabla 2.3-1
Propiedades Mineras Involucradas

Propiedades Minera	Hectáreas
Malú I	224
Mónica	200
Malú II	200
Malú III	200
Total	824

Figura 2-4
Plano de Propiedades Mineras



2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. Afloramiento

Son las manifestaciones superficiales de los depósitos minerales o yacimientos, minerales y afloramiento se reconoce por la colocación de manchas en las rocas adyacentes al depósito mineral.

2.3.2. Bloques de cubicación

La forma y dimensiones de los bloques se delinean siguiendo el método geométrico clásico para el caso de estructuras mineralizadas estratiformes como principal, o bien tomando consideraciones del método geo estadístico.

2.3.3. Caballo

Es la parte estéril de gran tamaño que se encuentran entre los ramales de las vetas y que está constituido generalmente por la misma roca encajonante. Los trozos pequeños de roca enclavados en las vetas se llaman inclusiones.

2.3.4. Cuerpos mineralizados

Son conocidos también con el nombre de “Ore Bodies”, son depósitos irregulares, es decir que no tienen forma ni tamaño definido, son derivados por reemplazamiento de sulfuros económicos. Las bolsonadas, como también se les llama, cuerpos o pequeños cuerpos, pueden estar aislados o constituir un rosario o varios depósitos de forma y de dimensiones diversas.

2.3.5. Desarrollo minero

Es la operación que se realiza para ser posible la exploración del mineral contenido en un yacimiento.

2.3.6. Estratigrafía

La Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas.

2.3.7. Exploración

Es la actividad minera tendiente a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos minerales.

2.3.8. Explotación de minas

Se define como el conjunto de operaciones que permiten el arranque, carguío y extracción de mineral, para que una operación normal es fundamental que todos los servicios anexos como: ventilación, fortificación, drenaje, suministro de energía, aire, agua, etc. Funcionen en óptimo estado.

2.3.9. Gravedad específica

Es la relación entre el peso de un material y su volumen.

2.3.10. Hilos

Se presentan cuando las vetillas son muy delgadas y se entrecruzan entre sí.

2.3.11. Impregnaciones

Muchas veces se depositan pequeñas cantidades de mineral en los planos contiguos a las vetas constituyendo las llamadas impregnaciones. También se presentan estas impregnaciones en las rocas que se encuentran intercaladas en vetas.

2.3.12. Lentes

Existen zonas donde las vetas disminuyen en su potencia y se expenden formando masas mineralizadas que se conocen como lente, cuando esto ocurre se dice que tiene estructura lenticular.

Otro tipo de lente se forman cuando las soluciones mineralizantes rellenan pequeñas fracturas o hendiduras en las rocas adyacentes a las vetas.

2.3.13. Ley de corte o ley mínima explotable

Valor que se determina con el fin de clasificar los minerales en económicos y no económicos por un periodo de tiempo determinado.

2.3.14. Mantos

Son yacimientos de forma tabular más o menos horizontales, que se han formado entre dos capas, es decir que son depósitos minerales interestratificados.

Cuando un manto tiene un ángulo de inclinación mayor de 30° ofrece el aspecto de verdadera veta y en este caso recibe el nombre de filón o capa.

2.3.15. Mena

Aquel material geológico susceptible de ser explotado económicamente.

2.3.16. Métodos de explotación

Se define como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo.

2.3.17. Mineral indicado (reservas probables)

Determinado por un muestreo, pero esta vez, más disperso. Aquí haremos algunas inferencias geológicas.

2.3.18. Mineral medido (reservas probadas)

Hablaremos de mineral medido cuando dispongamos de una información directa tomada de un muestreo detallado de trincheras (calicatas), labores, sondeos. El tonelaje "real" no puede diferir en más de un 15 % con respecto al calculado.

2.3.19. Muestreo

Procedimiento normado y sujeto a controles para identificar los posibles errores en su ejecución y ajustar los ajustes correctivos mediante los factores de corrección.

2.3.20. Productividad

Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

2.3.21. Ramales

Son bifurcaciones de la veta que tiene dirección o inclinación notablemente diferentes y espesores menores que los de la misma veta. Muchas vetas suelen dividirse en varios ramales menores antes de aflorar a la superficie.

2.3.22. Recurso

Concentración natural de un sólido, líquido, o gas en la corteza terrestre, y cuya extracción es actual o potencialmente factible.

2.3.23. Recursos minerales indicados

Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidades, formas características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza razonable.

2.3.24. Recursos minerales inferidos

Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, leyes y contenido mineral puede estimarse con un bajo nivel de confianza.

2.3.25. Recursos minerales medidos

Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidad, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un alto nivel de confianza.

2.3.26. Reserva mineral probable

Es la parte económica extraíble de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias de un recurso mineral medido.

2.3.27. Reserva mineral probado

Es la parte económicamente extraíble de un recurso mineral medido e incluye los materiales de dilución y descuentos por mermas durante la explotación.

2.3.28. Reserva

Máximo grado de certidumbre en cuanto los factores de juicio.

2.3.29. Reservas inferidas (reservas posibles)

Para el concepto de reserva inferida primará el criterio geológico sobre las mediciones directas. Por ejemplo, este criterio puede estar basado en la repetición de rasgos geológicos en el yacimiento, o través de la comparación con otro yacimiento equivalente.

2.3.30. Reservas minerales

Es la parte económica y legalmente extraíble de un recurso Mineral medido o indicado.

2.3.31. Veta

Es una fractura de la corteza terrestre que aloja sustancias minerales metálicas y ganga, como consecuencia de la precipitación de las soluciones hidrotermales.

Las vetas son generalmente de forma tubular con gran superficie, un espesor relativamente pequeño, por lo que guardan similitud con un plano; sin embargo, pueden presentarse otras variedades. Si la fractura hubiera sido rellenada por rocas ígneas se les denomina dique. Existen otras características y pueden clasificarse como: vetillas, ramales, lentes, caballo e impregnaciones.

2.3.32. Vetillas

Son pequeñas vetas o venas que están bastante próximas y que siguen aproximadamente la misma dirección.

2.3.33. Yacimiento mineral

Se denomina a toda concentración natural de sustancias minerales que es susceptible de ser explotada. Las explotaciones de un yacimiento se llaman minas, las cuáles puede ser a cielo abierto si se encuentran en la superficie o subterráneas (también llamadas profundas), cuando se explotan bajo la superficie a profundidades variables. El mineral que se encuentra en una importante proporción en el yacimiento y que es el objeto de la explotación se llama mena, mientras que se llama ganga al resto de minerales que acompañan a la mena y que en ese yacimiento no resultan rentables económicamente.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con las evaluaciones técnicas, se permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- El estudio geológico y la cuantificación de los recursos y reservas de mineral, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.
- El resultado de las pruebas metalúrgicas del mineral, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.
- La evaluación económica rentable, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable Independiente

Evaluación

Técnica.

2.5.2. Variable Dependiente

Proyecto Minero

Yanamina.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

El área de planeamiento mina se encarga de la evaluación técnica y económica preliminar para visualizar las bondades del Proyecto.

La estimación de los costos de operación, costos de capital y la evaluación económica del proyecto también forman parte de los alcances del estudio.

De acuerdo a la naturaleza del estudio, en esta etapa se está considerando los Recursos Indicados e Inferidos reportados por Geología y optimizados por Planeamiento con la finalidad de poder analizar las bondades del yacimiento.

Con los Parámetros técnicos y económicos antes mencionados se estimaron las reservas de minerales los cuales se resumen en 5.96

Mt de mineral con ley promedio de 1.39 g. Au/t, equivalente a 266,373 onzas in-situ y un stripping de 1.2. En la 3, se muestra el resumen de las reservas estimadas para esta etapa del Proyecto.

Resumen de Estimado de Reservas Tajo Abierto Yanamina

Reserva	Mineral (Ton)	Ley (g. Au/t)	Onzas Au
Indicado	3,236,732	1.54	160,257
Inferido	2,723,790	1.20	105,086
Total	5,960,522	1.39	266,373

Fuente: Reporte Wealth –Minerals

Parámetros Económicos de Optimización y Diseño de Tajo Abierto Yanamina

Detalle	Und.	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Precio de Metales					
Oro	Oz/t	1,000	1,000	1,000	1,0000
Costo Mineral	US\$/t	2.30	2.30	2.26	3.05
Costo Desmante	US\$/t	2.02	2.02	1.98	2.06
Razón Desmante - Mineral	US\$/t	1.20	1.20	1.20	1.2
TOTAL, Costo Mina x Ton Mineral	US\$/t	4.72	4.72	4.64	5.52
Costo Tratamiento Mineral	US\$/t	4.60	4.60	4.60	4.72
Total Costo Indirecto (Adm.)	US\$/t	1.50	1.50	1.50	1.5

COSTO TOTAL Operación	US\$/t	10.83	10.83	10.74	11.74
------------------------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------

INDICADORES

Como parte del presente estudio se han ejecutado las siguientes actividades para determinar los indicadores y las bondades del yacimiento Yanamina

Estimar los recursos geológicos con información a la fecha.

Estimar el total de recursos: indicado e inferido.

Estimar el total de reservas de mineral.

Plan de minado preliminar a cielo abierto.

Estimar costos de operación y costos de capital.

Evaluación económica preliminar del Proyecto.

En los cuerpos evaluados se considera mineral indicado al mineral desde la cortada Nivel 3220 hasta la superficie; indicado al mineral debajo del nivel 3220 hasta los 70 m. de profundidad y mineral inferido a los recursos circundantes a la mina que se corroboraría con sondajes diamantinos de exploración por debajo del nivel 3220. En los cuadros siguientes se muestra el resumen de los recursos estimados con sus categorías y tonelaje.

Recurso medido - indicado

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	2,125	5,419,000	1.147	6.509	199,766
0.30	1,842	4,697,000	1.285	7.118	194,096
0.50	1,396	3,559,000	1.571	7.981	179,749
0.80	1,007	2,567,000	1.931	8.428	159,400
1.00	820	2,092,000	2.167	8.809	145,737
2.00	313	797,000	3.389	10.105	86,848
3.00	156	398,000	4.357	10.961	55,747

Recurso inferido

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	3,251	8,289,000	0.760	4.849	202,591
0.30	2,562	6,534,000	0.898	5.380	188,645
0.50	1,610	4,106,000	1.201	6.508	158,558
0.80	919	2,343,000	1.635	7.408	123,193
1.00	730	1,862,000	1.829	7.471	109,486
2.00	174	444,000	3.300	9.354	47,107
3.00	72	184,000	4.576	11.843	27,072

Recurso total

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	5,376	13,709,000	0.913	5.505	402,409
0.30	4,404	11,231,000	1.060	6.107	382,750
0.50	3,006	7,665,000	1.373	7.192	338,306
0.80	1,926	4,910,000	1.790	7.941	282,601
1.00	1,550	3,954,000	2.008	8.179	255,227
2.00	487	1,241,000	3.357	9.836	133,957
3.00	228	582,000	4.426	11.240	82,818

Cabe

destacar que el 95% de los recursos minerales son inferidos, lo que indica la necesidad de trabajos geológicos y de exploraciones adicionales que permitan un sustento más confiable de las proyecciones.

Se incorporó al modelo las muestras de canales, previamente revisadas, tomando en cuenta las debidas restricciones, es importante el uso de esta información por la buena correlación que guarda con los resultados de los taladros en los primeros metros, pero es importante buscar la validación de las mismas.

Se evaluó el total de las muestras de densidad realizadas a los taladros de los dos años anteriores.

Como algoritmo de interpolación se utilizó el Kriging ordinario. (ver cuadro)

	43-101 Southampton	Wealth Minerals
Taladros	78	78
Canales	0	251
Densidad	2.8	2.55
Algoritmo de estimación	Inverso de la distancia	Kriging ordinario
Recurso Total	206,800 Oz Au	382,750 Oz Au
Cut-off	0.5	0.3

Según los parámetros mencionados, la ley de corte obtenida es de 0.35 g.au/t a partir de ello se generó la optimización y los reportes de reservas.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a los objetivos planteados, el presente estudio, es de tipo descriptivo y analítico, así como lo define (Hernández), en este sentido, la presente investigación está dirigida a la evaluación técnica del Proyecto Yanamina.

Descriptivo. - Describe las características geológicas.

Analítica. - Pretende cuantificar los recursos y reservas de mineral, analizar las pruebas metalúrgicas del mineral y determinar la evaluación económica.

3.2. Métodos de investigación

Para el presente proyecto se realizó coordinaciones, participación y colaboración del personal especializado para iniciar los estudios geológicos, metalúrgicos y mineros.

El proyecto comprende los siguientes pasos:

a) Etapa preliminar de gabinete:

Esta etapa se refiere al inicio de las actividades. En la fase preliminar de Gabinete se realizó las coordinaciones con el personal especializado y contratado, así mismo con un Laboratorio Acreditado para la ejecución del análisis de muestras. Adicionalmente, en esta etapa se hizo referencia para la compra de las cartas nacionales del IGN y INGMMET de la zona, la elaboración de fichas técnicas, preparación de materiales, equipos e instrumentos topográficos para la fase de campo, entre otras actividades.

b) Trabajos de Campo:

Se fundamenta en la observación, descripción, la evaluación geológica y de los recursos del yacimiento minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash.

c) Trabajos de Gabinete:

El procesamiento de la información de campo, aquí se ordenó, tabulo y se elaboró la información de la determinación geoeconómica, selección del método de explotación, su evaluación económica y los reportes de ensayos de laboratorios. Se emplearon técnicas y herramientas, como programas de cómputo.

d) Etapa de Análisis de Muestras en Laboratorio:

En esta fase, se analizaron las muestras de los minerales, según el método correspondiente por el Laboratorio Acreditado “Servicios Analíticos Generales” S.A.C (en adelante SAG).

3.3. Diseño de investigación

Según el propósito de la investigación, éste corresponde a un diseño observacional debido que los datos fueron recolectados in situ. Según la toma de muestras realizado para el estudio, éste corresponde a un diseño transversal debido a que solo se realizó una medición de las variables en la realidad.

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población (N)

La población está constituida por el potencial de sus recursos y reservas de mineral que se tiene en el proyecto Yanamina.

3.4.2. Muestra (n)

La muestra está conformada por el conjunto de muestras que van ser tomados del área de proyecto de Yanamina.

Para obtener las muestras representativas aplicamos el tipo probabilístico; muestreo Aleatorio Sistemático.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Recolección de datos	Revisión de fuentes literarias: Libros de publicaciones recientes, autores de renombres sobre el tema en estudio, reportes, internet, etc. Planos geológicos de la zona del INGEMMET.
Trabajo de Campo (La observación)	Fichas de observación. Guía de entrevista Guía de Análisis Documental Hoja de registro y planos.
	Bolsas para muestreos. Transporte de muestras.
	Usos de equipos: La cinta métrica, la brújula, GPS, estación total y otros.
Trabajo de Gabinete (La Medición)	Uso de gabinetes y laboratorios. Libreta de campo, hojas de registro y registro de evaluación. Uso de Computadoras. Preparación de muestras para análisis y estudio. Calculo de reservas. Elaboración e Interpretación de los planos geológicos. Análisis de la geoeconómica, selección del método de minado y evaluación económica. Discusión e interpretación de los datos. Revisión, evaluación y análisis.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Procesamiento manual

Aplicando los instrumentos de la estadística descriptiva.

Procesamiento Electrónico

Utilizando el Excel y el programa SPSS.

Técnicas estadísticas

De acuerdo a los requerimientos del tipo y diseño de investigación, la investigación se desarrollará con la estadística descriptiva, medida central y de dispersión, cuyos resultados de los datos no paramétricos determinando los valores estadísticos.

3.7. Tratamiento estadístico

Los resultados de las pruebas metalúrgicas realizados a la fecha sobre las muestras de mineral concluyen que el proceso de cianuración es aplicable para obtener recuperaciones económicas de los metales valiosos, las características favorables del mineral cumplen los requisitos para una lixiviación en pilas.

La lixiviación consiste en hacer percollar una solución de cianuro de sodio a través de la pila del mineral chancado, en su recorrido o percolación de la solución el cianuro penetra en las porosidades del mineral alcanzando al oro y plata libre, reaccionando químicamente con él, formando un compuesto de aurocianuro de sodio, soluble en agua, está por efecto de la gravedad es colectada en el piso impermeabilizado del Pad, para luego ser derivado a la poza de solución rica de donde es sometido a la recuperación del metal valioso por el sistema Merrill Crowe.

3.8. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La ejecución del proyecto en el futuro dará lugar a cambios y/o modificaciones ambientales, principalmente la topografía del lugar por la presencia de la mina, planta de procesos, los botaderos de desmonte y presencia de vías de acceso a diferentes áreas. Para ello se tendrá que trabajar haciendo un levantamiento de la

Situación Actual de la zona, los aspectos legales vigentes y las expectativas de la población, los cuales deben incluir la implementación un plan de manejo ambiental, lo cual redundará en una serie de programas para prevenir o mitigar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las fases de construcción, operación, cierre y post-cierre.

Se implementarán Programas Permanentes, esto es, programas de aplicación que continuarán durante la vida del Proyecto. Los programas permanentes incluirán:

- Programas de Prevención y Mitigación.
- Programas de Supervisión y Control Ambiental.
- Programas de Capacitación.

Igualmente deberán implementarse Programas Especiales, aquellos programas que se aplican ya sea como respuesta a casos no previstos o al final de la vida útil del Proyecto. Estos programas incluirán:

- Programa de Contingencias.
- Programa de Cierre de Operaciones

La principal desventaja del Proyecto es su cercana ubicación a los poblados, la gran cantidad de áreas verdes existentes en la zona debido a ser una zona agrícola y la Zona de Amortiguamiento establecida por el Gobierno.

Cabe mencionar que la zona del Proyecto se ubica en la margen derecha del Río Parón a está rodeada por la comunidad de Cruz de Mayo.

3.9. Orientación ética

El compromiso ético es justamente en esta organización lo que legitima su propia esencia y su razón de ser, por lo que cualquier vulneración de aspectos éticos, atenta contra su propia línea de existencia: la propia naturaleza moral y legal de misión de la organización, llegando incluso a poner en riesgo su viabilidad como tal.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Aspecto geológico

En el área afloran rocas sedimentarias que forman parte del Grupo Goyllarisquizga como las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz. La litología está conformada por las areniscas y cuarcitas de la Formación Chimú, calizas, calizas margosas, lutitas de la formación Santa y areniscas, lutitas de la Formación Carhuaz. Estructuralmente los sedimentos han sufrido fuerte plegamiento con orientación Andina y con fallas transversales y paralelos a dichos ejes inversos y normales.

Como rocas Intrusivas se ha determinado stocks de posible composición dacítica - andesítica con débil alteración argílica emplazadas cerca de la superficie las mismas que cortan a rocas sedimentarias alterándolas. Al SW alineado al contacto se muestra otro pórfido en forma de sill de

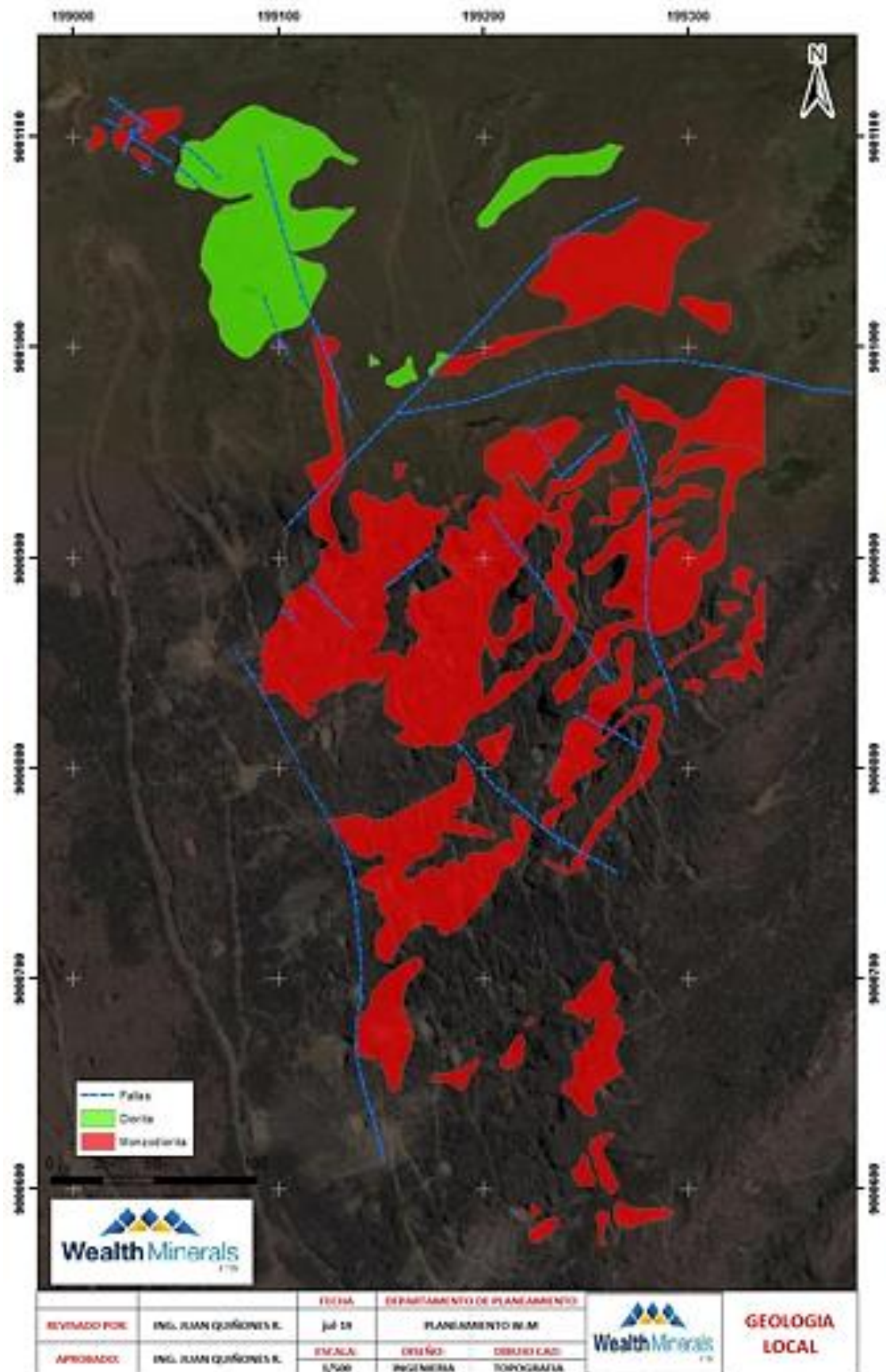
segunda generación de composición cuarzo – monzonítico a dacítico con alteración cuarzo – sericita con diseminación de pirita principalmente.

4.1.2. Geología local

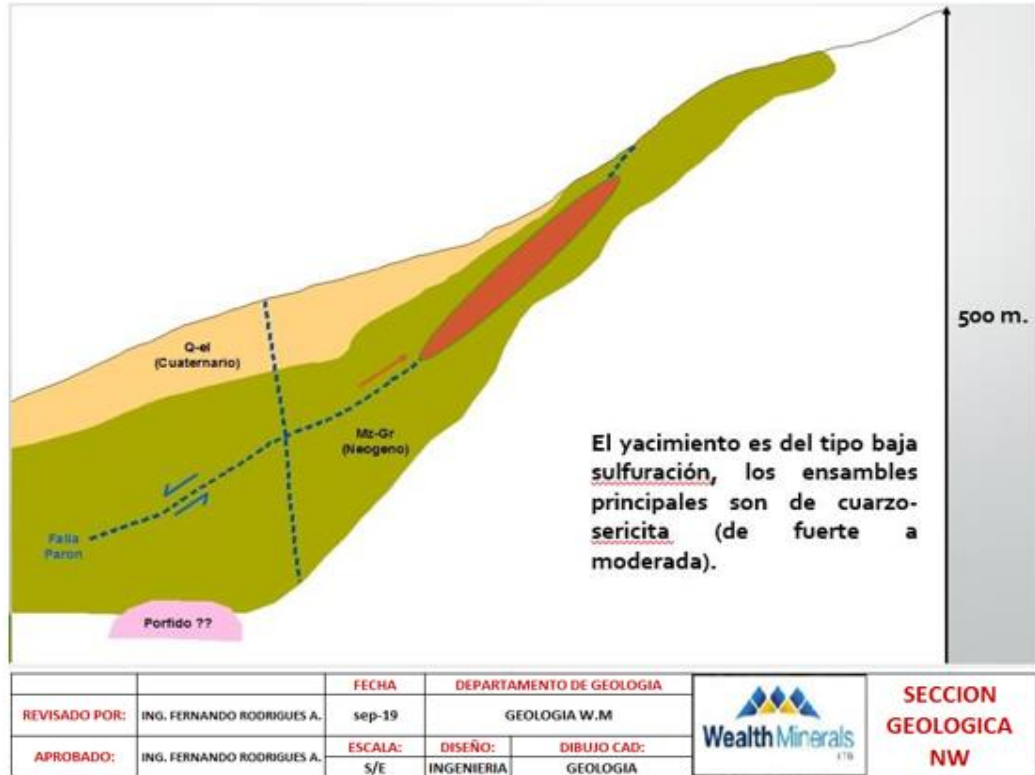
Afloran principalmente rocas intrusivas de edad terciaria (7 a 12 MA), que corresponden al batolito de la Cordillera Blanca de orientación preferente NW, compuesto de granito, granodiorita y monzodiorita en el caso de la zona del proyecto.

Siguiendo una secuencia de afloramientos hacia el oeste del flanco batolítico, se observa pequeños y aislados cuerpos de dacitas porfíricas ocasionalmente con pirita diseminada, siguen rocas sedimentarias de edad Cretácea (cuarcitas de la formación Chimú), y finalmente los volcánicos de edad terciaria (Fm. Yungay)

Existe dos sistemas de fallas principales, unas de rumbo preferencial NW, paralelas al graben del Santa (Santa, Ancash, Parón), y otras de rumbo NE que causan desplazamientos sobre las primeras.



Sección geológica generalizada-Mirando al NW



4.1.3. Descripción de cuerpos mineralizados

En las labores antiguas y recientes se ha determinado dos zonas. Zona Sur donde se encuentran cuerpos que fueron trabajados superficialmente extrayendo mineral oxidada y carbonatos, probablemente con alto contenido de plata. Hacia el Norte existe laboreo que fue trabajado anteriormente y en la actualidad está siendo rehabilitado y trabajado con extracción de mineral selectivo; también existen pequeños cateos de menor importancia hacia el Sur y Norte de la mina.

Una labor con acceso es una cortada de 110 m de longitud en la cota 3275 m.s.n.m. que intercepta el cuerpo mineral y continua sobre una estructura con relleno de mineral piritoso en lutitas con diseminación de piritita sin valor económico, el cuerpo mineral se encuentra tajeado con sostenimiento de pilares y en otras zonas están siendo rehabilitados con extracción de

mineral al techo y laterales. La Foto N° 4.1 muestra labores subterráneas donde se aprecia mineral con repliegues en los mantos.

Foto N° 4.1

Labores subterráneas, se observa los Pilares con Mineral de Marmatita masiva, Galena, Pirita, con repliegues de los mantos



La cortada en el Nivel 3220 (Foto N° 4.2.) de 154 m de longitud, con dirección S60°W, intercepta en sus 120 m caliza masiva recristalizada con intercalación de zonas con marmolizacion y débil skarnizacion con puntos de galena y marmatita, entre 120 a 142 m, intercepta estructura en un ancho de 22 m luego pasa a caliza negra marmolizada sin presencia de mineralización controlado por falla inversa N30°W/46°

Foto N° 4.2

Tajeos con Mineral Minado en el Piso y Mineral Masivo de Esfalerita en el Techo, se observa Falla con óxidos de Fierro y Caolín



La zona de mineralización en la cortada está conformada por auto-brecha con presencia de skarn venillas de pirrotita, pirita, con parches y venillas de marmatita, galena y puntos de calcopirita.

La longitud de afloramiento no está bien definida, aproximadamente es de 700 m, en su continuación está cubierto por material cuaternario el ancho es variable con un promedio de 30 m. Los cuerpos son irregulares mayormente tabulares casi paralelas a la secuencia estratigráfica con comportamiento hacia el Norte se ensancha y hacia el Sur tiende a disminuir de potencia. La persistencia de la mineralización en la cortada del Nivel 3220 es débil donde el cuerpo mineralizante presenta mineral a manera de parches ojos relacionados al fallamiento intenso, la falla de rumbo

N30°W/46°SE que corre en el techo presenta mineral de arrastre, brecha con fragmentos de esfalerita, galena.(Ver Foto N° 4.3)

Foto N° 4.3

Falla de Rumbo con Presencia de Brecha, Fragmentos de Caliza Marmolizada, Diseminación de Pirita, Galena Esfalerita, al Techo Caliza Negra



En cuanto a la génesis podemos deducir que los portadores de las soluciones mineralizantes fueron los stocks que se emplazaron y el fallamiento que sirvió de conducto para el ascenso de las soluciones mineralizantes de tal manera que la zona de mejor mineralización y reemplazamiento son las calizas que están cerca de los stocks y conforme se aleja la alteración es incipiente mayormente propilitización y débil recristalización de la caliza. (Ver Foto N° 4.1 anterior).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados de investigación

4.2.1. Mineralogía y alteración

La mineralización está emplazada en calizas margosas de la Formación Santa formando cuerpos irregulares controlados por fallas del sistema andino y fallas compresionales al piso está controlado por caliza mármolizada gris oscura presenta venillas de calcita con ligera skarnización, al techo está controlado por falla inversa.

El mineral más frecuente en los cuerpos es la esfalerita de tipo marmatítico, galena, pirita, arsenopirita y cuarzo.

La alteración hidrotermal en superficie es mayormente argilización con disseminación de pirita, venillas de calcita y cuarzo acompañadas por alteración supérgena con presencia de óxidos de hierro.

En los tajos presenta alteración hipógena mayormente en las cajas con disseminación de pirita, silicificación y skarnización con minerales de calcosilicatos, y marmolización de calizas negras, las fallas presentan caolinización y piritización.

4.2.2. Aspecto estructural

El Proyecto se sitúa estructuralmente en la franja de la Cordillera Negra Callejón de Huaylas con lineamiento NW-SE, al Sureste de la mina Pierina. Según el cartografiado geológico se ha definido los siguientes sistemas de fracturamiento.

- Sistema N25°-50°W son regionales relacionados al tectonismo andino de varios eventos tectónicos, se observa la presencia de brechas tectónicas por donde ascendieron probablemente las soluciones mineralizantes y formaron cuerpos mineralizantes.
- Sistema N 70° - 90°E fracturas compresionales y de tensión que favorecieron para el relleno de mineralización y formación de cuerpos.

- Sistema N00°–20°E fallas de desplazamiento de rumbo por compresión horizontal.

La Foto N° 4.4

Cortada Nivel 3220 se observa Falla en Contacto del Cuerpo Mineralizado con Caliza Negra Marmolizada y Muestreo



4.2.3. Geoquímica

Para una interpretación geoquímica las muestras fueron tomadas en los cuerpos de los tajos con mineralización, y franjas de skarn, se obtuvieron 85 muestras tomadas por canales en interior mina y 14 muestras en superficie, dichas muestras se enviaron a laboratorio CIMMPERU para su análisis, los resultados emitidos por el laboratorio indican 17 muestras con valores mayores de 10% a 17.67% Zn, 29 muestras con valores de 5 a 9.88 % Zn, 35 muestras de 1 a 5% Zn, y 18 muestras con valores menores a 1% Zn.

Los valores altos se encuentran en los tajos de nivel superior, en cambio el muestreo realizado en la cortada nivel 3220 tiene valores bajos.

En el área del Proyecto cercano a las zonas de laboreo, la alteración y mineralización son muy evidentes, se muestran valores anómalos y altos de zinc en el rango de 2090 – 37300 ppm, las mismas que se relacionan con las secuencias calcáreas skarnizadas principalmente. Además presenta anomalías de plomo +/- 3000 ppm, anomalías y valores altos de plata 2 – 20 g/t y valores anómalos de cobre 250 – 600 ppm en la zona skarnizada y 180 – 430 ppm en cuarcitas fracturas con óxidos de hierro.

4.2.4. Interpretación geológica

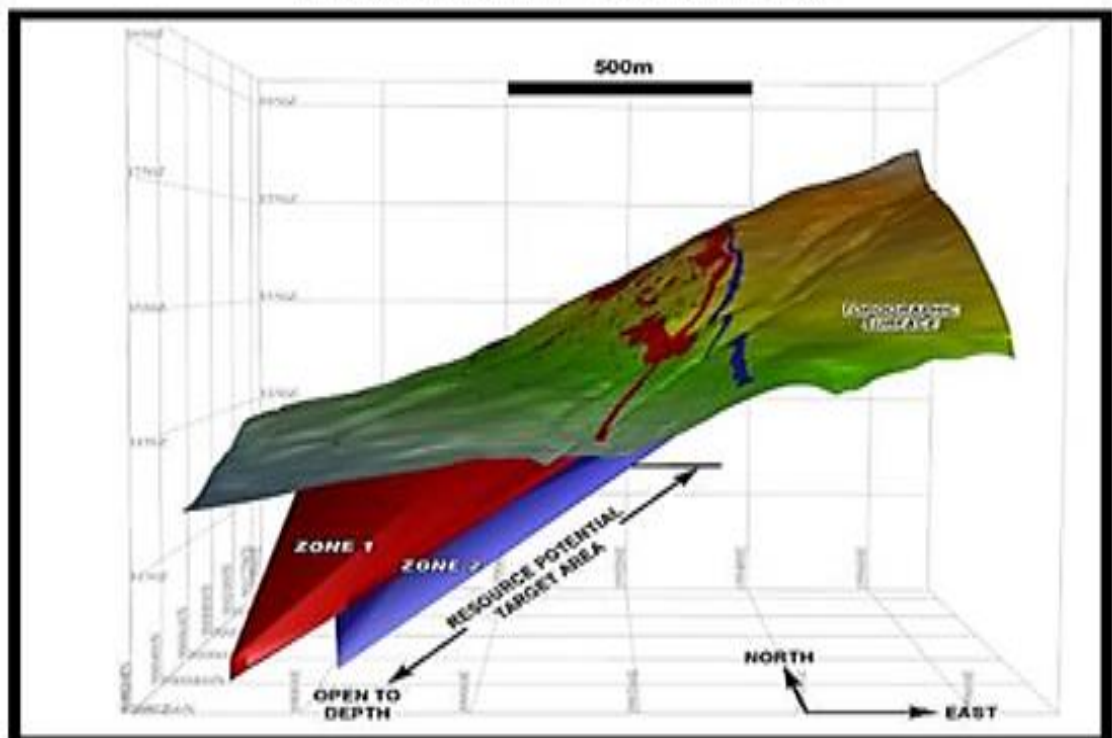
El Proyecto Yanamina ubicado en la cordillera Negra dentro la franja de minerales polis metálicos, son cuerpos mineralizados que se formaron al contorno del stock intrusivo y la influencia del marco estructural y litológico (zonas de repliegues) fueron los que favorecieron su formación. Igual al Proyecto Yanamina se observa en toda la franja de la cordillera Negra otras áreas de mineralización que son trabajados a pequeña escala. Las fallas longitudinales relacionados al tetanismo andino en conjugación con las del sistema N70° a 90° E formaron targets favorables para el reemplazamiento de minerales formando cuerpos en las calizas margosas, la alteración metasomática es intensa con minerales de skarn y minerales calcosilicatos.

Los cuerpos forman plunch de 35° hacia el Sur con la posibilidad de continuar hacia la profundidad. Lo que nos propone explorar en profundidad con sondajes diamantinos. Considerando distrital y/o regionalmente la Formación Santa es considerada como Metalotectos de yacimientos polimetálicos por la secuencia de intercalación de calizas, lutitas, caliza margosas se tendría la posibilidad de encontrar otras franjas

de cuerpos dentro la secuencia Santa y los contornos de los stock en un área de 700 m de largo por 300 m de ancho que se encuentra con cobertura cuaternaria para ello se recomienda realizar estudio geofísico de polarización inducida.

La Figura muestra una vista en perfil del yacimiento de Yanamina donde se aprecia el Buzamiento de la mineralización.

Yacimiento Yanamina



		FECHA	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA			CORTE GEOLOGICO DEL YACIMIENTO YANAMINA
REVISADO POR:	ING. FERNANDO RODRIGUES A.	oct-19	GEOLOGIA W.M			
APROBADO:	ING. FERNANDO RODRIGUES A.	ESCALA:	DISEÑO:	DIBUJO CAD:		
		1/500	INGENIERIA	GEOLOGIA		

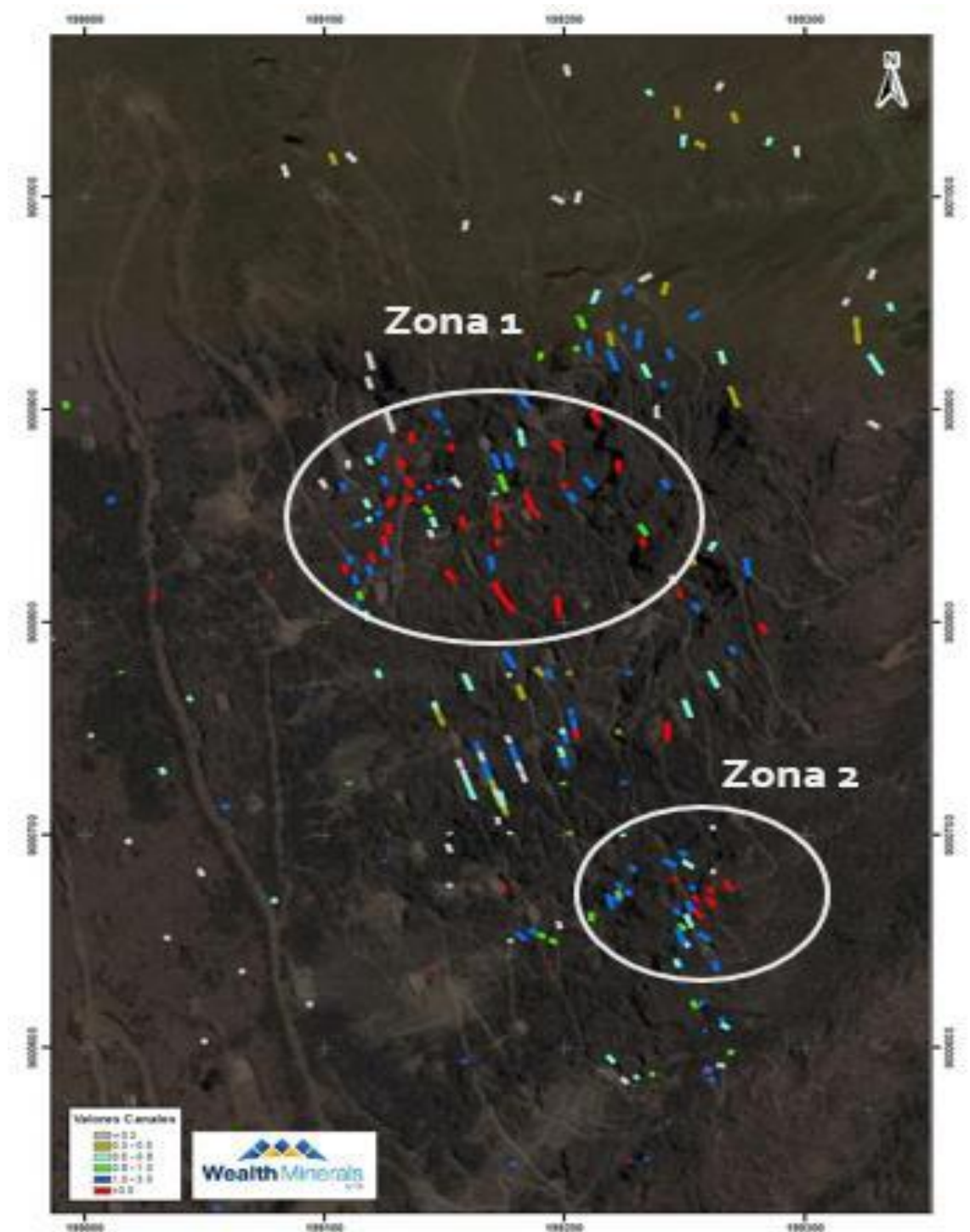
4.2.5. Recopilación de las muestras de canales

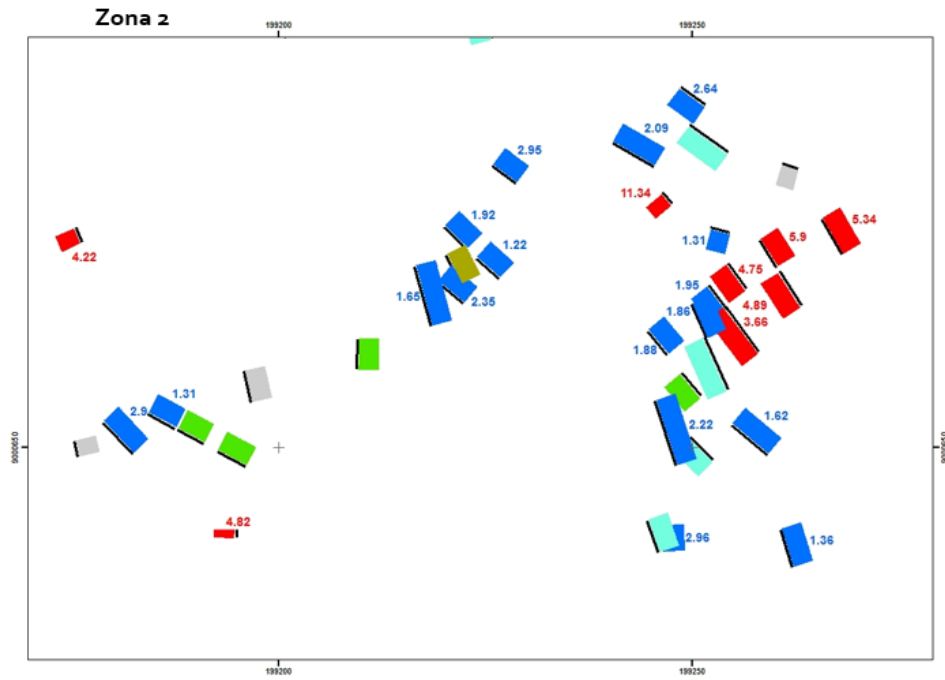
En la zona se efectuó muestreo de canales, en total se tomaron 260 muestras con las siguientes características:

- 56 muestras < 0.3 ppm de Au
- 15 muestras entre 0.3 y 0.5 ppm

- 36 muestras entre 0.5 y 0.8 ppm
- 21 muestras entre 0.8 y 1 ppm
- 65 muestras entre 1 a 3 ppm
- 67 muestras mayores a 3 ppm

Para la evaluación de los recursos solo se utilizó 251 muestras de canales.



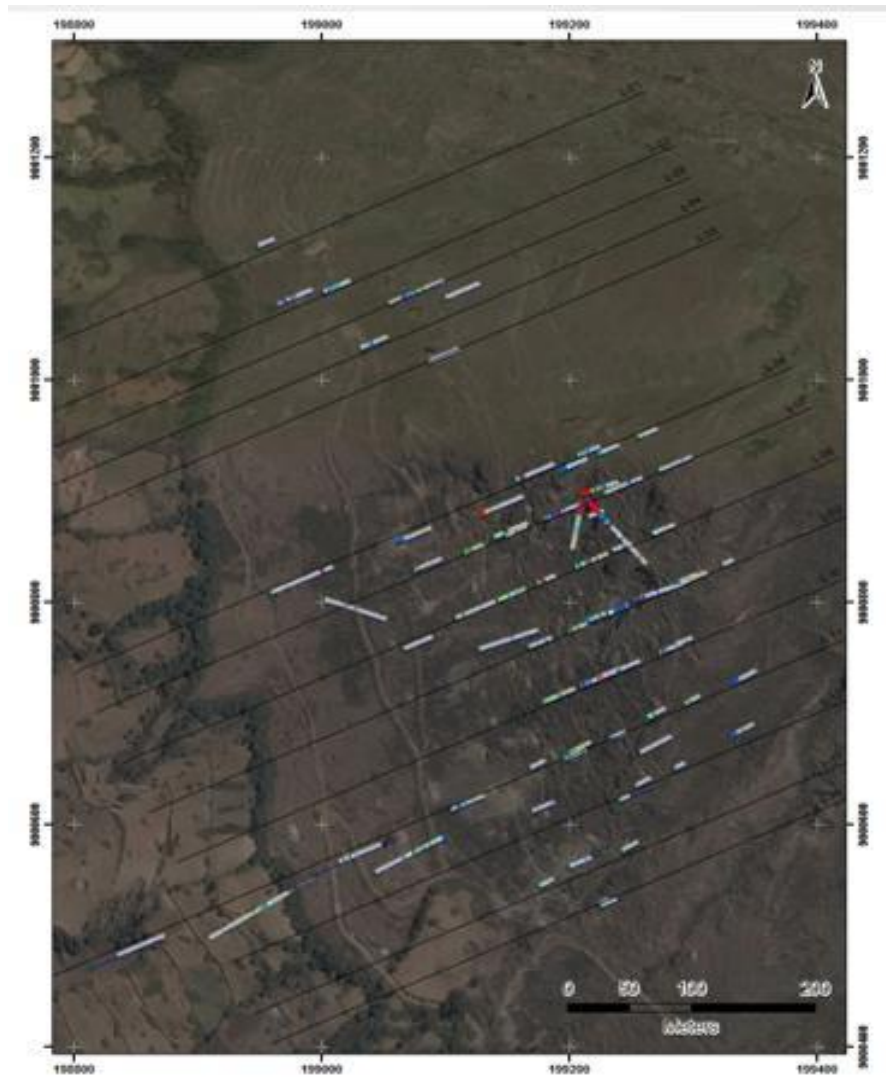


4.2.6. Información histórica de las campañas de perforación

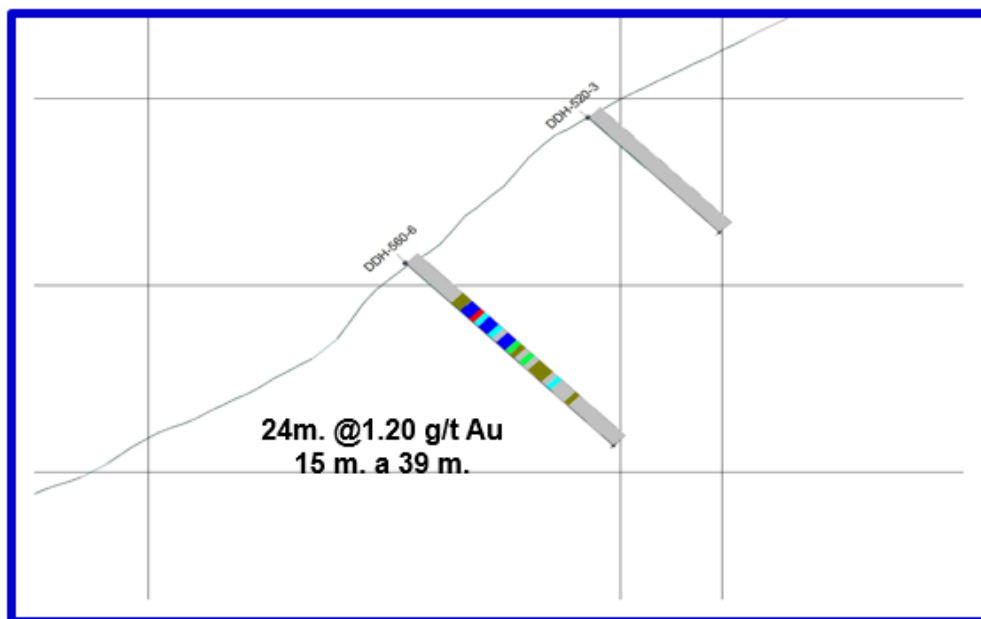
- Se ejecutaron 3 campañas de perforación en 1994, 1995 y 2006.
- Existen 8 talaros sin información de coordenadas, todos de la campaña de 1995.
- El taladro DDH-000-5 no tiene los resultados de laboratorio (1995)

La mayoría de los taladros son poco profundos: 64 menores a 50 metros, 17 menores a 100 metros, 5 menores a 200 metros y solo 1 que pasa los 200 metros. Del cual se tiene el resumen siguiente:

Taladros	Metros	Muestras	Observaciones
87	4,178	2,871	Información total
68	3722	2,679	Información útil

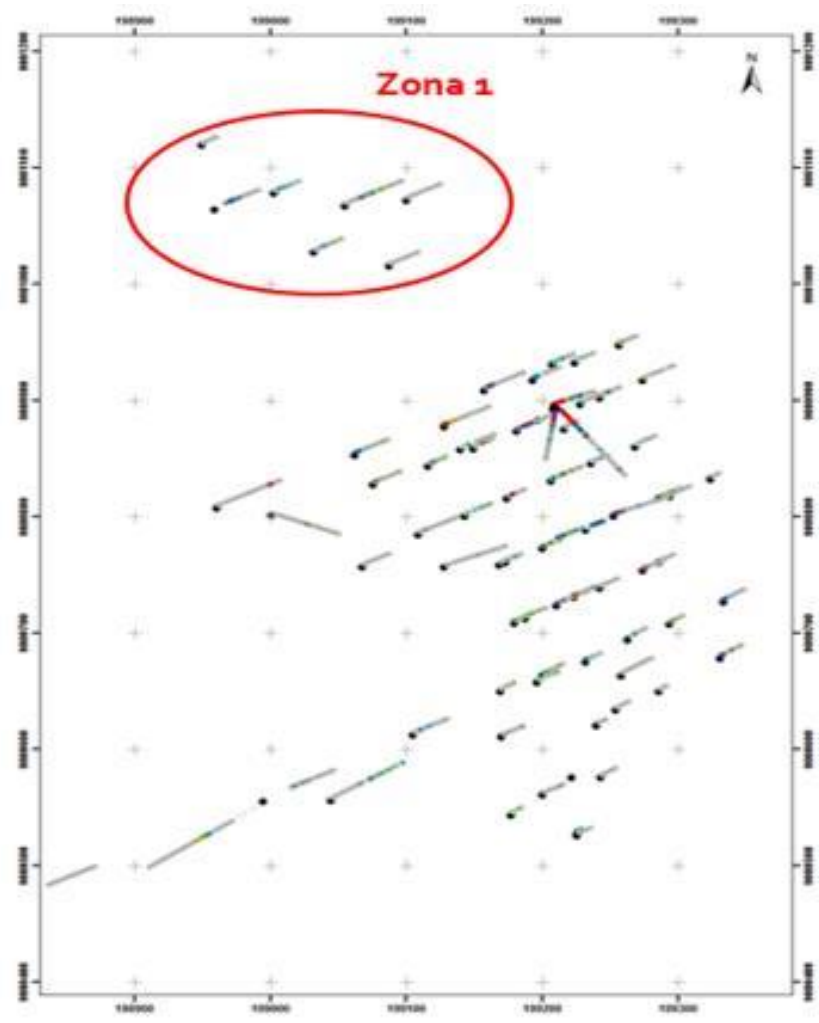


SECCION 3 – ZONA 1

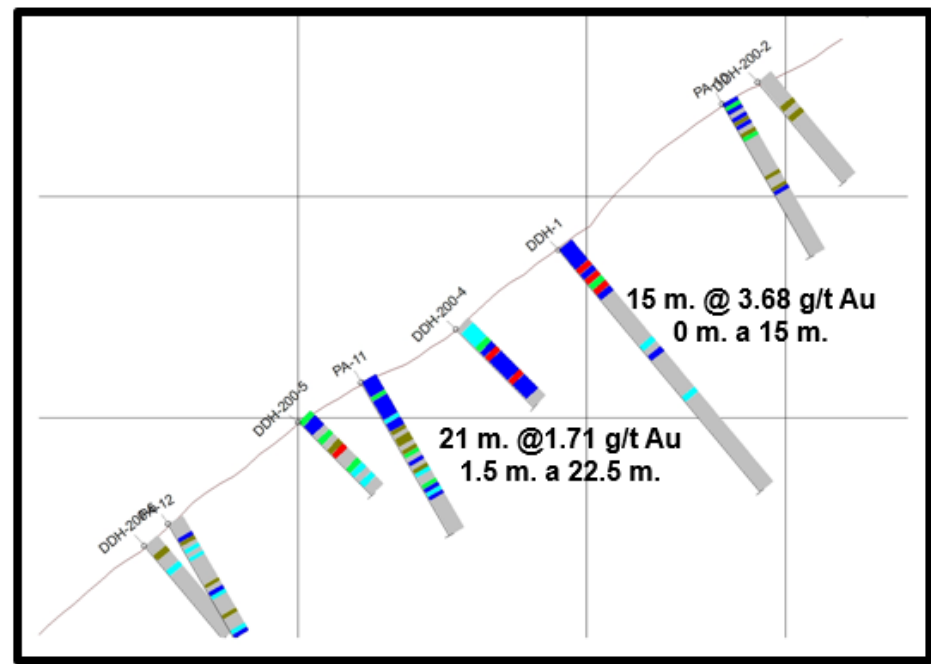


4.2.7. Secciones de las perforaciones importantes

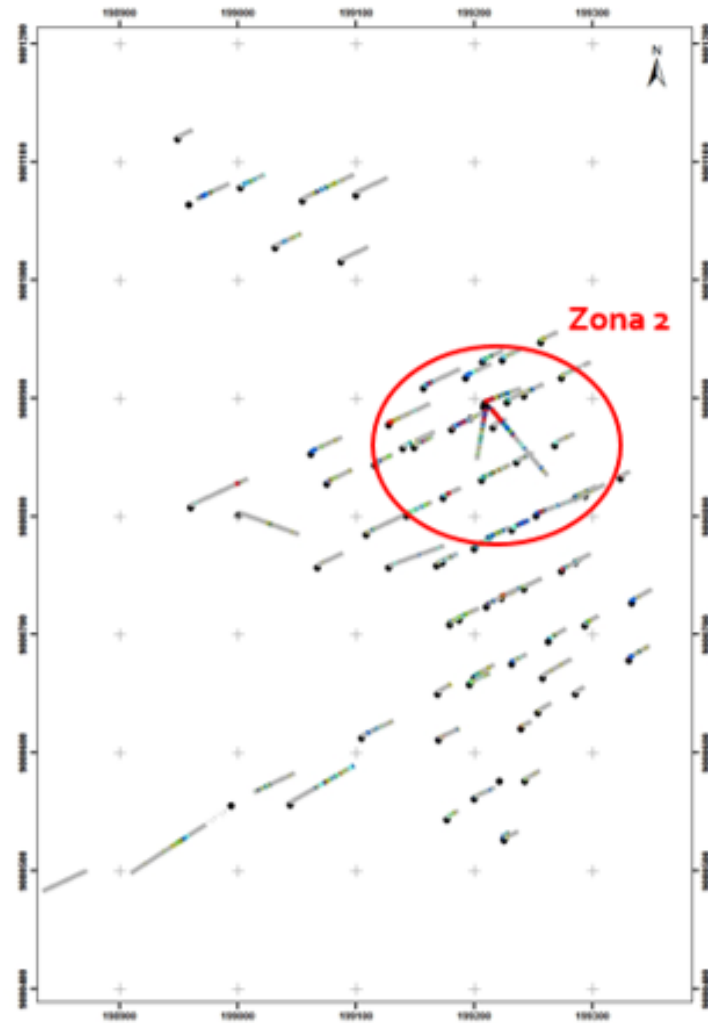
PLANO DE PERFORACIÓN



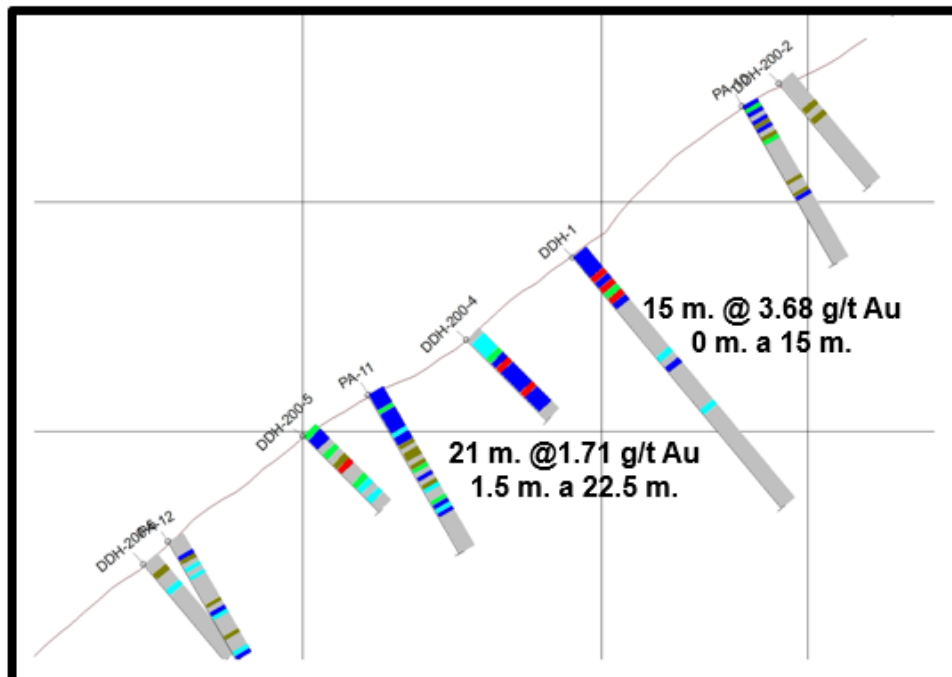
SECCIÓN 09 – ZONA 2



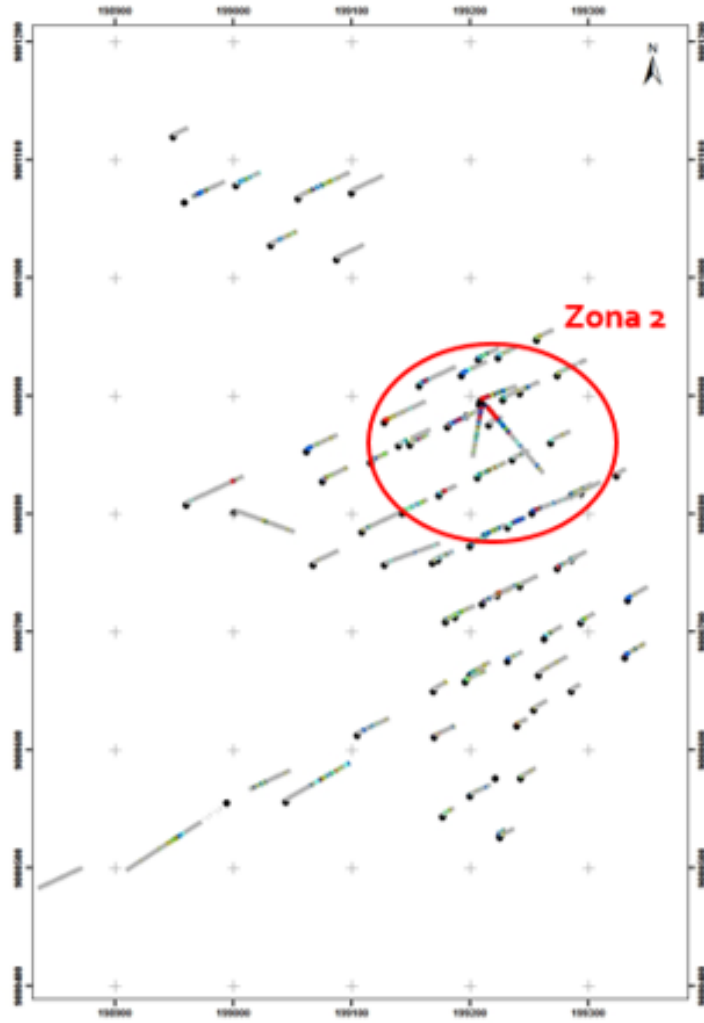
PLANO DE PERFORACIÓN



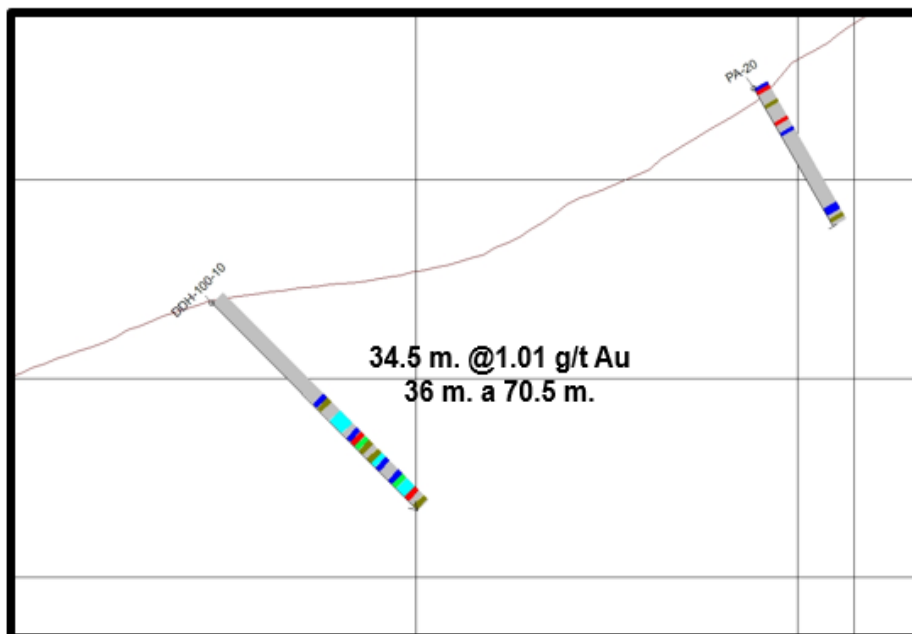
SECCIÓN 09 – ZONA 2



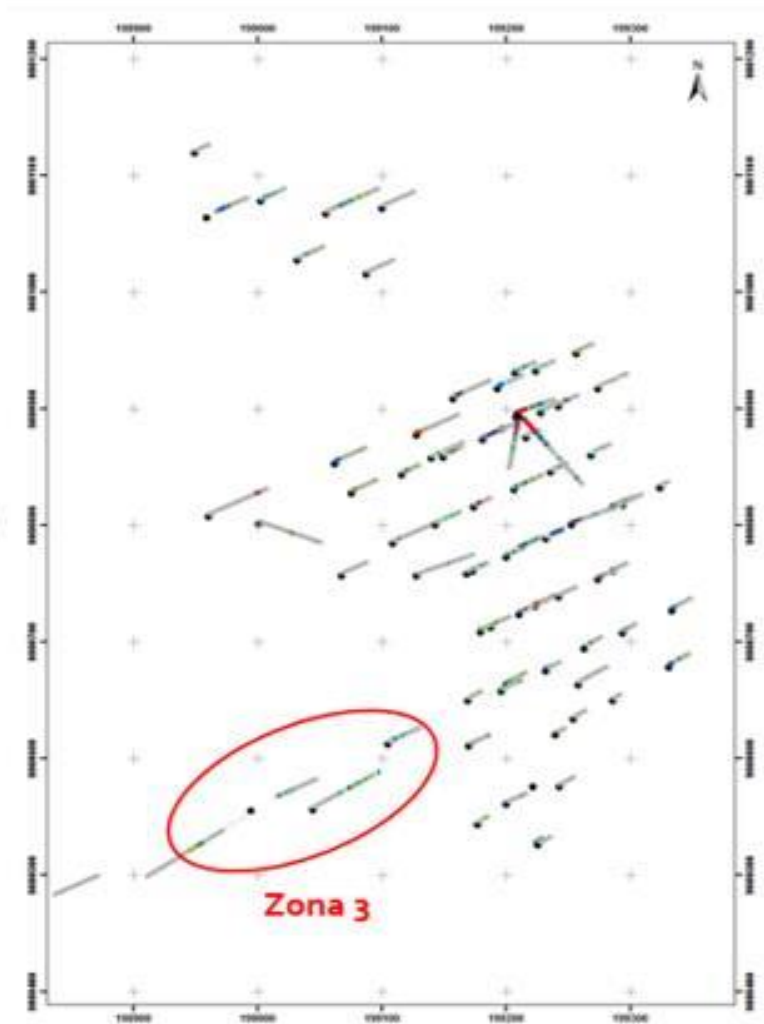
PLANO DE PERFORACIÓN



SECCIÓN 12 – ZONA 3

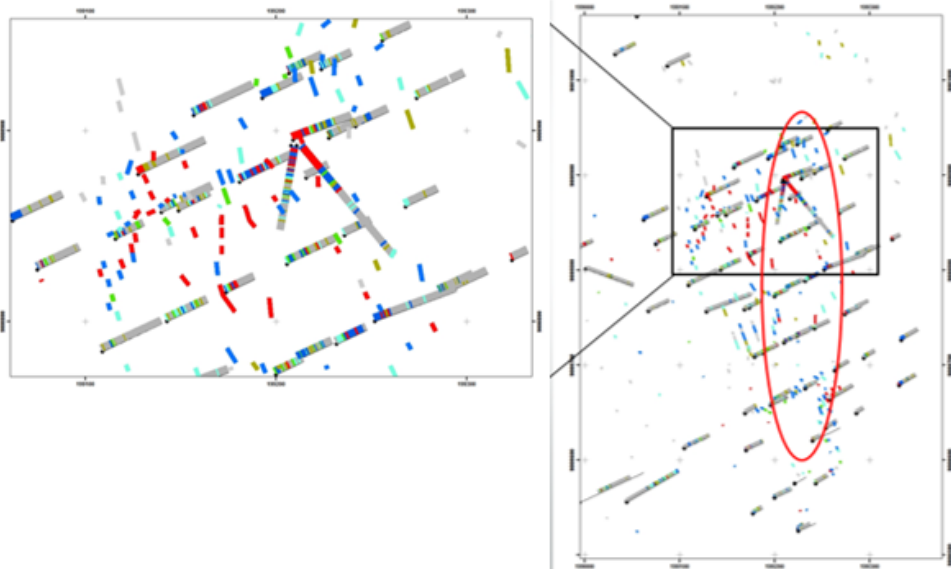


PLANO DE PERFORACIÓN



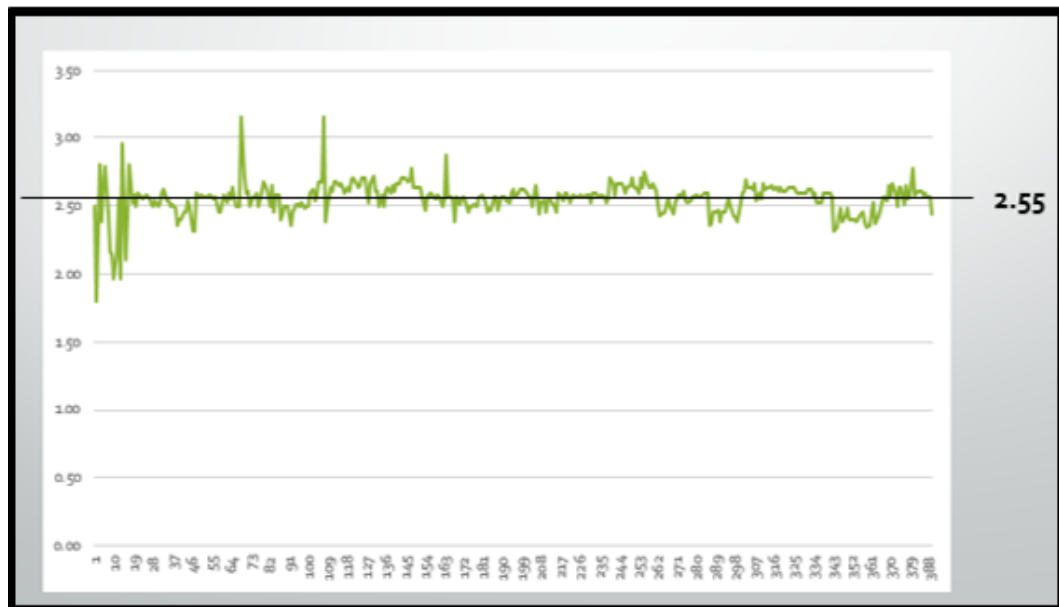
Como resultado de las secciones se tiene:

- e) Buena correlación entre valores de muestras de canales y resultados de taladros en los primeros metros, esto indica claramente el afloramiento del cuerpo mineral.
- f) Se observa la tendencia de las muestras de canales hacia la zona central, con buena correlación con los taladros. (ver planos)



4.2.8. Pruebas de densidad

- Se realizaron pruebas de densidad en 22 taladros de las primeras dos campañas.
- En total se analizaron 389 muestras.
- Los valores mínimos fueron de 1.8 y los máximos de 3.16.
- El valor promedio de la densidad es de 2.55. (Ver gráfico)



Estadística Básica Au (ppm)

Estadistics	Taladros	Canales	Total
Valid	2,289	806	3,095
Minimum	0.004	0.005	0.004
Maximum	21.1	19.8	21.1
Mean	0.533	2.053	0.929
1st Quartile	0.013	0.420	0.022
Median	0.067	0.990	0.170
3rd Quartile	0.407	2.280	0.898
Std. Devn.	1.424	2.828	2.006
Variance	2.03	8.00	4.03
Co. of Variation	2.67	1.38	2.16

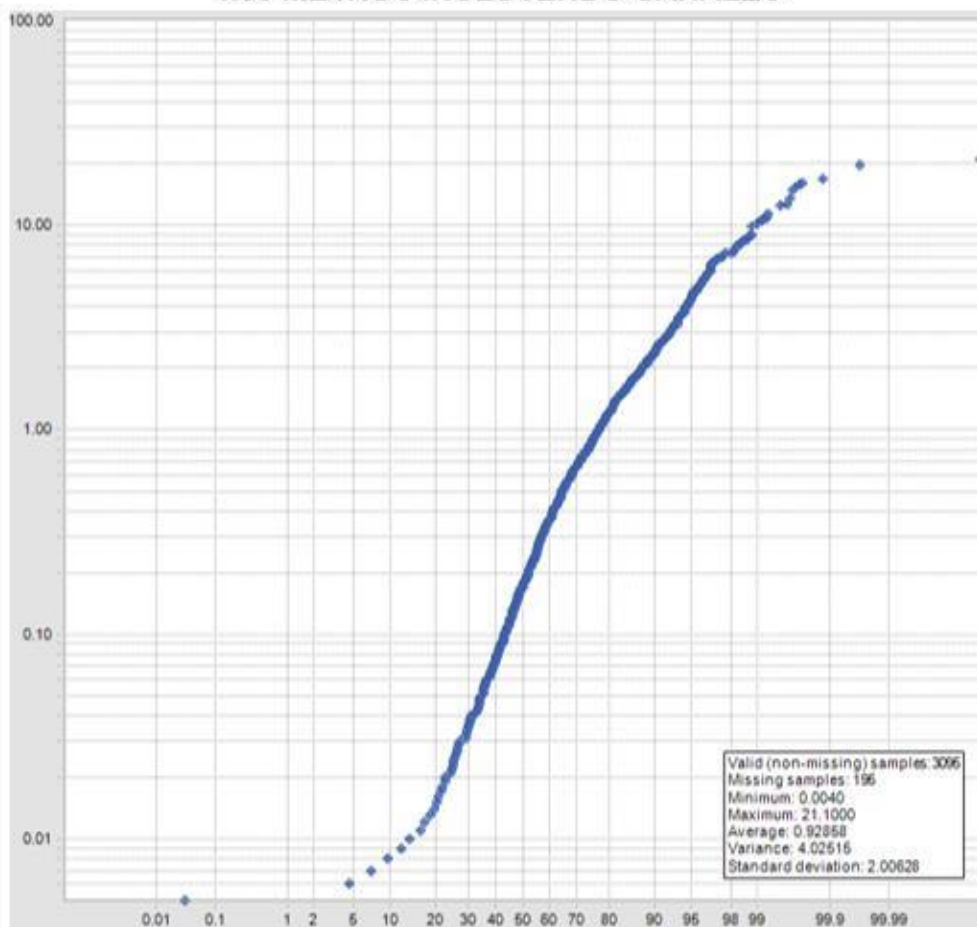
Estadística Básica Ag (ppm)

Estadistics	Taladros	Canales	Total
Valid	1,325	763	2,088
Minimum	0.20	0.02	0.02
Maximum	120.00	87.00	120.00
Mean	3.52	14.95	7.70
1st Quartile	0.70	4.00	1.00
Median	1.60	9.00	3.00
3rd Quartile	3.60	19.00	8.70
Std. Devn.	7.02	15.04	12.01
Variance	49.29	226.22	144.20
Co. of Variation	2.00	1.01	1.56

Estadística Básica Modelo de bloques Au
(ppm)

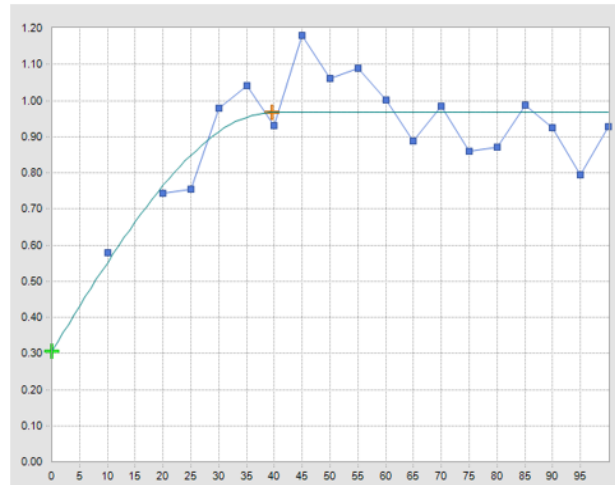
Estadísticas	Modelo Sin Canales	Modelo Con Canales
Valid	214,191	216,798
Minimum	0.005	0.005
Maximum	7.484	17.662
Mean	0.378	0.452
1st Quartile	0.013	0.019
Median	0.074	0.104
3rd Quartile	0.441	0.543
Std. Devn.	0.669	0.836
Variance	0.448	0.699
Co. of Variation	1.772	1.849

GRAFICO DE FRECUENCIA ACUMULADA DE MUESTRAS CADA 1.50 METROS INCLUYENDO CANALES

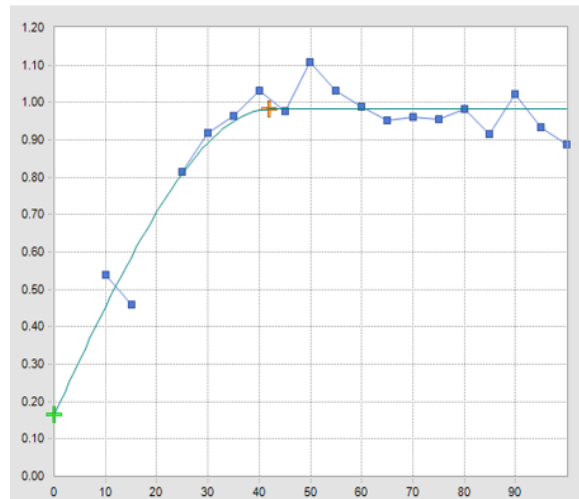


4.2.9. Variogramas experimentales

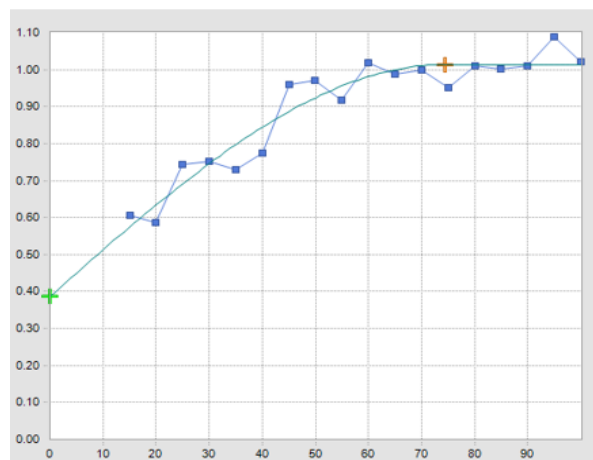
Azimut 0° Dip -15°



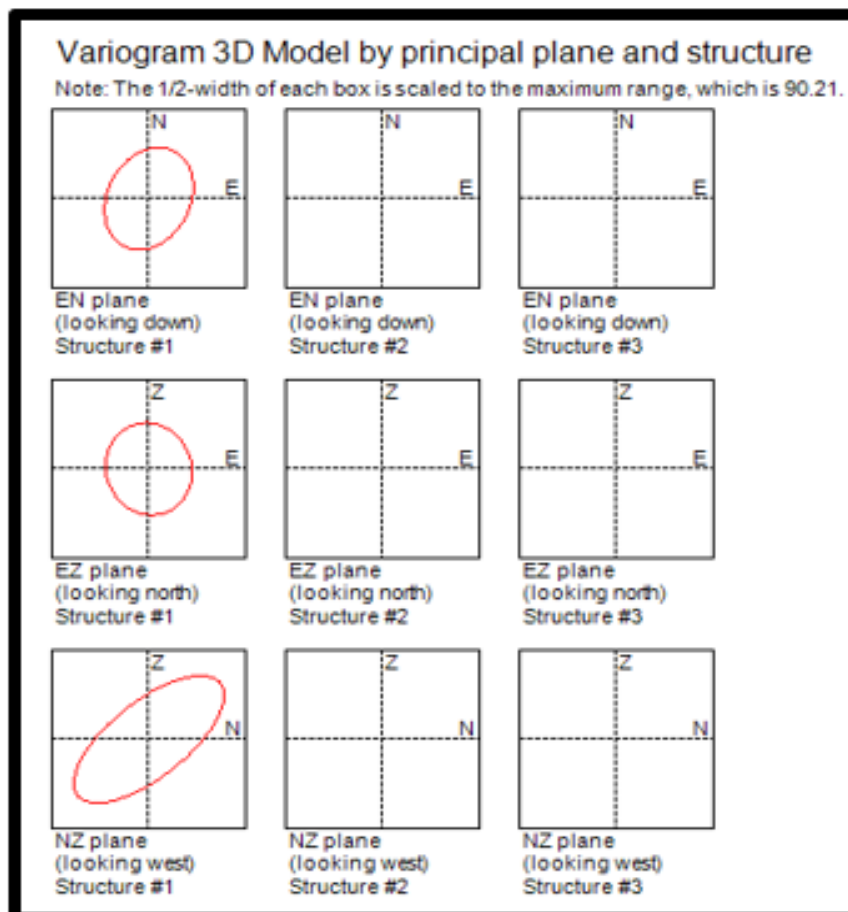
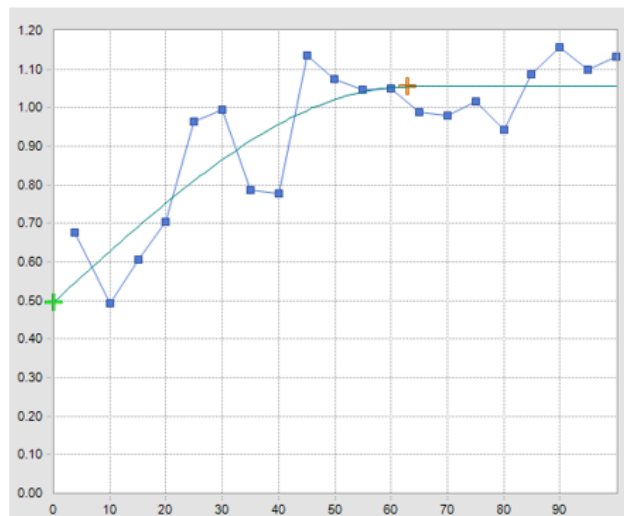
Azimut 210° Dip -15°



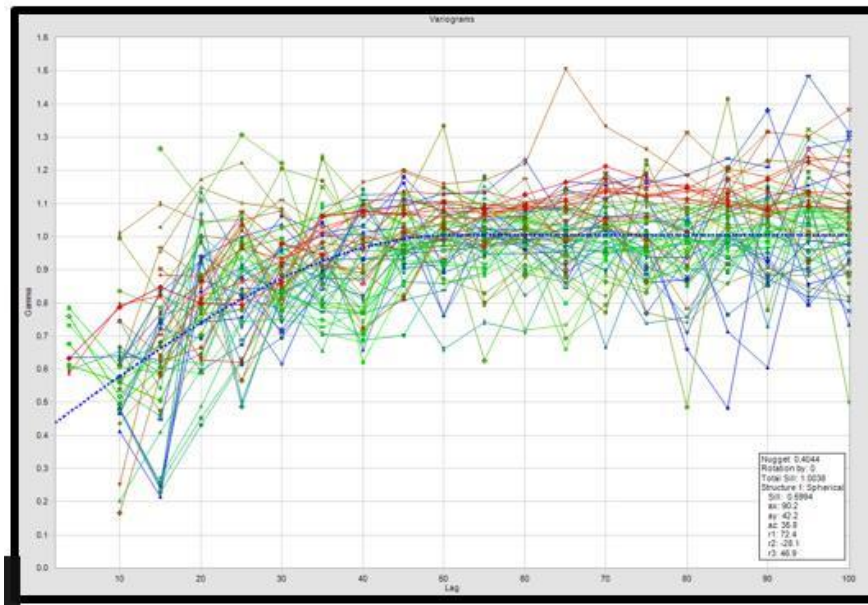
Azimut 240° Dip -45°



Azimet 270° Dip - 60°

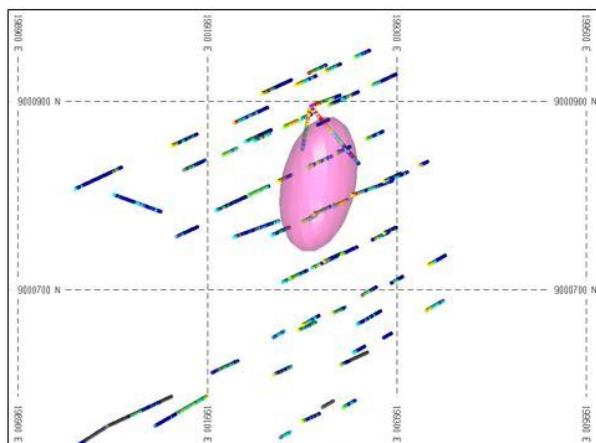


4.2.10. Modelo de variograma

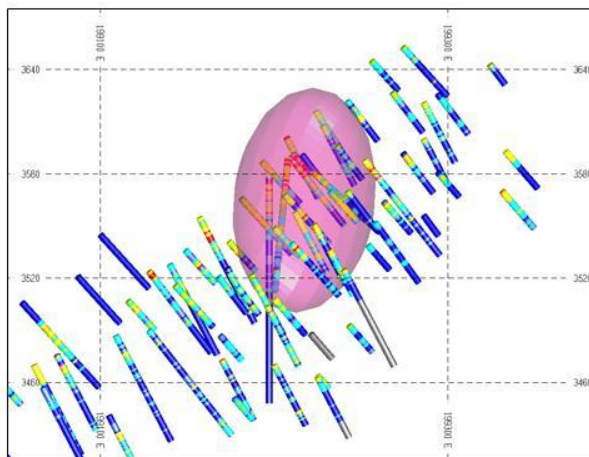


4.2.11. Elipsoide de búsqueda

Vista en Planta

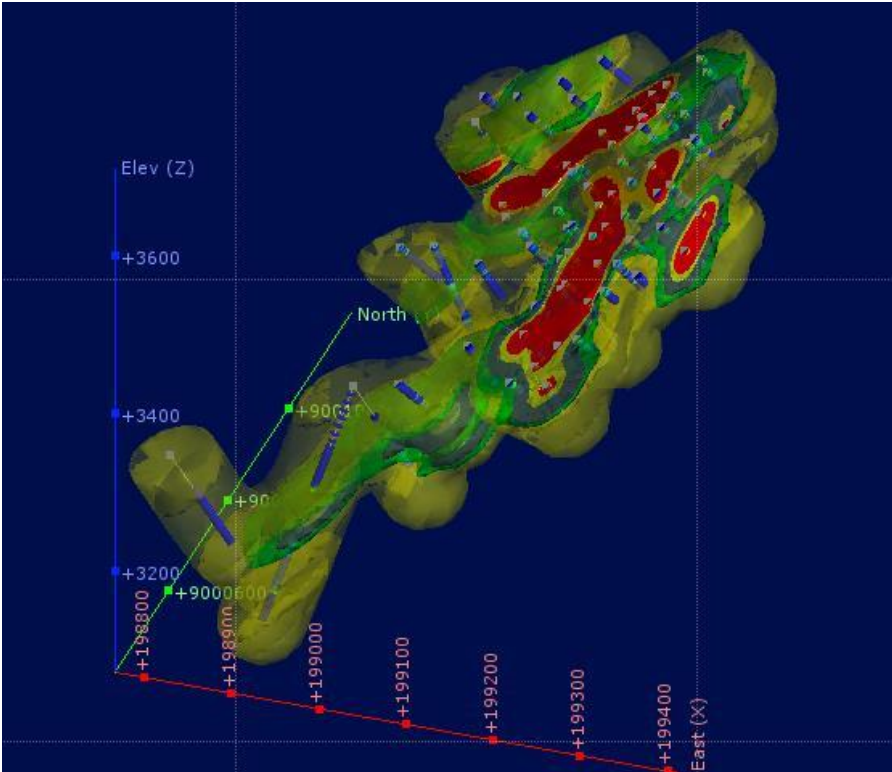


Vista Mirando al Norte



Nugget: 0.4044
Rotation by: 0
Total Sill: 1.0038
Structure 1: Spherical
Sill: 0.5994
ax: 90.2
ay: 42.2
az: 35.8
r1: 72.4
r2: -28.1
r3: 46.9

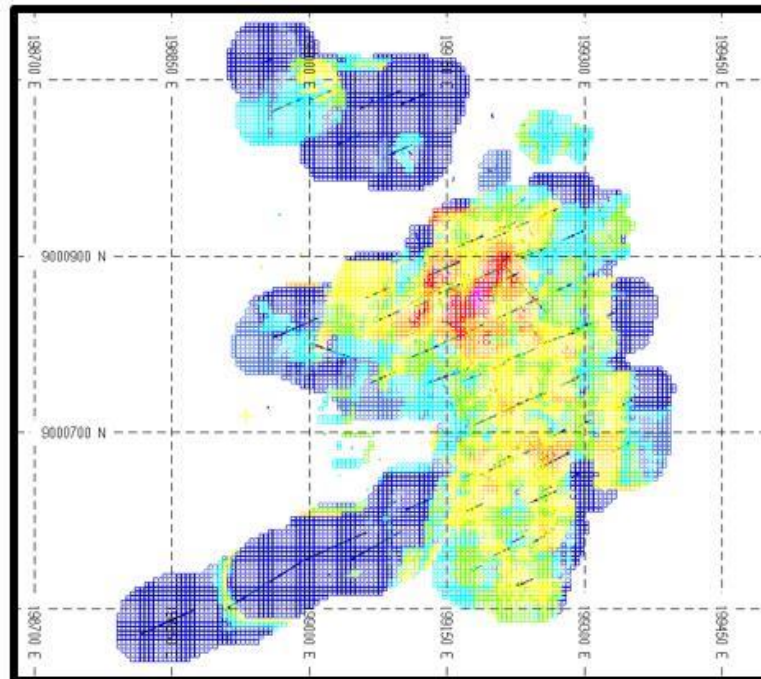
4.2.12. Parámetros de estimación y de categorización



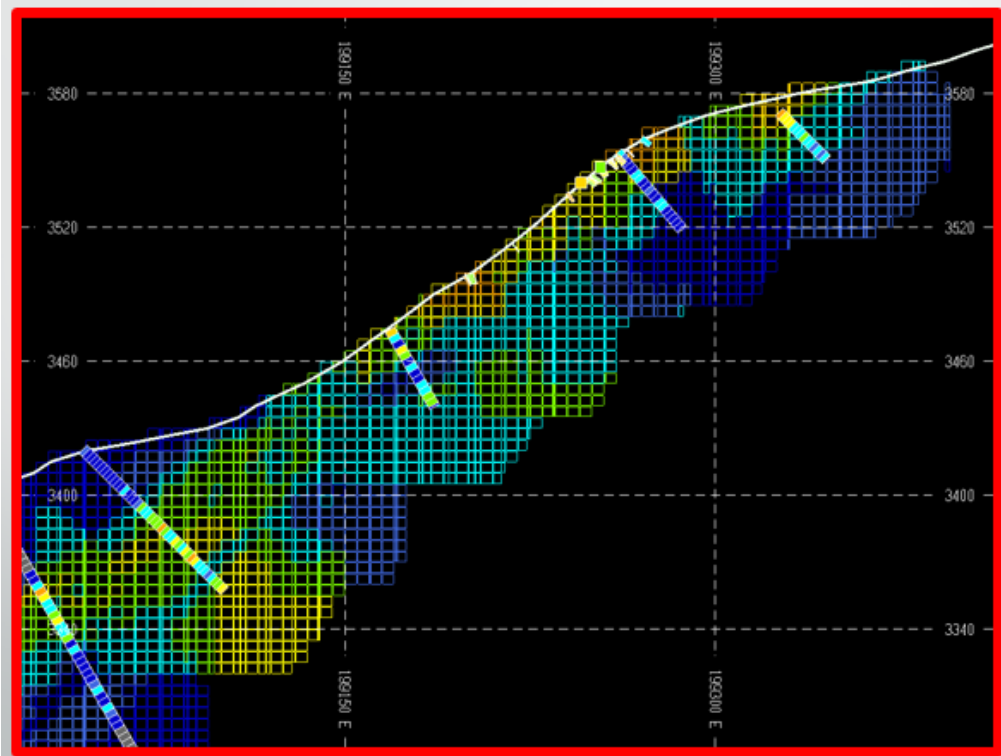
Pasada	Radios de Búsqueda (m)			Distancia en 3D (m)	Mínimo de muestras para interpolación	Máximo de Muestras	Máximo de muestras por taladro
	X	Y	Z				
Inferido	9	4	3	5	3	2	3
	0	2	5	0			
Indicado	4	2	1	2	3	1	3
	5	1	5	5			
Canales	4	2	1	2	3	1	3
	5	1	5	5			

4.2.13. Modelo de bloques

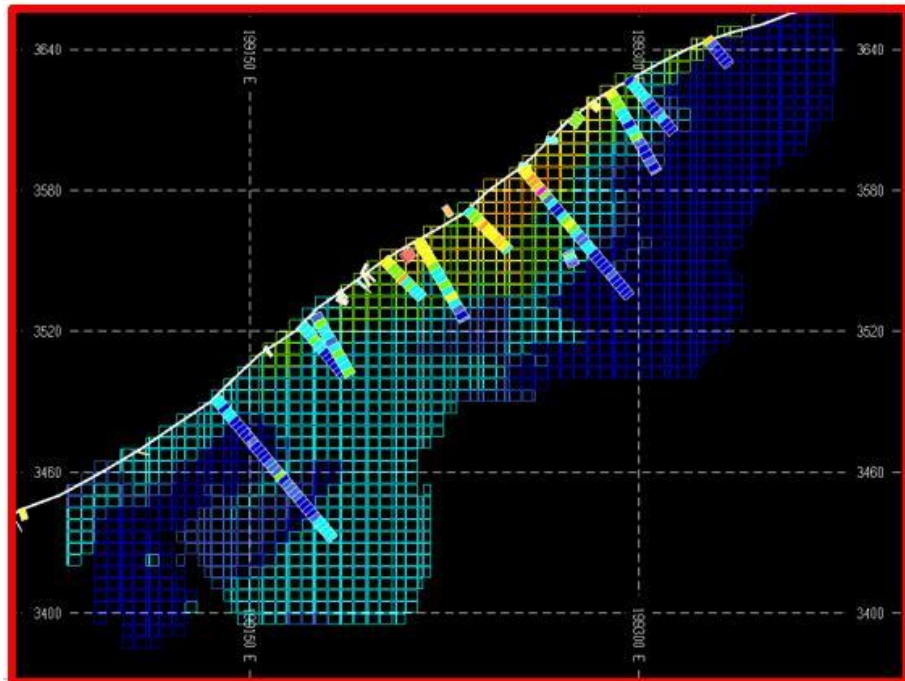
Modelo de bloques



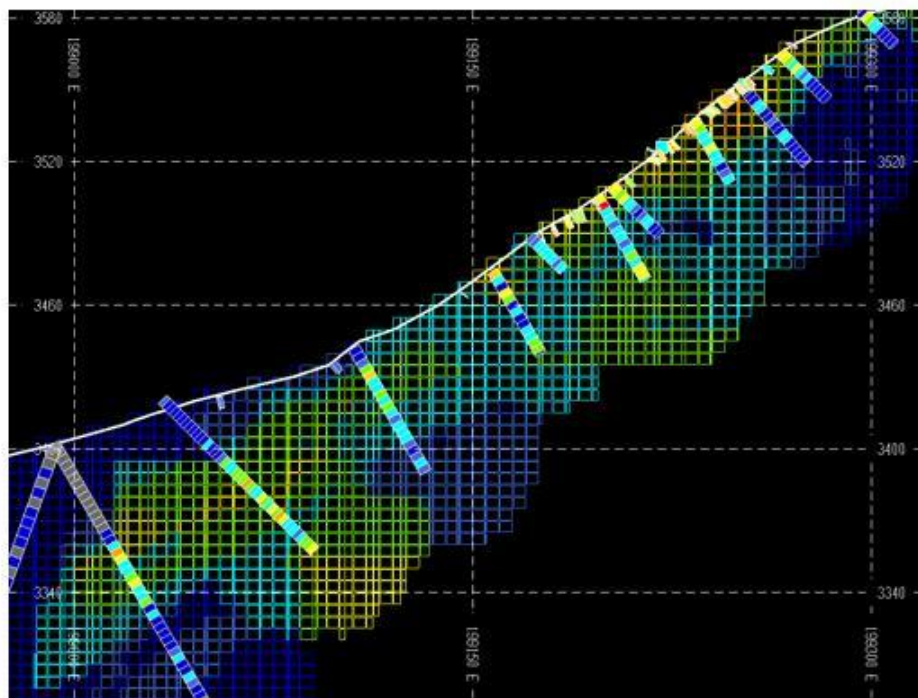
Sección 1 del modelo de bloques – Mirando al NW



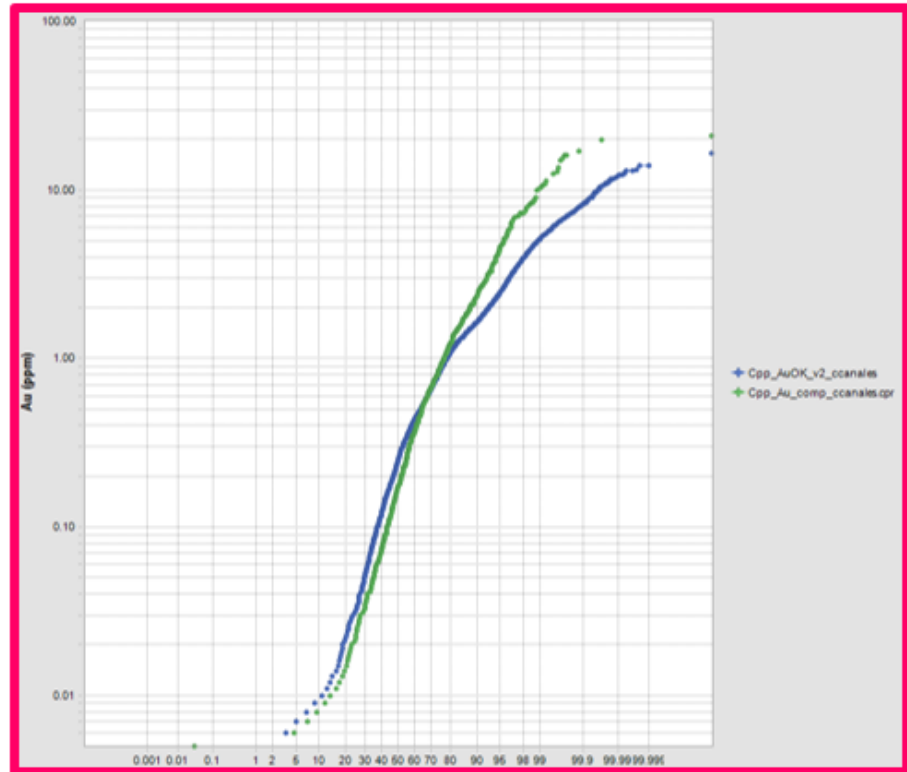
Sección 2 del modelo de bloques – Mirando al NW



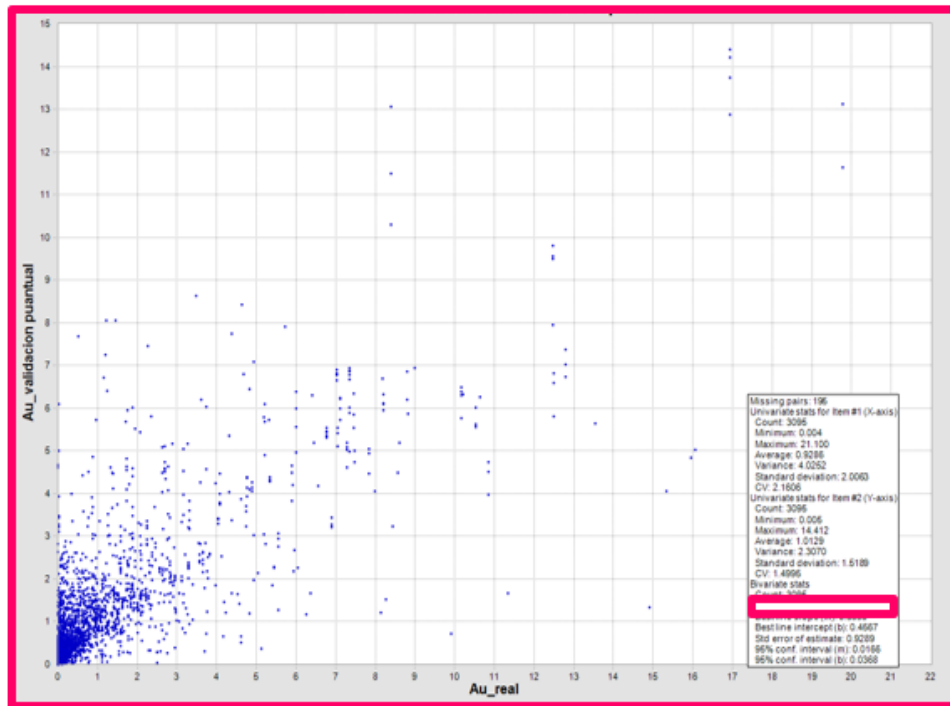
Sección 3 del modelo de bloques – Mirando al NW



Comparación de distribución global de Au en modelo de bloques y muestras



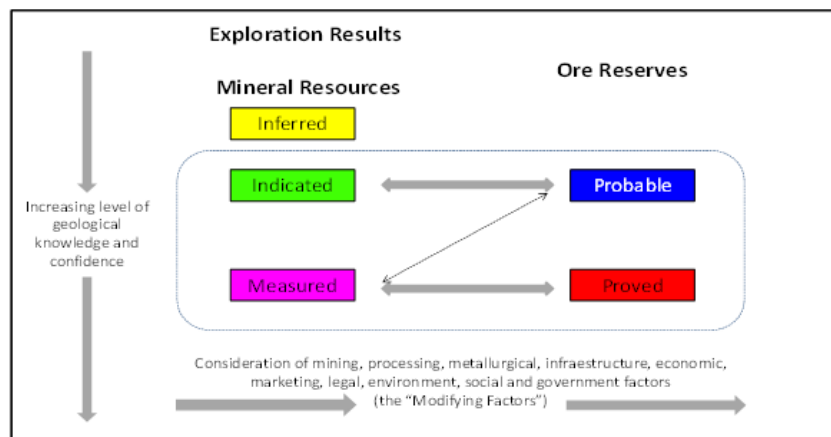
Scatter Plot Au validación vs Au Compositos



4.2.14. Estimado de recursos de minerales

Recurso mineral es la concentración u ocurrencia natural, sólida e inorgánica, en o sobre la corteza terrestre en forma o calidad de tal grado que tiene probabilidades razonables para una extracción económica. La ubicación, cantidad, grado (o calidad), la continuidad y otras características geológicas de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas con evidencia geológica específica e incluye el control de calidad del muestreo. Los Recursos minerales se subdividen en categorías con el fin de aumentar la confianza en función a la información geológica, en Inferidos, Indicados y Medidos. En los cuerpos mineralizados evaluados se considera recurso indicado e inferido. En la Figura 4.1-1, se muestra el Flujo de Recursos y Reservas según el Código Jorc 2012.

Figura 5-2
Relación General entre Recursos y Reservas



Fuente: Código JORC 2012

En los cuerpos evaluados se considera mineral indicado al mineral desde la cortada Nivel 3220 hasta la superficie; indicado al mineral debajo del nivel 3220 hasta los 70 m. de profundidad y mineral inferido a los recursos circundantes a la mina que se corroboraría con sondajes diamantinos de

exploración por debajo del nivel 3220. En los cuadros siguientes se muestra el resumen de los recursos estimados con sus categorías y tonelaje.

Recurso medido - indicado

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	2,125	5,419,000	1.147	6.509	199,766
0.30	1,842	4,697,000	1.285	7.118	194,096
0.50	1,396	3,559,000	1.571	7.981	179,749
0.80	1,007	2,567,000	1.931	8.428	159,400
1.00	820	2,092,000	2.167	8.809	145,737
2.00	313	797,000	3.389	10.105	86,848
3.00	156	398,000	4.357	10.961	55,747

Recurso inferido

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	3,251	8,289,000	0.760	4.849	202,591
0.30	2,562	6,534,000	0.898	5.380	188,645
0.50	1,610	4,106,000	1.201	6.508	158,558
0.80	919	2,343,000	1.635	7.408	123,193
1.00	730	1,862,000	1.829	7.471	109,486
2.00	174	444,000	3.300	9.354	47,107
3.00	72	184,000	4.576	11.843	27,072

Recurso total

Cut-off	Volumen	Toneladas	Grade Au	Grade Ag	Oz Au
0.20	5,376	13,709,000	0.913	5.505	402,409
0.30	4,404	11,231,000	1.060	6.107	382,750
0.50	3,006	7,665,000	1.373	7.192	338,306
0.80	1,926	4,910,000	1.790	7.941	282,601
1.00	1,550	3,954,000	2.008	8.179	255,227
2.00	487	1,241,000	3.357	9.836	133,957
3.00	228	582,000	4.426	11.240	82,818

Cabe destacar que el 95% de los recursos minerales son inferidos, lo que indica la necesidad de trabajos geológicos y de exploraciones adicionales que permitan un sustento más confiable de las proyecciones.

4.2.15. Información adicional

- Se incorporó al modelo las muestras de canales, previamente revisadas, tomando en cuenta las debidas restricciones, es importante el uso de esta información por la buena correlación que guarda con los resultados de los taladros en los primeros metros, pero es importante buscar la validación de las mismas.
- Se evaluó el total de las muestras de densidad realizadas a los taladros de los dos años anteriores.
- Como algoritmo de interpolación se utilizó el Kriging ordinario. (ver cuadro)

	43-101 Southampton	Wealth Minerals
Taladros	78	78
Canales	0	251
Densidad	2.8	2.55
Algoritmo de estimación	Inverso de la distancia	Kriging ordinario
Recurso Total	206,800 Oz Au	382,750 Oz Au
Cut-off	0.5	0.3

4.3. Prueba de Hipótesis

Para tratar los óxidos se definiría una planta de lixiviación de 50k tpd de capacidad para obtener cátodos de cobre. Los sulfuros primarios se procesarían en forma

convencional con una planta concentradora para obtener concentrados de cobre y molibdeno.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados de las pruebas en botella tomado del PEA de CAM elaborado para Antares en el 2006.

Sample ID	Mine Zone	Head Samples			Copper Extraction (%)			Gangue Acid Consumption ⁽¹⁾	
		% Acid Soluble Cu	% CN Soluble Cu	% Soluble Cu	96 hrs	360 hrs	Variation	Kg/t	Kg/kg Cu
4999	4C	25.00	65.63	90.63	62.35	84.78	22.43	1.65	0.60
5002	3A	50.68	44.22	94.90	68.77	79.19	10.42	11.52	0.52
5003	3D	29.17	44.44	73.61	51.16	60.76	9.60	29.22	7.01
5005	2A	55.17	10.34	65.52	52.96	57.35	4.39	18.14	11.47
5006	4A	23.16	63.16	86.32	60.64	77.28	16.64	9.57	1.36
5007	4C	17.86	67.86	85.71	47.43	66.96	19.53	2.28	1.27
5008	2D	79.69	3.13	82.81	64.60	73.31	8.71	19.22	4.41
5009	4A	18.18	60.00	78.18	44.85	71.46	26.61	17.92	4.95
5010	4D	28.00	70.00	98.00	78.38	93.67	15.29	1.74	0.20
5021	3D	50.00	38.64	88.64	53.09	78.38	25.29	-10.73	-3.34
5023	4C	12.55	66.11	78.66	56.56	86.27	29.71	0.46	0.02
5025	3B	34.41	62.37	96.77	78.78	91.47	12.69	7.42	0.88
5032	4C	12.33	72.60	84.93	62.34	76.32	13.98	-2.54	-0.47
5033	2D	50.98	9.80	60.78	57.71	65.71	8.00	25.59	7.47

Remarks:

(1) Gangue acid consumption is calculated by assuming that 1.54 grams of sulfuric acid will be generated from each gram of copper extracted. A negative gangue acid consumption indicates that the sample generated acid.

(2) Tests conducted in year 2006.

(4) "Variation" Copper Extraction (%) = % Copper Extraction after 360 Hrs - % Copper Extraction after 96 Hrs

De los resultados de las pruebas en botella obtenidos, CAM arribó a las siguientes conclusiones:

- Las muestras del compuesto son favorables a la extracción del cobre usando la solución ácida que contiene 10 gramos por litro de ácido sulfúrico y 6 gramos por litro de hierro férrico.
- El ciclo extendido de lixiviación de 360 horas afectó la extracción de cobre en cada muestra.
- Un estudio de lixiviación férrica en columna bajo ciclo cerrado se debe conducir en el estudio de muestras compuesto durante esta investigación. Para los propósitos

de esta evaluación económica preliminar, CAM utilizará una recuperación de cobre total del 75 por ciento con los consumos de 3 kilogramos de ácido por kilogramo de cobre.

4.3.1. Balance Metalúrgico Estimado

Para óxidos

	Ton	Ley	Distribución
		%CuT	%
Cabeza	128,659,000	0.53	100.0
Cátodos	475,600	99.99	70.2
Relaves	128,183,400	0.16	29.8

Para sulfuros

	Ton	Leyes		Distribución	
		%CuT	%Mo	%CuT	%Mo
Cabeza	267,209,000	0.53	0.01	100.00	100.00
CC de Cobre	4,974,560	25.00	0.02	88.00	2.00
CC de Moly	36,692	0.14	51.86	0.004	47.64
Relave	262,197,748	0.06	0.01	12.00	50.36

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Parámetros de diseño

Los parámetros de optimización y diseño del tajo abierto, fueron utilizados ciertos parámetros como, precios de los metales de oro y plata, la recuperación metalúrgica, cargos, costos logísticos, parámetros geomecánicos referenciales, costo de mina, este fue calculado tomando en consideración el ciclo que involucra el método de minado. El costo de planta estimado según minas modelo. A continuación, se muestran los parámetros técnicos y en se muestra los parámetros económicos considerados para la Estimación de Reservas.

Parámetros Técnicos de Optimización y Diseño de Tajo Abierto

Detalle	Unidad	Cantidad
Rec. Metalúrgica		
Au	%	80
Ag	%	20
Geomecánicos		
Altura banco	m	5
Angulo final	Grados	46
Angulo talud	Grados	70
Ancho de rampa	m	10
Gradiente de rampa	%	8

Parámetros Económicos de Optimización y Diseño de Tajo Abierto

Detalle	Und.	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Precio de Metales					
Oro	Oz/t	1,000	1,000	1,000	1,0000
Costo Mineral	US\$/t	2.30	2.30	2.26	3.05
Costo Desmonte	US\$/t	2.02	2.02	1.98	2.06
Razón Desmonte - Mineral	US\$/t	1.20	1.20	1.20	1.2
TOTAL, Costo Mina x Ton Mineral	US\$/t	4.72	4.72	4.64	5.52
Costo Tratamiento Mineral	US\$/t	4.60	4.60	4.60	4.72
Total Costo Indirecto (Adm.)	US\$/t	1.50	1.50	1.50	1.5
COSTO TOTAL Operación	US\$/t	10.83	10.83	10.74	11.74

Según los parámetros mencionados, la ley de corte obtenida es de 0.35 g.au/t a partir de ello se generó la optimización y los reportes de reservas.

4.4.2. Diseño de mina

Para llegar al “Pit” Operativo, se tuvo que realizar el proceso siguiente:

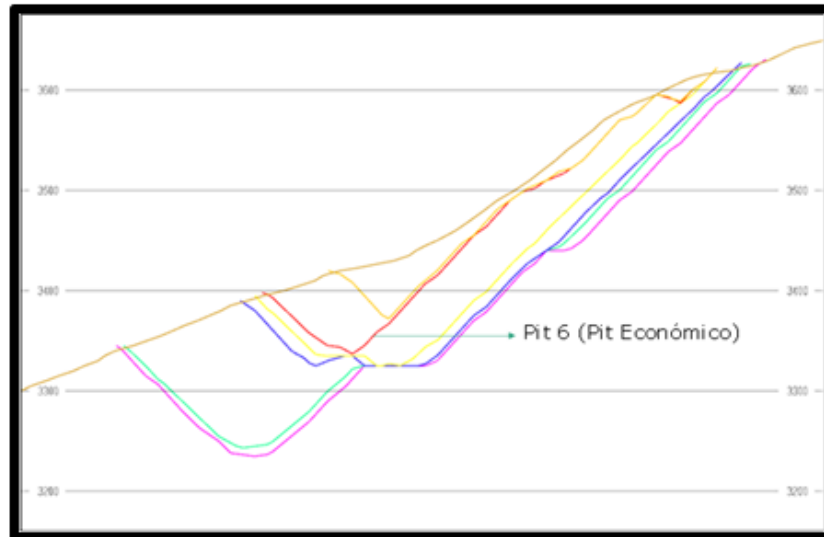
1. En base a los Recursos Estimados a diciembre del 2015, entregado por Geología. Utilizando los parámetros y precios pertinentes a recursos, con el “software” respectivo, se obtuvo el “Pit” de Recursos, el mismo que incluye recursos indicados e inferidos.
2. Tomando los recursos indicados e inferidos, considerando los respectivos parámetros Técnicos-Económicos (factores modificadores) y precios para

reservas, se obtuvieron el “Pit” Óptimo, el mismo que es el “Pit” que mayor VPN otorga en las iteraciones hechas por el “software”.

3. Finalmente, a partir del “Pit” Óptimo, considerando parámetros de operación, accesos y otras restricciones, con los ajustes necesarios, obtuvieron el “Pit” Operativo o “Pit de Reservas”.

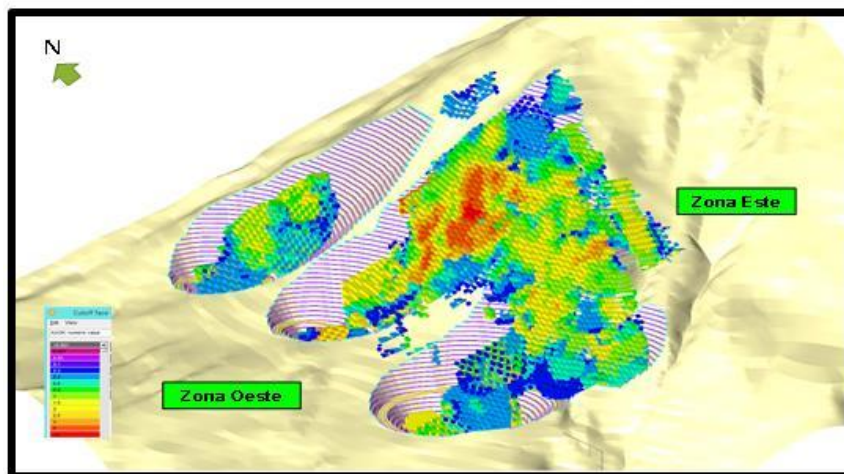
La muestra una sección ejemplo en la que pueden observarse los

Figura 4.2-1
Sección Transversal – Tajo Abierto Yanamina



Fuente: Optimización Wealth –Minerals

Figura 4.2-2
Diseño – Tajo Abierto Yanamina



Fuente: Diseño Wealth –Minerals

4.4.3. Estimado de reservas

De acuerdo a la naturaleza del estudio, en esta etapa se está considerando los Recursos Indicados e Inferidos reportados por Geología y optimizados por Planeamiento con la finalidad de poder analizar las bondades del yacimiento.

Con los Parámetros técnicos y económicos antes mencionados se estimaron las reservas de minerales los cuales se resumen en 5.96

Mt de mineral con ley promedio de 1.39 g. Au/t, equivalente a 266,373 onzas in-situ y un stripping de 1.2. En la 3, se muestra el resumen de las reservas estimadas para esta etapa del Proyecto.

Tabla 4.2-3

Resumen de Estimado de Reservas Tajo Abierto Yanamina

Reserva	Mineral (Ton)	Lev (g. Au/t)	Onzas Au
Indicado	3,236,732	1.54	160,257
Inferido	2,723,790	1.20	105,086
Total	5,960,522	1.39	266,373

Fuente: Reporte Wealth –Minerals

4.4.4. Alternativas de minado

De acuerdo a la naturaleza del estudio, en esta etapa se está considerando los Recursos Indicados e Inferidos reportados por Geología y optimizados por Planeamiento con la finalidad de poder analizar las bondades del yacimiento.

En el Estudio se evaluaron 4 alternativas de minado, en la 4 se muestra el resumen de las alternativas de minado.

4.4.5. Antecedentes de la zona

Se cuenta con 04 Concesiones Mineras los cuales son: Concesión Malú I con un área de 222 Ha. donde se encuentra ubicado el yacimiento mineralizado, seguido de la concesión Mónica con un área de 200Ha. Donde se considera como primera

alternativa la ubicación de la infraestructura Principal, luego se tiene las Concesiones Malú II y Malú III que están ubicados al Sur Oeste del Yacimiento mineralizado a una distancia aproximada de 7Km. con un área de 200 Ha cada una. En Concesión Malú III se considera como segunda alternativa para ubicación de los Componentes Principales.

4.4.6. Ritmo de producción estimado

La Tabla 4.2-55, muestra la vida de cada alternativa de minado en relación al ritmo de producción diario estimado.

Tabla 4.2-5

Capacidad de Producción vs Vida de la Mina

Alt.	Tonelada	Ley Au	Tonelada desmonte	S.R.	Onzas Au	Ritmo de Producción	Años Vida
1	5,066,260	1.17	7,850,916	1.5	190,073	3 k tpd	4.6
2	5,960,523	1.39	6,956,597	1.2	265,850	3K & 5K tpd	3.8
3	5,960,523	1.39	6,956,597	1.2	265,850	5K	3.3
4	5,960,523	1.39	6,956,597	1.2	265,850	3K & 5K	3.8

Fuente: Reporte Wealth Minerals

Considerando que el proyecto aún se encuentra en el nivel conceptual y teniendo en cuenta que el total de recursos minerales incluyendo los inferidos, se evalúan los siguientes escenarios:

- Con minería a cielo abierto se ha considerado un ritmo de producción de 7,000 tpd de mineral con el que se alcanza 10 años de vida de la mina y con una producción de 10,000 tpd la mina duraría solamente 7 años.

Los programas de producción preliminares consideran trabajar 365 días por año.

4.4.7. Programas de producción de las alternativas propuestas

Dos tamaños diferentes de planta de procesamiento para mineral fueron considerados, con ritmos de producción de 3,000 tpd y 5,000 tpd.

Alternativa N° 1

La Tabla N° 4.2-6 muestra el total de recursos considerados preliminarmente y el Programa de Producción para un ritmo de producción de 3,000 tpd por Open Pit. La vida del pit se estima en 4.6 años, la ratio desmonte/mineral se proyecta que será de 1.5/1.

Tabla 4.2-1

Programa de Producción Alternativa N° 1

Detalle	Und.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL
Producción	tpd	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	
Mineral de Cabeza	t	1,095,000	1,095,000	1,095,000	1,095,000	686,262	5,066,260
Ley Au	g/t	1.38	1.27	1.03	1.06	1.06	1.17
Desmonte	t	1,116,364	2,300,200	2,500,300	1,090,616	843,436	7,850,916
Stripping Ratio	D/M	1.0	2.1	2.3	1.0	1.2	1.5
Onzas Pad	Au	48,414	44,830	36,261	37,180	23,388	190,073

Alternativa N° 2

La Tabla 4.2-07, muestra el total de recursos considerados preliminarmente y el Programa de Producción para un ritmo de producción de 3,000 tpd durante el primer año y a partir del segundo año 5,000 tpd. La vida del pit se estima en 3.8 años, el ratio desmonte/mineral es de 1.20.

Tabla 4.2-0

Programa de Producción Alternativa N° 2

Detalle	Und.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
Producción	tpd	3,000	5,000	5,000	5,000	
Mineral de Cabeza	t	1,095,000	1,824,999	1,825,433	1,215,091	5,960,523
Ley Au	Au g/t	1.39	1.37	1.39	1.39	1.38
Desmonte	t	1,196,625	1,036,219	2,933,137	1,790,616	6,956,597
Stripping Ratio	D/M	1.1	0.6	1.6	1.5	1.2
Onzas Pad	Au	48,854	80,631	81,742	54,126	265,353

Alternativa N° 3

La para un ritmo de producción de 5,000 tpd por Open Pit. La vida del pit se estima en 3.3 años, el ratio desmonte/mineral se proyecta que será de 0.92/1.

Tabla 4.2-8, muestra el total de recursos considerados preliminarmente y el Programa de Producción para un ritmo de producción de 5,000 tpd por Open Pit. La vida del pit se estima en 3.3 años, el ratio desmonte/mineral se proyecta que será de 0.92/1.

Tabla 4.2-8

Programa de Producción Alternativa N° 3

Detal	Und.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
Producción	tpd	5,000	5,000	5,000	5,000	
Mineral de Cabeza	t	1,825,000	1,825,000	1,825,000	485,523	5,960,523
Ley	Au g/t	1.3	1.37	1.39	1.39	1.38
Desmonte	t	1,200,300	1,642,500	1,460,000	1,168,307	5,471,107
Stripping Ratio	D/M	0.6	0.90	0.80	2.41	0.92
Onzas Pad	Au	81,423	80,631	81,723	21,628	265,405

Alternativa N° 4

La muestra el total de recursos considerados preliminarmente y el Programa de Producción para un ritmo de producción de 3,000 tpd durante el primer año y a partir del segundo año 5,000 tpd. La vida del pit se estima en 3.8 años, el ratio desmonte/mineral es de 1.20. Tabla 4.2-92, muestra el total de recursos considerados preliminarmente y el Programa de Producción para un ritmo de producción de 3,000 tpd durante el primer año y a partir del segundo año 5,000 tpd. La vida del pit se estima en 3.8 años, el ratio desmonte/mineral es de 1.20.

Tabla 4.2-92**Programa de Producción Alternativa N°4**

Detalle	Und.	A1	A2	A3	A4	TOTAL
Producción	tpd	3,000	5,000	5,000	5,000	
Mineral de Cabeza	t	1,095,000	1,824,999	1,825,433	1,215,091	5,960,523
Le	Au g/t	1.39	1.37	1.39	1.39	1.38
Desmonte	t	1,196,625	1,036,219	2,933,137	1,790,616	6,956,597
Stripping Ratio		1.1	0.6	1.6	1.5	1.2
Onzas Pad	Au	48,854	80,631	81,742	54,126	265,353

Planta de procesos

El desarrollo del proyecto Yanamina, considera el tratamiento de un mineral de oro aplicando el proceso de lixiviación en pilas y recuperación del oro y plata en solución por medio de una planta Merrill Crowe, el mineral a tratarse será bajo el sistema ROM, el producto final a obtenerse son barras metálicas tipo DORE, que consiste en una aleación de oro, plata.

Las actividades minero metalúrgico de explotación del proyecto contempla principalmente las siguientes operaciones:

- Explotación del mineral del tajo abierto.
- Transporte del mineral en volquetes al pad.
- Lixiviación por cianuración del mineral en el pad.
- Recuperación de los metales valiosos contenidos en la solución procesándola en una planta Merrill Crowe.
- Preparación del precipitado.
- Fundición del precipitado.

Plan de procesamiento de beneficio

El proceso metalúrgico para la recuperación de los metales preciosos, tiene las siguientes etapas:

- Riego del mineral apilado, por el sistema de riego por goteo, la solución atravesará la pila de mineral y se colectará en el piso impermeabilizado del pad.
- Conducción y recepción de las soluciones, en las pozas PLS (Poza de solución rica) e ILS (poza de solución intermedia).
- Tratamiento de recuperación de los valores de la solución por el proceso Merrill Crowe.
- Recirculación por bombeo de la solución pobre que sale de la planta Merrill Crowe, hacia el pad, para continuar con la lixiviación del mineral.
- Recirculación directa por bombeo de la solución intermedia hacia el pad, para continuar con la lixiviación y elevar su ley.
- Secado y fundición del producto de la planta Merrill Crowe, para obtener barras Doré.

4.4.8. Descripción de los componentes del proceso

Pad de Lixiviación

El PAD es una superficie de terreno preparada convenientemente, con estudios geotécnicos, para soportar el volumen de mineral que se está cargando, el piso es una superficie cubierta con arcilla compactada de 30 cm. de espesor, de bajísima permeabilidad la cual recibe una capa de geomembrana de polietileno del tipo HDPE de 1.5 mm. de espesor, esta capa será protegida con una capa de material llamado over liner, para evitar su deterioro cuando se descarga el mineral sobre ella. Se cuenta con tuberías subterráneas para conducción de aguas subterráneas y tuberías de colección de las soluciones que drenan del Pad y son conducidos a las pozas.

El diseño del Pad considera un piso inclinado de modo que toda la solución drenará hacia una única salida, el pad está protegido contra las escorrentías

de agua por lluvias, por canales de coronación que rodean las partes superiores del Pad cuyo objetivo es conducir las aguas de lluvias, hacia la parte baja del Pad en forma controlada, evitándose de esta forma el ingreso de esta agua al interior del Pad.

La capacidad de carguío y transporte de mineral hacia el Pad será de 7M TM de mineral por día. La secuencia de llenado será de los niveles inferiores: 1° y 2° Lift; hacia los niveles superiores, disponiendo en forma planificada ordenada y secuencial las áreas donde se apilarán el mineral.

La solución rica que drena del Pad, es almacenada en la poza de solución rica (PLS), que tiene doble revestimiento de geo membrana, de esta poza se alimenta la solución a la planta Merrill Crowe, para este objetivo se utilizará bombas sumergibles. Las soluciones que drenarán del Pad y que proceden de zonas gastadas (que tienen un tiempo considerable de lixiviación), y que por lo tanto tienen leyes bajas en oro, son derivadas a la poza intermedia (ILS), desde donde por bombeo se recircula directamente al Pad, para elevar su ley en el proceso de lixiviación.

Riego de Mineral

El mineral se apilará hasta que se complete el tonelaje requerido formando una celda con una dimensión determinada de área construida, seguidamente se procede al armado del sistema de riego utilizando tubería de HDPE de 6" como matriz y mangueras de ½" con emisores para el goteo de la solución de riego. El promedio de ratio de riego es de 12 L/h.m², la concentración de cianuro en la solución es de 1000 ppm y tendrá un pH de 10.5 las celdas se mantienen bajo riego por 80 días para llegar a un 80 % de

recuperación de oro, luego se procederá a retirar el sistema de riego para dar paso a llenado con mineral nuevo.

Ciclo de Riego por Celda

Las celdas serán regadas por 80 días para llegar a un 80 % de recuperación en oro, luego se retirará las mangueras de riego para que sobre este residuo se deposite mineral para formar otro lift. El mineral regado y que ha cumplido su tiempo de lixiviación, denominado residuos, se queda en el mismo sitio del pad, y permanecerá así hasta el cierre de mina.

Pozas de soluciones

Poza de solución Rica (PLS)

La función de esta poza es captar y almacenar la solución enriquecida de lixiviación, esta es una solución rica que contiene oro y plata en forma de un complejo soluble en medio alcalino. La poza de solución rica ha sido diseñada para contener la solución de 12 horas de proceso cuya capacidad se proyecta de 3,000 m³ y está equipada con sistema de control de fugas. La solución enriquecida lixiviada fluye por gravedad desde las pilas de lixiviación a la poza de solución rica. El revestimiento de esta poza es de doble capa de geo membrana.

Poza de solución Intermedia (ILS)

Las soluciones que drenarán del Pad y que proceden de zonas que ya están lixiviadas y próximas a terminar su etapa de lixiviación y que por lo tanto tienen leyes bajas en oro, son derivadas a la poza intermedia, Tendrá una capacidad de 3,000 m³, también está diseñada para contener la solución de 12 h de proceso, y estará equipada con un sistema de monitoreo de posibles fugas. Su construcción es igual a las pozas de solución rica y de grandes

eventos, el revestimiento de esta poza es de doble capa de geo membrana HDPE.

Poza de grandes eventos (PEG)

Esta poza tiene por función recibir las soluciones de exceso del proceso durante la época de lluvias, en este caso las pozas de soluciones rica e intermedia subirán su nivel por el agua de lluvias que se captan en el pad, esta poza está ubicada aguas abajo de las pozas rica e intermedia y tiene una capacidad de 7,000 m³

La poza de grandes eventos está recubierta con doble revestimiento, de geo membrana HDPE, puede recibir el flujo por rebose de la poza intermedia o por derivación de la solución pobre o barren de la planta Merrill Crowe. Posee también un sistema para la detección de fugas.

Componentes de la planta merrill crow

El principio del proceso Merrill Crowe. Es la utilización del polvo de Zinc para precipitar los metales valiosos de la solución rica.

Para que la precipitación de los metales contenidos en la solución rica, sea eficiente, la solución tiene que cumplir las siguientes condiciones básicas:

- Ser límpida, el contenido de sólidos suspendidos debe estar menor a 1 NTU.
- El nivel de contenido de oxígeno disuelto debe estar menos de 1 mg/l.

El proceso consta de 4 componentes:

- a. Clarificación.
- b. Desoxigenación
- c. Precipitación
- d. Separación del precipitado

Fundición

El producto que se obtiene de la planta Merrill Crowe, son precipitados (concentrados), con altos contenidos de oro, plata, los mismos que son sometidos a dos procesos: a) Secado, desmercurizado y b) Fundido, para obtener barras doré (mezcla de oro más plata).

Fundición para Obtener Barras Doré

El proyecto Yanamina, en su proceso productivo contará con la sección fundición de precipitados, que tendrá una capacidad de tratamiento de precipitados.

El equipo implementado es; un horno tipo basculante, con crisol de carburo de silicio modelo AT - 600, el horno se calienta por medio de un quemador de petróleo eléctrico con sensor de apagado súbito de llama, con quemado.

Los humos de fundición, son tratados por un sistema de recuperación de partículas sólidas gruesas y finas hasta las 10 micras de tamaño, en este circuito los gases son absorbidos y sometidos a un ciclón para captar las partículas gruesas y finas, todo éste sistema es accionado por un extractor de aire el resultado es que se libera al medio ambiente gases limpios libres de partículas metálicas, polvos y hollín.

El proceso se inicia en la cosecha del precipitado, que ha sido retenido en un filtro prensa, los precipitados serán cargados a unas bandejas a un peso húmedo, y colocados en un horno retorta eléctrico con capacidad de 4 bandejas, el horno será cerrado herméticamente y calentado hasta alcanzar los 500 °C, los vapores de agua y mercurio generados son absorbidos por medio de una bomba de vacío y obligados a pasar a través de condensadores (intercambiadores de calor) enfriados por agua, los condensados son captados por recipientes y periódicamente son descargados, después de

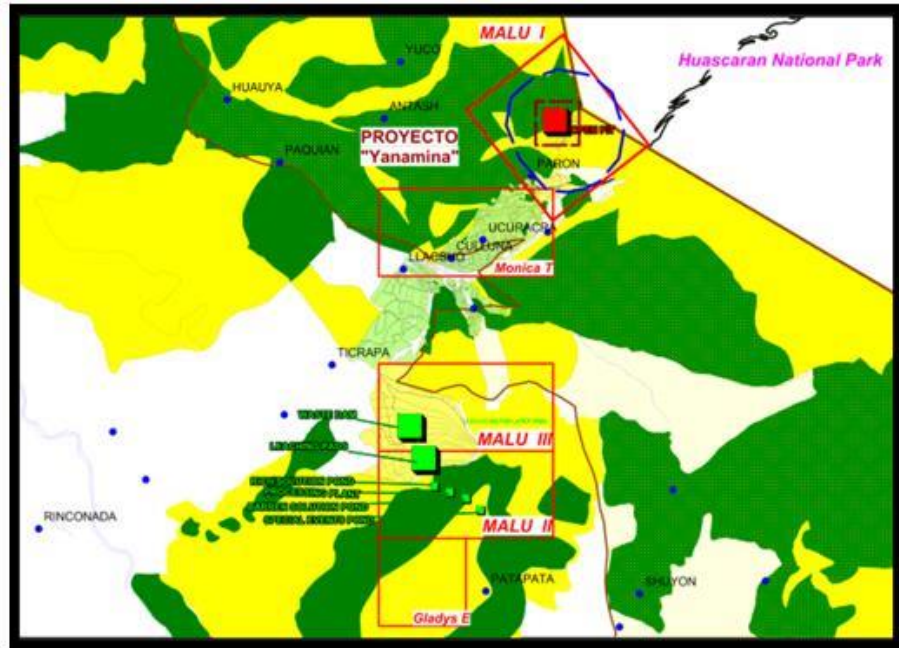
transcurrido el tiempo necesario para el secado y desmercurizado total, se apaga el horno y se deja enfriar por 2 h. En seguida se descargan los precipitados secos y cargados a un molino de bolas para su homogeneización, y posterior muestreo.

El precipitado así tratado es mezclado con fundentes, como son el bórax, carbonato de sodio, cal y nitrato de potasio, en cantidades calculadas y después de un mezclado será cargado al crisol del horno, donde se efectúa la fundición de los metales contenidos en el precipitado, para esto se eleva la temperatura hasta 1150°C, cuando se observe que el metal está fundido completamente se procede al vaciado del horno, para esto se apaga el quemador y se bascula el horno, para descargar la escoria y el metal a lingoteras. Las barras doré tendrán un peso de 20 a 30 Kg,

Las escorias que se producirán en el proceso de fusión de los precipitados, después de ser sometido a un proceso para recuperar finos de metal precioso retenidos, serán depositados en el pad como sitio final.

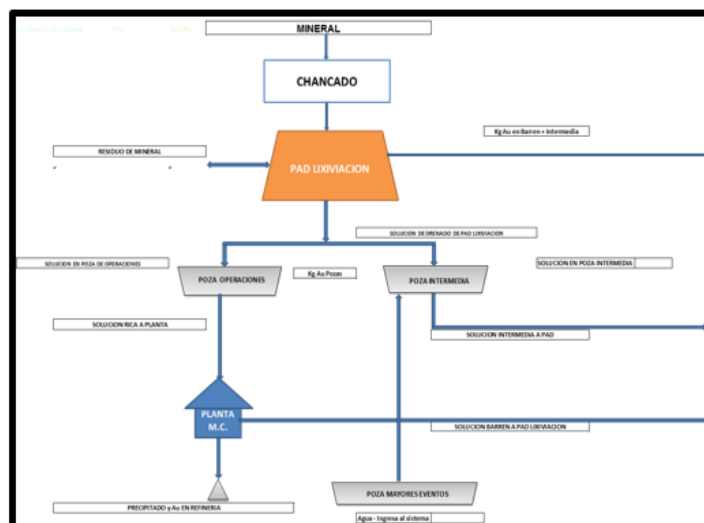
La ubicación de la planta de procesos se propone dos alternativas la primera dentro de la concesión Malú I a 3 km aproximado desde Tajo y la Segunda alternativa a una distancia de 7km promedio, ubicada en concesión Malú III, la determinación dependerá a los permisos Socio Ambientales. En el Plano N° 4.3-1, se muestra el Plano de Arreglo General.

Plano N° 4.3-1
Arreglo General Preliminar



El área de tratamiento metalúrgico comprende básicamente el área del Pad de lixiviación y la planta de recuperación Merrill Crowe e inclusive instalaciones conexas como pozas de solución rica (PLS), intermedias (ILS) la poza de grandes eventos, laboratorio, almacén de cianuro, cal y otros insumos. En la Figura 4.3-1, se muestra el diagrama de Flujo de Planta de Procesos.

Figura 4-3-1
Diagrama de Flujo Planta de Procesos



4.4.9. Metalurgia

Los Balance Metalúrgico realizados para esta etapa del estudio es mostrado en la Tabla 4.3-10, donde analizamos los siguientes:

- Los Estudios muestran el desarrollo de dos periodos de pruebas, realizados por dos empresas diferentes.
- En el primer periodo realizado en 1994 (Acuarios) se realizó pruebas de lixiviación por agitación (botella) en la cual se evaluó el tamaño de Partícula, bajo las mismas condiciones operativas.
- El segundo periodo realizado el (2010) se evaluó dos procesos metalúrgicos adicionales flotación y concentración gravimétrica.
- En este periodo se evalúa pruebas de cianuración por agitación en Botella con dos muestras, la primera obtenida en la campaña de perforación en 1994 y la otra en el 2006.

Tabla 4.3-31
Resumen de Resultados de Recuperación Metalúrgica

Prueba	Tiempo (h)	% Recuperación Promedio Au
Cianuración directa Partícula de 80%-12.5mm	96	89.6
Cianurac. Directa - Agitación Botella Partícula - malla 10	96	80.6
Lixiviación por agitación en botella TEST Pac 01-001	720	88.6
TEST Pac 01-002	720	91.4

Para la evaluación del Proyecto se consideró una recuperación metalúrgica de 80%, según yacimientos similares.

4.5. Infraestructura

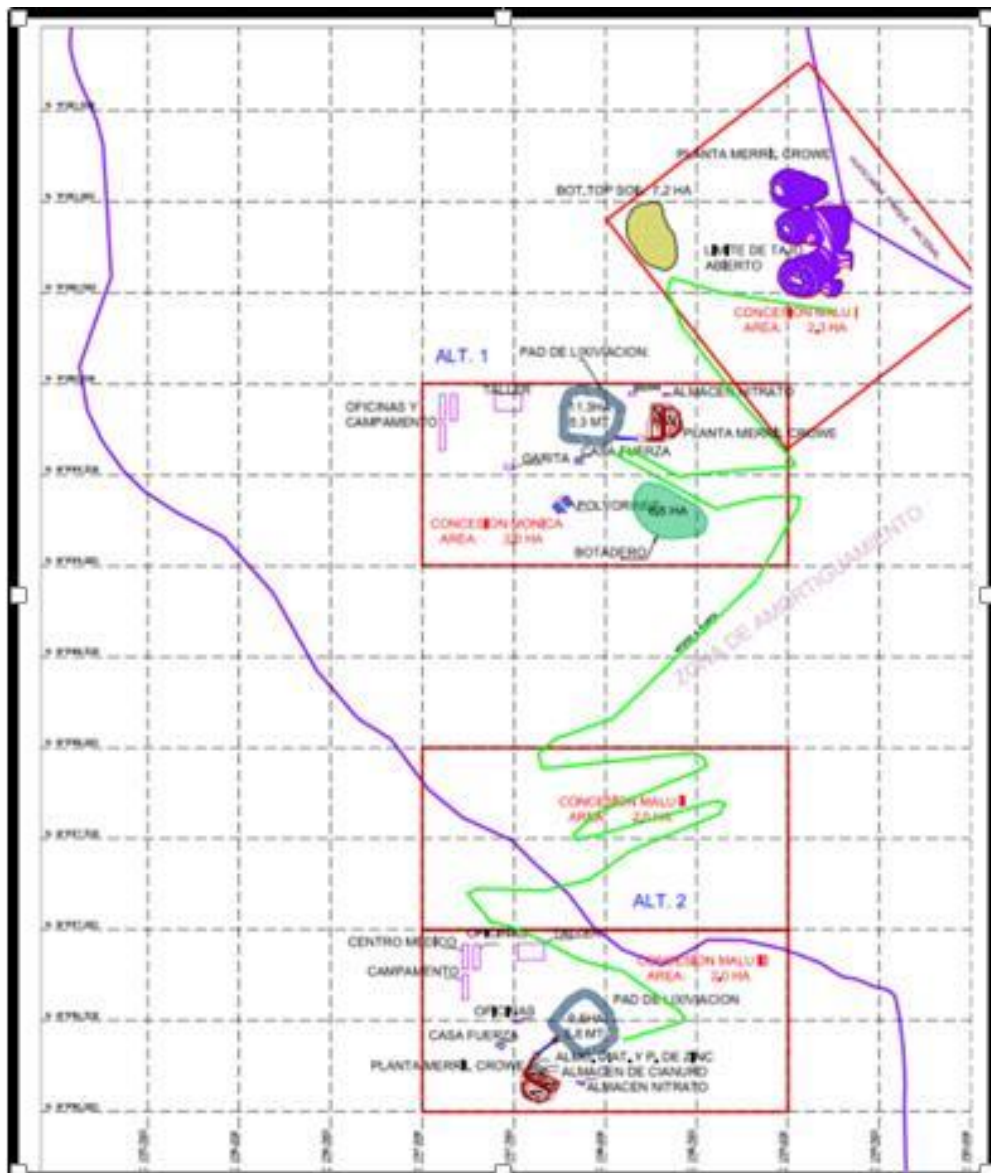
El Proyecto Yanamina requiere de una infraestructura adecuada que incluye un puente si se considera la alternativa No. 2, carreteras de acceso principales, accesos

secundarios entre la mina y la planta concentradora, accesos entre la mina y el botadero de desmonte, suministro de agua, suministro de energía eléctrica y todas las instalaciones para su operación.

El presente estudio conceptual considera también la construcción de un campamento para sus trabajadores, se propone construir los campamentos en la zona aledaña al proyecto.

En la Figura 4.4-1, se muestra el plano de componentes del Proyecto considerando 02 alternativas de ubicación de los componentes.

Figura 4.4-1
Plano de Componentes



Carretera y acceso principal

La carretera Principal utiliza en su totalidad la infraestructura vial existente de la ruta Lima – Huaraz. Los caminos dentro de la zona industrial de la mina estarán diseñados para el tráfico de camiones con tolva de capacidad adecuada, considerando un ancho útil de rodadura de acuerdo a la necesidad; siendo éstos en la zona de la planta de procesos, caminos auxiliares, desde planta hacia la chancadora, caminos botaderos de desmonte y otros caminos varios.

4.6. Suministro de Agua

El suministro de agua para las operaciones mina, planta concentradora y servicios será obtenido de las fuentes cercanas al yacimiento.

4.6.1. Fuentes

Como recurso hídrico cercano se tiene las quebradas de Parón, el cual es alimentado por los deshielos de la zona.

Se requerirá un sistema de bombeo para suministrar agua fresca a las operaciones de minado y a la planta de procesamiento.

El suministro de agua dentro de la zona industrial de la Unidad estará constituido por tuberías de HDPE de 4” y 3” de diámetro, requiriéndose además la construcción de reservorios de agua.

4.6.2. Instalaciones y Servicios

El proyecto contempla los trabajos de movimiento de tierra para la construcción de las instalaciones permanentes de planta de procesos, botaderos de desmonte de mina.

Asimismo, la construcción de la planta de chancado. También la instalación de servicios primordiales como son los reservorios de agua, instalaciones

eléctricas, taller de mantenimiento mecánico, planta de tratamiento de aguas residuales y otros.

4.6.3. Suministro de energía eléctrica

El costo de energía ponderado por unidad se estima en el orden de US\$ 0.08 /Kw.h. Considerando energía propia.

4.6.4. Comunicaciones

Las comunicaciones entre el proyecto y las oficinas en Lima se harán a través de comunicación radial y telefónica de las poblaciones de Huaraz al inicio para posteriormente implementar el sistema de la empresa.

4.6.5. Depósito de desmonte

El botadero de desmonte, estará ubicado al sureste del tajo, éste deberá ser cargado con volquetes de 20m³ de capacidad, empleando bancos intermedios de 8 m de altura, con taludes intermedios de 2H:1V, generando un talud global de 4H:1V. Con esta configuración se obtiene una capacidad de almacenamiento máxima del botadero de 7.0 Mt. Para una adecuada operación del botadero de desmonte se han considerado las siguientes obras: una berma de protección en el pie del botadero, un sistema de sub drenaje en toda el área del depósito, poza de monitoreo de la calidad de agua de sub-drenaje y un sistema de colección de efluentes.

Considerando la secuencia de explotación de los tajos durante los 3.8 años, se ha elaborado la secuencia de llenado en el botadero de desmonte. En la Tabla 4.4-4, se muestra el detalle del plan de llenado del mencionado botadero, mientras que en la Figura 4.4-2, se muestra el arreglo general del botadero de desmonte.

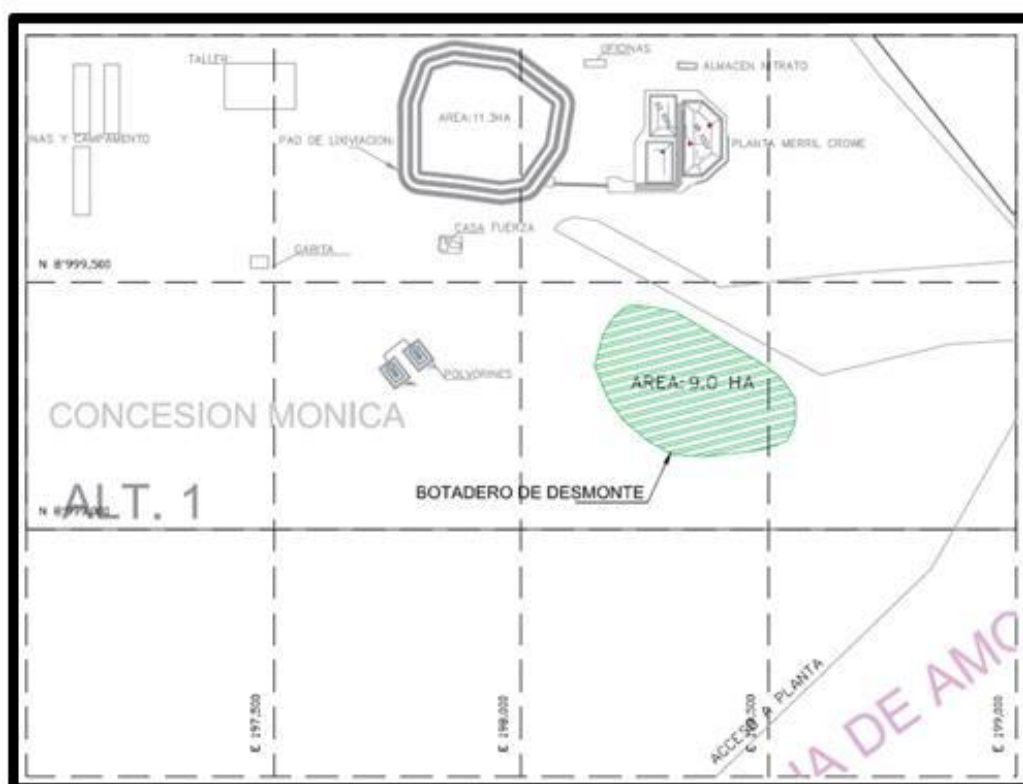
Tabla 4.4-4

Plan de Llenado del Botadero de Desmonte

Detalle	Und.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
Producción mineral	tpd	3,000	5,000	5,000	5,000	
Desmonte	t	1,196,625	1,036,219	2,933,137	1,790,616	6,956,597

Figura 4.4-2

Plano de Botadero de Desmonte



4.7. Estimados de costos de capital

El costo de capital estimado para el diseño, construcción, instalaciones y puesta en marcha del proyecto para los escenarios de producción por el método a cielo abierto de 3,000 tpd y 5,000 tpd, incluyen los costos directos de ejecución del proyecto más los costos indirectos del propietario, asociados al diseño, gerencia de construcción, puesta en operación y contingencias. Todos los costos están expresados en dólares americanos.

4.7.1. Bases para la estimación

El costo de capital estimado está basado en los siguientes datos del

Proyecto:

- Flowsheets
- Bosquejos de Arreglo General.
- Exploraciones
- Necesidad de equipos de proyectos similares.
- Datos de Clima tomados de Proyectos similares.
- Medio Ambiente.
- Aspectos Sociales.
- Información Propia.
- Información suplementaria de bases de datos.
- Informes de Consultorías.
- Cotizaciones de contratistas.
- Estudios preliminares ejecutados por otras empresas.
- Para este nivel de estudio, el costo de capital tiene una precisión de +- 30%.

4.7.2. Alternativas de inversión

Un resumen de los estimados de inversión con los costos directos, los costos indirectos, las contingencias y el capital de sostenimiento de las alternativas propuestas se presenta en la Tabla 4.6-5, no se ha considerado el impacto de la inflación, ni tampoco el interés o financiamiento durante la construcción.

Tabla 4.6-5**Resumen de Alternativas de Inversión**

Descripción	ALT. 1 & 2 US\$'000	ALT. 3 US\$'000	ALT. 4 US\$'000
Gestión Social	5,783	5,783	6,824
Estudios Básicos	896	896	909
Estudios de Ingeniería	267	267	339
Línea de Transmisión	1,858	1,858	1,858
Campamentos	498	498	498
Planta	11,105	11,355	11,106
Mina	4,487	4,587	5,437
Varios	895	895	895
Plan de Cierre de Mina	500	500	500
Sub Total	26,289	26,640	28,366
Contingencia 20%	5,258	5,328	5,673
GRAN TOTAL	31,546	31,968	34,039

Los estimados de costos de capital tienen un rango de aproximación de +/- 30%. Estas estimaciones están dentro de la categoría de Estudio Económico Preliminar.

Costos Directos

Los costos directos están referidos a los gastos a incurrirse directamente en el desarrollo físico del proyecto, incluyendo equipamiento, materiales y mano de obra para la construcción y supervisión, materiales consumibles, costos de transporte, montaje e instalaciones de la infraestructura.

Costos Indirectos

Comprende todos los gastos previstos para la gerencia de construcción (EPCM), administración y soporte en el desarrollo del proyecto, incluyendo la ingeniería, gestión de compras, provisión y operación de los servicios temporales y facilidades, gastos pre- operativos, materiales consumibles y la puesta en marcha. Contingencia

El monto añadido como contingencia en el estimado del costo de capital para cubrir los aspectos no deseados, por falta de precisión en los diseños,

variación en los estimados para las adquisiciones de equipos, variación en las tarifas de la mano de obra, materiales y otros gastos es de aproximadamente el 20% sobre el costo directo de capital. La contingencia no cubre cambios en el estudio o exclusiones en el proyecto.

Capital de Sostenimiento

El Capital de Sostenimiento para la vida de la mina y el ritmo de producción deseado normalmente incluye desarrollo de mina, manejo de desmonte y reemplazo de equipo durante la vida de la mina como:

- Desarrollos necesarios para proveer de accesos e infraestructura para las futuras áreas de minado. La preparación de las áreas de minado está considerada como una actividad de la producción de mina y está incluido en los estimados de costo de operación.
- Los equipos de reemplazo y/o mantenimiento están considerados en el Capital de Sostenimiento.

Exclusiones del Costo de Capital

Los siguientes ítems no están incluidos o cubiertos por los estimados del costo de capital:

- Cambios en los diseños y especificaciones técnicas.
- Modificaciones en las condiciones del terreno.
- Conflictos laborales.
- Requerimientos adicionales de permisos y licencias.
- Gastos de exploración.
- Costos de capital de trabajo.
- Costos por acelerar el cronograma de construcción.

4.8. Estimado de costos de operación

Los costos de operación para el Proyecto Yanamina fueron estimados en base a la combinación de los costos históricos de similares operaciones y las estimaciones calculadas para este tipo de trabajos. El estimado de costo de operación tiene una precisión de más o menos de 30%.

Costos de operación para las alternativas propuestas

Para el caso de explotarse a cielo abierto se proponen dos alternativas a ritmos de producción de 3,000 tpd y 5,000tpd; los costos de operación para la alternativa 1 es de 10.94 US\$/tms, Alternativa 2 un costo de 10.94 US\$/tms, alternativa 3 un costo de 11.20 US\$/tms y para la alternativa 4 un costo operativo de 11.62 US\$/tms. Cabe hacer notar que el costo total de minado a cielo abierto es alto debido al ratio de desmonte/mineral (1.2/1) y costos de minado tercerizado.

En la Tabla 4.7-6, se muestra un resumen de los estimados de costos de operación para tajo abierto considerando las diferentes alternativas planteadas.

Tabla 4.7-6

Estimados de Costos de Operación

Det	Und.	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Costo Mineral	US\$/t	2.37	2.37	2.37	3.05
Costo Desmonte	US\$/t	2.06	2.06	2.06	2.06
Razón Desmonte - Mineral	US\$/t	1.20	1.20	1.20	1.20
TOTAL, Costo Mina x Ton Mineral	US\$/t	4.84	4.84	5.10	5.52
Costo Tratamiento Mineral	US\$/t	4.60	4.60	4.60	4.60
Total Costo Indirecto (Adm.)	US\$/t	1.50	1.50	1.50	1.50
COSTO TOTAL Operación	US\$/t	10.94	10.94	11.20	11.62

Evaluación económica del proyecto

La evaluación económica preliminar se ha preparado para el proyecto considerando los recursos indicados e inferidos elaborados por Geología y Exploraciones.

La evaluación económica del proyecto está basada en el plan de minado, en los costos de capital, costos de operación estimados para Open Pit, capital de sostenimiento, recuperación metalúrgica de los diferentes minerales que se encuentran en el yacimiento y la cotización internacional del precio del metal del oro. Se ha evaluado las cuatro alternativas propuestas.

La evaluación económica incluye el efecto del pago del 5.5% de regalías mineras, impuesto a la renta del 30%, impuesto especial a la minería y 8% de participación de los trabajadores.

Principales Supuestos

En la muestra los principales supuestos utilizados en la evaluación económica del proyecto.

Tabla 4.8-7

Principales supuestos para la Evaluación Económica

Parámetros	Unidad	Cantidad
Precios de los Metales		
Oro	US\$/oz	1,000
Recuperación		
Oro	%	80.00

Fuente: El valor de la recuperación metalúrgica fue tomado de Proyectos similares.

Resumen de resultados de la evaluación económica

El Proyecto Minero Yanamina es analizado utilizando el método de flujo de caja descontado. Las proyecciones anuales de recuperación y costos están basadas con información de mina, planta de procesos, costos de inversión y costos de operación.

El flujo de caja estimado del proyecto es utilizado para determinar el valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para las cuatro alternativas propuestas.

Se asume que los flujos de caja ocurren al final de cada período. Flujo de Caja Neto.

Para el estimado de costos de capital se ha tomado como caso base la información de otros proyectos similares en el Perú cuyo método de explotación fue diseñado para open pit; a partir de esta información base se han extrapolado los datos para los demás escenarios tomando en cuenta la regla de Economías de Escala para la Industria Minero-Metalúrgica.

En la evaluación económica de las cuatro alternativas, se considera la inversión en trabajos Sociales la suma de 1.5M US\$ en el año - 2; en el año - 1 una inversión de 1.163 M US\$ para Estudios Básicos para EIA y en el Año cero (0) la suma de 35.6 M US\$ por Construcción de Proyecto, acuerdos comerciales y créditos fiscales.

La tasa de descuento considerada en las cuatro alternativas se ha considerado de 5%; 10% y 12%.

Muestra un resumen de los resultados de la evaluación económica proyectada de las alternativas planteadas considerando los precios de los metales siguientes: US\$ 1,000 por onza de oro.

Tabla 4.8-8

Evaluación Económica de las Alternativas Planteadas

Describe	Und.	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Precio de Metal					
Oro	US\$/oz	1,000	1,000	1,000	1,000
Después de Impuestos					
Tasa Interna de Retorno	%	14	43	51	37
Valor Presente Neto Descontado a 5%	US\$ M	7.7	42.2	43.4	36.7
Valor Presente Neto Descontado a 10%	US\$ M	3.5	33.8	36.0	28.6
Valor Presente Neto Descontado a 12%	US\$ M	2.0	30.8	33.4	25.7

De las cuatro alternativas planteadas, la alternativa # 2 cual considera un ritmo de producción de 3,000 en el año 1 y tpd y 5,000tpd a partir del segundo año por open pit, es la que mejores posibilidades económicas presenta por lo que se ha realizado un análisis de sensibilidad del VAN a una tasa de descuento del 10% y de la Tasa Interna de Retorno considerando las Leyes de Cabeza, Precios de los metales, la ratio de desmonte/mineral y Costo de Capital Inicial.

Muestra la sensibilidad del VAN y la Figura N° 4.8-1, se muestra el flujo de caja económico.

En ambos se observa que el VAN y la TIR son más sensibles al precio de los metales y a la ley de cabeza de los minerales considerados. Asimismo, una disminución importante de las inversiones no mejora la rentabilidad del proyecto, pero sí es importante disminuir la relación de desmonte/mineral a fin de tener costos de operación más bajos y mejorar la rentabilidad del proyecto. Considerando que la variable Precio de los Metales no la podemos controlar por depender del mercado internacional, nos queda por mejorar la variable ley de cabeza y la confirmación y categorización de los recursos.

Tabla 4.8-3
Sensibilidad de VAN – Alternativa 2

Sensibilidad del proyecto - Precio del oro			
Precio Au \$	VAN Fin \$	Precio Au \$	Caja final
1,450	81,505,512	1,450	112,768,430
1,400	76,203,708	1,400	106,054,920
1,350	70,901,905	1,350	99,341,409
1,300	65,600,101	1,300	92,627,898
1,250	60,298,297	1,250	85,914,388
1,200	54,996,493	1,200	79,200,877
1,150	49,694,689	1,150	72,487,366
1,100	44,392,886	1,100	65,773,856
1,050	39,091,082	1,050	59,060,345
1,000	33,789,278	1,000	52,346,834
950	28,487,474	950	45,633,324
900	23,185,670	900	38,919,813
850	17,883,867	850	32,206,302

Muestra la sensibilidad de la Recuperación Metalúrgica vs el CAPEX.

Figura 4.8-1
Flujo de Caja Económico

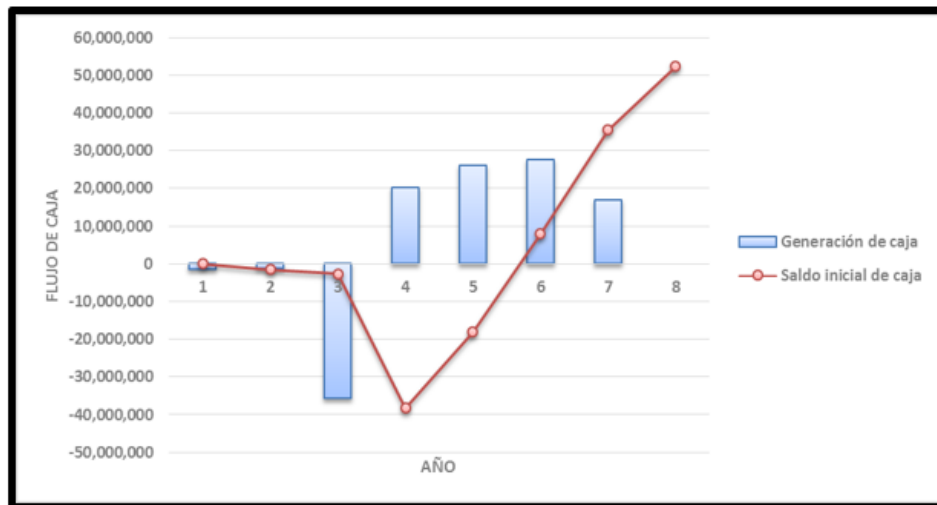


Tabla 4.8-4
Sensibilidad de Recuperación Metalúrgica

VAN Financiero (US\$)							
Sensibilidad cruzada: Costos de procesos metalúrgicos + Precio del oro							
Proc. Met	Precio internacional del oro Spot (US\$)						
	850	1,000	1,100	1,200	1,250	1,350	1,400
0.85	20,287,889	36,193,300	46,796,908	57,400,515	62,702,319	73,305,926	78,607,730
3.00	18,909,583	34,814,994	45,418,602	56,022,209	61,324,013	71,927,621	77,229,424
3.50	18,589,046	34,494,458	45,098,065	55,701,673	61,003,477	71,607,084	76,908,888
4.00	18,268,510	34,173,922	44,777,529	55,381,137	60,682,941	71,286,548	76,588,352
4.45	17,980,028	33,885,439	44,489,047	55,092,654	60,394,458	70,998,065	76,299,869
4.60	17,883,867	33,789,278	44,392,886	54,996,493	60,298,297	70,901,905	76,203,708
4.65	17,851,813	33,757,224	44,360,832	54,964,440	60,266,243	70,869,851	76,171,655
4.80	17,755,652	33,661,064	44,264,671	54,868,279	60,170,083	70,773,690	76,075,494
5.05	17,595,384	33,500,795	44,104,403	54,708,011	60,009,814	70,613,422	75,915,226
5.30	17,435,116	33,340,527	43,944,135	54,547,742	59,849,546	70,453,154	75,754,958
5.35	17,403,062	33,308,474	43,912,081	54,515,689	59,817,493	70,421,100	75,722,904
5.50	17,306,901	33,212,313	43,815,920	54,419,528	59,721,332	70,324,939	75,626,743
5.60	17,242,794	33,148,206	43,751,813	54,355,421	59,657,225	70,260,832	75,562,636

Indicadores de rentabilidad

En la Tabla 4.8-5 se indican los indicadores de rentabilidad obtenidos, teniendo los siguientes valores:

Tabla 4.8-9

Indicadores de Rentabilidad

COK anual	VAN	TIR
10.00%	US\$ 33 789 278	43 %

El VAN Económico del Proyecto resulta positivo en US\$ 33.78M lo que significa que se generan los suficientes ingresos para atender las obligaciones de inversión contraídas.

La TIR Económica es de 43 % efectiva anual tasa superior al Costo de Oportunidad anual (10%). Este resultado hace atractiva la inversión en el proyecto, en las condiciones de re categorizar el recurso mineral previamente.

CONCLUSIONES

1. Una de las desventajas técnicas del Proyecto es su ubicación con respecto a los poblados cercanos, a la ciudad de Caraz y principalmente a la zona de amortiguamiento por el Glacial, por lo que se recomienda tener presente esta situación.
2. Para estimar el ritmo producción de la mina se ha elaborado un cuadro comparativo de capacidades de producción, el cual nos permite definir el ritmo de producción de la mina. Para los 5.9 M de toneladas que se tiene como reserva (recurso indicado e inferido optimizado) el ritmo de producción propuesto por minado a cielo abierto de 3,000 tpd primer año y a partir del segundo año 5,000 tpd, la vida de la mina alcanza a 3.8 años.
3. El costo de operación total para la etapa de explotación para el open pit con 3,000 tpd y 5,000 tpd se estima en US\$ 10.94/tms. El nivel de precisión de los costos operativos es de +- 30%. El costo de minado superficial es alto debido al ratio de desmonte/mineral que equivale a 1.2/1 y por la tercerización del minado.
4. El costo de capital estimado para el diseño, construcción, instalaciones y puesta en marcha del proyecto para los niveles de producción propuestos han sido estimados de proyectos similares siguiendo las reglas de economías de escala para dichas estimaciones, por ello el nivel de precisión es de +- 30%.
5. La evaluación económica preliminar demuestra que la segunda alternativa de producción a cielo abierto es la que mejores probabilidades presenta con una tasa interna de retorno (TIR) del 33.8% y un valor actual neto (VAN) de US\$ 33.78 M con tasa de descuento del 10%. Se recomienda mejorar la información minera, metalúrgica y principalmente la geológica a fin de mejorar la rentabilidad del proyecto.

6. Las principales variables sensibles del proyecto son el precio de los metales, leyes del mineral, la recuperación en el procesamiento y la relación de desbroce de desmonte/mineral.

RECOMENDACIONES

1. Realizar nueva estimación de Recursos de minerales con las consideraciones geológicas, litológicas, y densidad por tipo de material, asimismo cumpliendo los estándares de N° 43-001.
2. Validar los balances metalúrgicos obtenidos para el proyecto y las consideraciones en los estudios y evaluaciones.
3. Realizar la Estimación de Reservas con la optimización de un tajo con los parámetros técnicos – económicos.
4. Se proponen el minado a cielo abierto, consideramos este método por ser de producción masiva que nos permitiría extraer grandes volúmenes de mineral.
5. Por la ubicación del proyecto en zona de amortiguamiento aledaño al glacial, puede existir presencia de agua, por lo que se recomienda realizar un Estudio Hidrogeológico de la zona a fin de tener mayor conocimiento de los afluentes y prever el sistema de drenaje más apropiado para la mina y las construcciones a realizarse.
6. Para estimar el ritmo producción de la mina se ha elaborado un cuadro comparativo de capacidades de producción, el cual nos permite definir el ritmo de producción de la mina. Para los 5.9 M de toneladas que se tiene como reserva (recurso indicado e inferido optimizado) el ritmo de producción propuesto por minado a cielo abierto de 3,000 tpd primer año y a partir del segundo año 5,000 tpd, la vida de la mina alcanza a 3.8 años.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J. R. Rivera, M. Valencia, H. Chirif, D. Huanacuni, I. Rodríguez, E. Villareal, D. Paico, A. Santisteban, A. Neyra. (2010).** Potencial Minero del Perú, Producción y Recursos de Oro, Plata y Cobre en las Franjas Metalogenéticas del Perú”.
- Alfaro, S. (2007). Estimación de recursos minerales.**
Ingenieros de minas de Chile.
- Báteman, A. (1978).** Yacimientos minerales de rendimiento económico. Edición III, Printing. Love Printing Service Ltd. Ottawa, Ontario.
- Betejtin, A. (1975): Curso de Mineralogía. 2da. Edición. Editorial “MIR”, Moscú, Rusia. 739 pág.**
- Davila B. J. (1992)** Diccionario Geológico. 2da edición. Editado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Lima-Perú. 1006 pág.
- Goldschmidt, V. M. (1937)** Clasificación Geoquímica de los Elementos de las Fases Principales que Componen la Tierra. J. Chem. Soc. 673 pág.
- Hartman, H. L. (1987)** Estudio Geoquímico de Procesos de Prospección.
Jonh Wiley. New Jersey.
- Hernández, R. y otros, (2010).** Metodología de la Investigación. 3ra. Edición Lima.
- Huang, W. (1991):** Petrología. Editorial Uteha México, 1ra. Edición en español 564 pág.
- The Jorc Code, (2004).** Código de Australia para informar sobre recursos y reservas de mineral.
- Rivera M. H. (2011).** Geología General, 2da Edición Editorial Megabyte. Impreso en Lima, Perú. 419 pág.
- Coronet Metals Inc.** Tecnical Report – Deposit Modeling And Resource Estimation

Tumialán, de la C. P. H. (2003), Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geología, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima, Perú.

Tumialán, P. (1987). Metalogenia de oro en el Perú, geología, minería, metalurgia de oro. CEPECT UNMSA.

Wedgrafia

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

<http://www.ingemmet.gob.pe/>

Society of Economic Geologists

<http://www.segweb.org.pe/>

Sociedad Geológica del Perú

<http://www.sgp.gob.pe/>

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA
EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO YANAMINA DISTRITO DE CARAZ, PROVINCIA DE HUAYLAS Y REGIÓN ANCACH 2019

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIONES	VARIABLES	METODOLÓGICO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuáles serán las evaluaciones técnicas que harán viable el proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la geología y la cantidad de los recursos y reservas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, ¿Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019? • ¿Cuál es el resultado de las pruebas metalúrgicas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019? • ¿Será económicamente rentable la explotación el proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región 	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar las evaluaciones técnicas que harán viable el proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, ¿Provincia de Huaylas y Región Ancash - 2019?</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la geología y cuantificar los recursos y reservas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. • Realizar las pruebas metalúrgicas de mineral del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. • Determinar la rentabilidad económica del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL Con las evaluaciones técnicas, se permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019.</p> <p>Hipótesis Específica</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudio geológico y la cuantificación de los recursos y reservas de mineral, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. • El resultado de las pruebas metalúrgicas del mineral, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. • La evaluación económica rentable, permitirá determinar viable el proceso de explotación del proyecto minero Yanamina del Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas y Región Ancash – 2019. 	<p>Variable independiente Evaluación Técnica.</p> <p>Variable dependiente Proyecto Yanamina.</p>	<p>Tipos de investigación De acuerdo a los objetivos planteados, el presente estudio, es de tipo descriptivo y analítico, así como lo define (Hernández), en este sentido, la presente investigación está dirigida a la evaluación técnica del Proyecto Yanamina.</p> <p>Descriptivo. - Describe las características geológicas. Analítica. - Pretende cuantificar los recursos y reservas de mineral, ejecutar las pruebas metalúrgicas del mineral y determinar la evaluación económica.</p> <p>Diseño de investigación Según el propósito de la investigación, éste corresponde a un diseño observacional debido que los datos fueron recolectados in situ. Según la toma de muestra realizado para el estudio, este corresponde a un diseño transversal debido a que solo se realizó una medición de las variables en la realidad.</p>	<p>Técnicas</p> <p>Observación (campo) Guías de entrevistas Mediciones (gabinete).</p> <p>Instrumentos</p> <p>GPS Equipo completo para muestreo de suelo y cuarteo respectivo. Cuadro de empalmes. Cartas Nacionales del IGN Hojas 18-h, 19-h, 18-h y 19-i a escala 1:100,000. Mapa Geológico a escala 1:1'000,000 y las Cartas Geológicas a escala 1: 100,000 Hojas 18-h, 19-h, 18-i y 19-i del INGEMMET. Interpretación.</p>

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Recolección de datos	Revisión de fuentes literarias: Libros de publicaciones recientes, autores de renombres sobre el tema en estudio, reportes, internet, etc. Planos geológicos de la zona del INGEMMET.
Trabajo de Campo (La observación)	Fichas de observación. Guía de entrevista Guía de Análisis Documental Hoja de registro y planos.
	Bolsas para muestreos.
	Transporte de muestras.
	Usos de equipos: La cinta métrica, la brújula, GPS, estación total y otros.
Trabajo de Gabinete (La Medición)	Uso de gabinetes y laboratorios.
	Libreta de campo, hojas de registro y registro de evaluación.
	Uso de Computadoras.
	Preparación de muestras para análisis y estudio.
	Calculo de reservas.
	Elaboración e Interpretación de los planos geológicos.
	Análisis de la geoeconómica, selección del método de minado y evaluación económica.
	Discusión e interpretación de los datos.
	Revisión, evaluación y análisis.

Estadística Básica Au (ppm)

Estadísticos	Taladros	Canales	Total
Valid	2,289	806	3,095
Minimum	0.004	0.005	0.004
Maximum	21.1	19.8	21.1
Mean	0.533	2.053	0.929
1st Quartile	0.013	0.420	0.022
Median	0.067	0.990	0.170
3rd Quartile	0.407	2.280	0.898
Std. Devn.	1.424	2.828	2.006
Variance	2.03	8.00	4.03
Co. of Variation	2.67	1.38	2.16

Estadística Básica Ag (ppm)

Estadísticas	Taladros	Canales	Total
Valid	1,325	763	2,088
Minimum	0.20	0.02	0.02
Maximum	120.00	87.00	120.00
Mean	3.52	14.95	7.70
1st Quartile	0.70	4.00	1.00
Median	1.60	9.00	3.00
3rd Quartile	3.60	19.00	8.70
Std. Devn.	7.02	15.04	12.01
Variance	49.29	226.22	144.20
Co. of Variation	2.00	1.01	1.56

Estadística Básica Modelo de bloques Au (ppm)

Estadísticas	Modelo Sin Canales	Modelo Con Canales
Valid	214,191	216,798
Minimum	0.005	0.005
Maximum	7.484	17.662
Mean	0.378	0.452
1st Quartile	0.013	0.019
Median	0.074	0.104
3rd Quartile	0.441	0.543
Std. Devn.	0.669	0.836
Variance	0.448	0.699
Co. of Variation	1.772	1.849

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO YANAMINA

Descripción	Und.	Alt #1	Alt #2	Alt #3	Alt #4	Alt #5
Producción Diaria	tpd	3,000	3,000	3,000	2,500	2,000
Precios de los Metales						
Oro	US\$/oz	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Plata	US\$/oz	15	15	15	15	15
Despues de Impuestos						
Tasa Interna de Retorno	%	34%	0%	29%	0%	19%
Valor Presente Neto Descontado a 8%	US\$ M	31	-4.2	17.0	-4.2	12.0
Valor Presente Neto Descontado a 10%	US\$ M	28	-5.2	14.9	-5.2	9.6
Valor Presente Neto Descontado a 12%	US\$ M	24	-6.1	12.9	-6.1	7.3