

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“INFLUENCIA DE LOS MODELOS GEOLÓGICO Y
GEOTÉCNICO EN EL DISEÑO DE LABORES DE
DESARROLLO Y PREPARACIÓN DE LA MINA
ESPAÑOLITA CARAVELI – AREQUIPA.”**

TESIS

PRESENTADO POR:

BACH. HEMBLERH PAYE CARPIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

TESIS:

**INFLUENCIA DE LOS MODELOS GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO EN
EL DISEÑO DE LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN DE
LA MINA ESPAÑOLITA CARAVELI – AREQUIPA.**

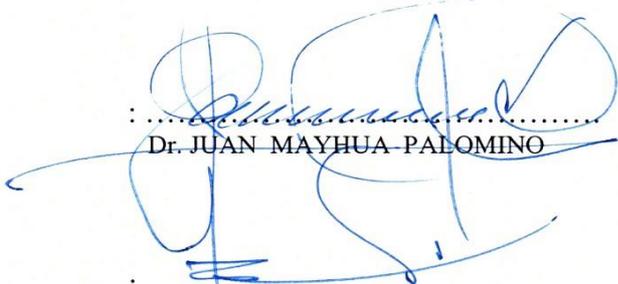
PRESENTADO POR:

Bachiller: HEMBLERH PAYE CARPIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

APROBADO POR LOS JURADOS:

PRESIDENTE

: 
Dr. JUAN MAYHUA PALOMINO

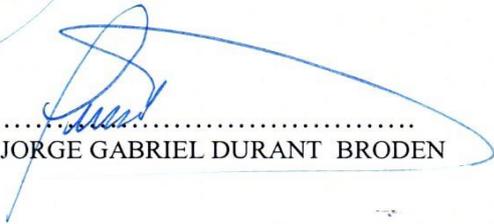
PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. ROBERTO CHAVEZ FLORES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Msc. FELIPE MAMANI OVIEDO

DIRECTOR DE TESIS

: 
Dr. JORGE GABRIEL DURANT BRODEN

Área: Ingeniería de Minas

Tema: Influencia de los modelos geológico, geotécnico en el diseño de desarrollo
Y preparación.

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme todo los días de mi vida, a mí madre, mi esposa y mis hijos, por su apoyo incondicional y tesonero, para vez culminado y coronado mi carrera de ser Ingeniero de Minas para ser útil a mi sociedad y familia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano Alma mater del grandes profesionales que lauden el desarrollo de la región y por ende del Perú.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería de Minas los primeros en impartir su academia y conocimiento por el aporte importante de mantener dinámico los servicios en la facultad.

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCION.....	xii

CAPÍTULO I**GENERALIDADES**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2.1. Objetivos general	1
1.2.2. Objetivo específico.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	2
1.5. VIABILIDAD DEL ESTUDIO	2
1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	2

CAPÍTULO II**REVISIÓN DE LA LITERATURA**

2.1. UBICACION:.....	6
2.2. ACCESIBILIDAD:.....	6
2.3. PROPIEDAD MINERA:.....	7
2.4. FISIOGRAFIA:.....	8
2.5. CLIMA:.....	8
2.6. DRENAJE:	9
2.7. TOPOGRAFIA:	9
2.8. RECURSOS:.....	9

2.8.1. Recursos hídricos.	9
2.8.2. Aire comprimido.	9
2.8.3. Energía eléctrica.	9
2.8.4. Recursos humanos.	10
2.8.5. Insumos.	10

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. GEOLOGIA LOCAL:	11
3.2. GEOLOGIA REGIONAL:	12
3.2.1. Rocas Hipabisales.	112
3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL:	14
3.4. GEOLOGIA ECONOMICA:	17
3.4.1. Aspecto metalogenético.	17
3.4.2. Tipo de yacimiento.	17
3.4.3. Mineralización.	17
3.5. ESTIMACION DE RECURSOS:	20
3.5.1. Recurso Mineral Medido.	20
3.5.2. Recursos Mineral Inferido.	21
3.5.3. Recurso Mineral Inferido.	21
3.6. ESTIMACION DE RESERVAS:	22
3.6.1. Reserva Mineral Probada.	22
3.6.2. Reserva Mineral Probable.	22
3.7. NIVEL DE PRODUCCION Y VIDA DE LA MINA:	23
3.8. ESTUDIOS GEOMECANICOS	24
3.8.1. Modelo Geológico.	26
3.9. MODELO GEOMECANICO:	26
3.9.1. Clasificación del macizo rocoso.	27
3.9.2. Dirección preferencial del avance de la excavación.	31
3.10. SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION:	32
3.11. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS EN OPERACION MINA:	34
3.12. TIPOS DE LABORES MINERAS:	35
3.12.1. Cortadas y galerías.	35
3.12.2. Chimeneas.	36

3.12.3. Subniveles.....	37
3.12.4. Tajos (Método de explotación Corte y Relleno Ascendente).....	38
3.13. DISEÑO DE VENTILACION:	41
3.13.1. Ventilación de galerías y cruceros.	41
3.13.2. Ventilación de chimeneas.	42
3.13.3. Ventilación de tajos de explotación.	42
3.14. SERVICIOS AUXILIARES	45
3.15. DESCRIPCION DE EQUIPOS:	45
3.15.1. Palas neumáticas.	45
3.15.2. Locomotoras.	46
3.15.3. Winches de izaje.	46
3.15.4. Winches de arrastre.....	46
3.15.5. Grupos electrógenos.	46
3.15.6. Compresoras.	47
3.15.7. Ventiladores.....	47
3.16 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	48
1.16.1. Hipótesis general	48
1.16.2. Hipótesis específicas	48;Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PROCESO PRODUCTIVO INTEGRAL	59
4.2. EVALUACION ECONOMICA	62
CONCLUSIONES:	70
RECOMENDACIONES:	72
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS	74

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica de la mina Españolita de Carabalí	7
Figura 2	Geología regional.....	14
Figura 3	Modelo geológico estructural del yacimiento.....	16
Figura 4	Plano geológico compósito mina Españolita	19
Figura 5	Terminología y relación entre la información de exploración, Recursos.....	20
Figura 6	Zonificación del Macizo rocoso	30
Figura 7	Diagrama esteografico compósito de contornos.....	30
Figura 8	Diagrama estereográfico compósito de círculos máximos	31
Figura 9	Condiciones favorables para la estabilidad de la excavación.....	32
Figura 10	Condiciones desfavorables para la estabilidad de la excavación.....	32
Figura 11	Ciclo de trabajo en Cortadas y galerías	36
Figura 12	Ciclo de trabajo en chimenea.....	37
Figura 13	Ciclo de trabajo en sub niveles	38
Figura 14	Ciclo de trabajo en tajos	40
Figura 15	Corte y relleno ascendente convencional "Over Cut and Fill"	41
Figura 16	Esquema de ventilación	42
Figura 17	Plano prospectivo geofísico de mina Españolita	53
Figura 18	Plano de exploraciones diamantinas en mina Españolita	54
Figura 19	Plano de exploración - desarrollo - preparación y explotación veta Madrileña.....	55
Figura 20	Plano de explotación - desarrollo - preparación y explotación veta Portuguesa.....	56
Figura 21	Plano de explotación - desarrollo - preparación y explotación veta Portuguesa.....	57
Figura 22	Plano de exploración - desarrollo - preparación y explotación	58
Figura 23	Esquema del proceso productivo integral.....	60
Figura 24	Esquema del proceso en la planta de beneficio (Planta Belén)	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ruta de acceso a la Mina	6
Tabla 2	Ubicación del derecho minero “Españolita de Caravelí”	8
Tabla 3	Inventario de vetas	18
Tabla 4	Estimación de Recursos Minerales	21
Tabla 5	Estimación de Reservas de Mena	22
Tabla 6	Criterios para la selección del método de explotación	33
Tabla 7	Requerimiento de aire fresco en la zona Portuguesa	44
Tabla 8	Requerimiento de aire fresco en la zona Gisela.....	45
Tabla 9	Consumo de aire comprimido (CFM).....	45
Tabla 10	Resumen del programa de ocupación - 2016.....	52
Tabla 11	Resumen del programa de operaciones del año 2016.....	62
Tabla 12	Tipo de costos	63
Tabla 13	Ingresos, costos e inversión – 2016	65
Tabla 14	Ingresos, costos e inversión - 2016.....	67

RESUMEN

La Empresa Minera Española S.A., propietaria de la Mina Española Caravelí – Arequipa, en el año 2016 tuvo inconvenientes dentro de la política de inversiones de aperturar labores de desarrollo y preparación en profundidad, esto requirió de la información geológica y geotécnica, para una evaluación integral del macizo rocoso encajonante y de este modo realiza el diseño y planificación para la extracción y explotación eficiente de la mina en su proceso de profundización; el objetivo básico es la elaboración preliminar de los modelos geológico y geotécnico en base a una evaluación del yacimiento a través de la investigación de su naturaleza, formación, mineralogía y predominantemente del macizo rocoso, para ella se usa el método descriptivo y aplicativo para el cumplimiento de su programa de producción durante el periodo del año 2017 a partir del mineral obtenido en el desarrollo y preparación de las labores mineras de profundización de las vetas Portuguesa y Madrileña considerándose que el método adecuado para su explotación es el de corte y relleno debido a que principalmente a que tiene mayor selectividad dada a que potencia promedio en la Mina Española es de 0.5 m., además que se hace referencia a los costos de inversión de un más o menos del 10% que influye pasivamente en el valor actual neto de la empresa dentro del proceso productivo de la relación de la geología y planta.

Palabras claves: Modelos, diseño, desarrollo, preparación, y servicios.

ABSTRACT

Empresa Minera Españolita SA, which owns the mine Españolita Caravelí - Arequipa, in 2016 has drawbacks within the investment policy apertura development work and preparation in depth, this requires geological and geotechnical information for a comprehensive assessment encajonante rock mass and thus makes the design and planning for the EXTRACTION and efficient operation of the mine in the process of deepening; The basic objective is the preliminary preparation of geological and geotechnical models based on an assessment of the site by their nature research, training, and predominantly mineralogy of the rock mass,

Keywords: patterns, design, development, preparation, and services.

INTRODUCCION

El desarrollo de la presente tesis está enfocado en la unidad minera Españolita de Caravelí, la cual pertenece a la empresa minera Españolita S.A.. Se trata de una mina subterránea de vetas angostas (0.3 a 1 m) que produce oro y cobre, ubicada en la zona sur del Perú.

En este tema se lleva a cabo un plan operativo-económico a mediano plazo, incluyendo: geología y geomecánica, método de minado y servicios auxiliares, lo cual permitirá el análisis sobre los costos; no solo mostrara de manera aplicativa los conocimientos adquiridos en la universidad sino que también constituirá una de las herramientas principales en la toma de decisiones de la empresa en cuanto al proyecto de profundización planteado.

Se plantea aumentar la producción de mineral de 150 toneladas al día a 200 toneladas al día, aprovechando que se cuenta con una planta con capacidad instalada y autorizada para tratar 6, 000 toneladas de mineral al mes, y además se tienen 3 vetas con contenidos importantes de oro y cobre. De esta manera se quiere evitar el mineral de acopio para cubrir toda la capacidad de la planta como actualmente sucede, y procurar cubrir dicho requerimiento con mineral propio en su totalidad, se busca de esta manera aprovechar el contexto favorable actual por el que pasan los metales involucrados en este proceso productivo integral (Au, Cu).

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivos general

Elaborar el modelo geológico y geotécnico que contribuirá directamente al diseño de las labores de desarrollo y preparación y planificación de la profundización de la mina Españolita de Caraveli – Arequipa.

1.2.2. Objetivo específico

- Elaborar el modelos geológico que contribuirá directamente al diseño de las labores de desarrollo y preparación y planificación de la profundización de la mina Españolita de Caraveli – Arequipa.
- Determinar el modelo geotécnico considerando las características del maciso rocoso que mejora el diseño y planificación de la mina Españolita de Caraveli – Arequipa.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para el cumplimiento del programa de producción del año 2016 e incremento de reservas y producción del año 2017, se requiere de la ejecución del 2017, se requiere de la ejecución de las labores de desarrollo y preparación predominante, porque en la actualidad, se viene realizando a través de dos niveles de explotación de sulfuro con contenido de oro en la Mina Españolita de la Empresa Minera Españolita S.A., en las cuales se encarece de reservas, lo cual requiere profundización considerando un tercer nivel por lo que se justifica plenamente la realización de estudios geológicos y geotécnicos a través de un sistema de información del terreno por sondajes y labores mineras que conduciría a un modelo geológico y geotécnico que contribuye al diseño de las labores de desarrollo y preparación con la selección del método apropiado al yacimiento en sus vetas la Portuguesa y Madrileña.

1.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación no tiene limitaciones en su ejecución, ya que el estudio se encuentra dentro de la política de inversiones de la empresa minera para cumplir e incrementar sus programas de producción anual y de este modo el incremento de su valor actual neto.

1.5. VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La investigación objeto de tesis de la influencia de los modelos geológico y geotécnico en el diseño de labores de desarrollo y preparación, tiene la amplia colaboración de los directivos, personal técnico y trabajadores de la mina Españolita, por hacer causa suya en el proceso de profundización de la mina.

1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La unidad minera Españolita de Caravelí ha presentado desde el inicio y a lo largo de estos años la siguiente evolución:

Cuadro N° 01:

Evolución de las operaciones en mina Españolita

EVOLUCION DE OPERACIONES MINA ESPERANZA	
2006	A fines de año se inicia prospección e instalaciones.
2007	Inicio exploraciones con 62 trabajadores.
2008	Exploraciones evidencian yacimiento de oro y cobre. Inicia proceso productivo para generar caja y construir planta, mecanismo warrant.
2009	En Agosto inicia tratamiento planta flotación. Se inicia producción mineral a razón de 2, 000 TM x mes.
2010	Se incrementa producción de mineral a 3, 000TM x mes.
2011	Está en proceso incremento producción a 4, 500 TM x mes. Se incrementa capacidad de planta a 6, 000 TM x mes.

Fuente: Administración Mina Españolita

Antecedentes a nivel nacional:

Tapia Cabanillas, Mervin E. (2008): “La formulación de un modelo geológico estructural en el sistema de becas de la franja oeste del yacimiento de Parcoy” Consorcio Minero Horizonte”. INMSM, Lima; con el fin de objetivo de describir y correlacionar integralmente el modelo geológico-estructural del yacimiento minero Parcoy con respecto a nuevas estructuras mineras realizadas con contenido de oro y su correlación espacial con el control estructural.

Mena Salas, Alejandro E. (2012): “Planeamiento de minado subterráneo para vetas angostas: caso práctico: Mina Esperanza de Caraveli”, PUCP, Lima, desarrolla el estudio para contribuir al plan de producción de la mina, el modelo geológico como un componente en el planeamiento de minado integral considerando reservas.

Oviedo, S. y Rosas, M. (2013): “Ordenamiento dinámico 3D – MD3D” Universidad de Cajamarca; proponer la aplicación del modelo amiento geológico dinámico, como una herramienta para la planificación de labores mineras y su explotación con auxilio de programas como; Mapteck Vulcan, Surpac, Datamine, Minisight y Examine.

López Pomareda, Ernesto S. (2016): “Estudio geotécnico y diseño de una mina aplicando modelos numéricos”, UNMSM, Lima, para un aprovechamiento económico de un yacimiento deberá cuantificarse las leyes estructura, potencial del yacimiento asimismo la caracterización llegando a modelos determinísticos para una evaluación integral del yacimiento para una explotación planificada de las labores mineras.

Antecedentes a nivel internacional

Gálvez Soto, Patricia A. (2013): Caracterización geológica, geotécnica de la Mina Carmen, Región Atacama de la Universidad de Chile. El macizo rocoso en general tiene bloques de un tamaño promedio de 3 a 10 fracturas por metro cúbico y presenta calidad que varía entre media (4A) y regular (3A) de acuerdo a RMR de Laubscher predominando la roca regular (3A) según Q de Barton el macizo califica en su mayor parte como roca mala, variando a media de 1,13 a 5,63 de manera que la calidad media no varía los dominios, para que finalmente se sugiere sostenimiento en galerías subterráneas por medio de Q de Barton, además considerar 05 sectores con reforzamiento con pernos sistemáticos de 2 m de largo separados por 2.5 m “Shotcrete” proyectado de un espesor de 40 a 100 mm, coincidiendo con los túneles de mayores dimensiones.

Madanaza J.M. (2015): “Guía sobre control geotécnico en minería subterránea” convenio de colaboración entre la Secretaría de Estado de energía del Ministerio de Industria Energía y Turismo y la Universidad Politécnica de Madrid, donde se aporta la base teórica sobre diseños de sostenimiento, pasados en la utilización de las clasificaciones geomecánicas, puesto que es una herramienta de sencilla aplicación “in -situ” y además de proporcionar la formulación necesaria para determinar la presión máxima de soporte y la rigidez elástica de los mismos, dado que la interacción terreno-sostenimiento determina la estabilidad de una excavación minera.

Aguilar Aguilera, Juan C. (2008); “Caracterización geotécnica y estructural de la rampa de explotación y del túnel de drenaje de la mina Chuquicamata subterráneo”, las unidades litológicas y de alteración, presentan características geotécnicas homogéneas (unidades geotécnicas) que han sido reconocidos en los desarrollos subterráneos, igual manera se distinguen áreas, patrones estructurales propios en función de la influencia de las fallas

principales del yacimiento de la condición de las familias de fallas diaclasas (dominios estructurales); donde aproximadamente el 3% de desarrollo se realizaron en roca mala a muy mala eligiéndose distintos tipos de mejora en la roca y transcurridos los 3 a 5 años de su ejecución, mantienen buenas condiciones de estabilidad, observándose sólo puntualmente la oxidación de los componentes metálicos de la fortificación en zonas con aguas ácidas.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. UBICACION:

La mina se encuentra en la faja litoral que comprende la cadena costanera, con una altura promedio de 1, 940 m.s.n.m., políticamente está ubicada en el paraje Cebadilla, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa

2.2. ACCESIBILIDAD:

El acceso desde Lima se realiza según el siguiente itinerario:

Tabla 1

Ruta de acceso a la Mina

LUGAR	DISTANCIA (km)	TIPO	TIEMPO (H)
Lima - Chala	620	Carretera asfaltada	8
Chala - Atico	82	Carretera asfaltada	1
Atico - Km 40	40	carretera asfaltada y afirmada	1
Km 40 - Mina	34	Trocha carrozable	2
Total	776 Km	Carretera asfaltada	12 horas

Fuente: Geología - Mina Esperanza

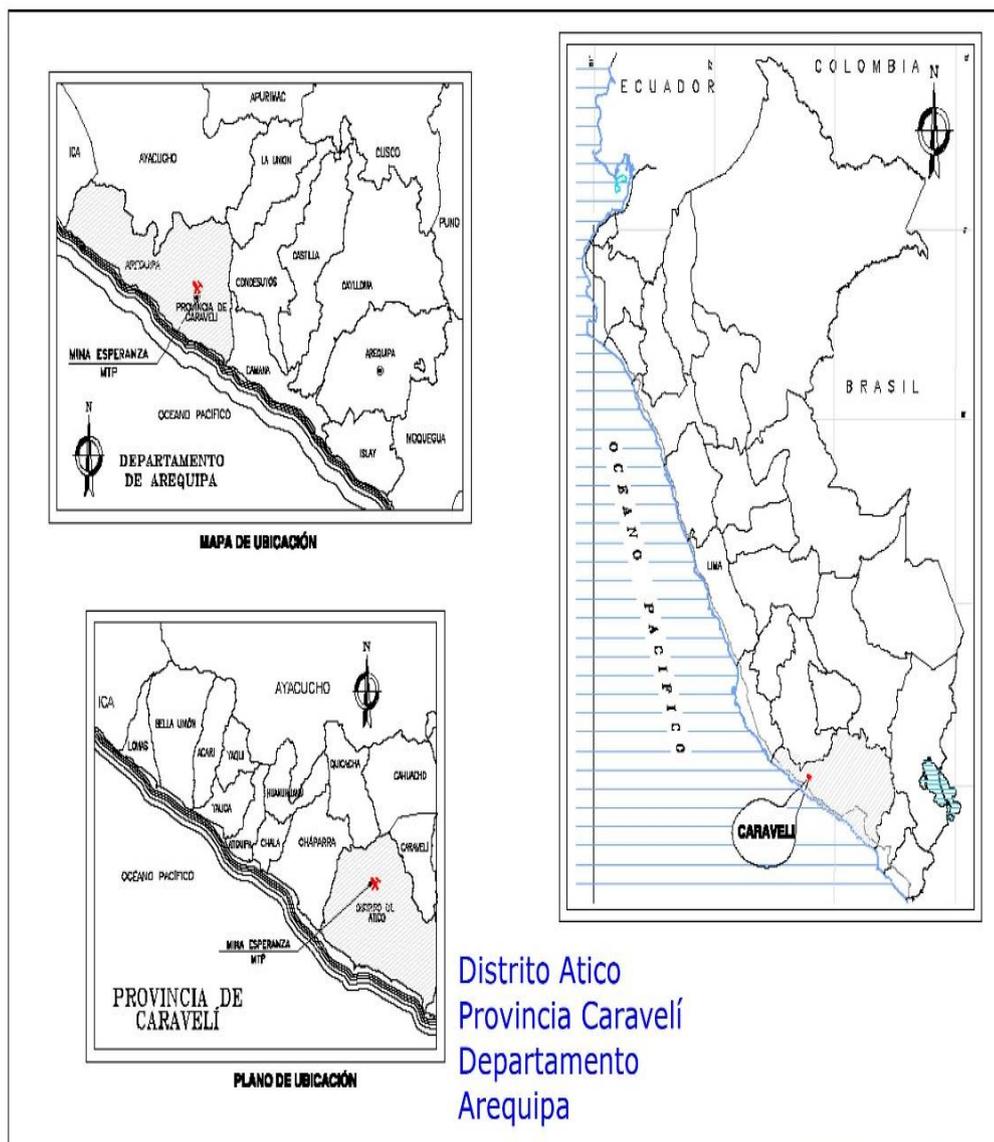


Figura 1 Ubicación geográfica de la mina Españolita de Carabalí
Fuente: Geología – mina Españolita

2.3. PROPIEDAD MINERA:

La mina está ubicada en la zona 32-0 de Chaparra, conformada por 08 concesiones totalizando 5, 800 Has.

Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 2

Ubicación del derecho minero “Españolita de Caraveli”

Vértices	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
1	8244000	646000
2	8244000	641000
3	8242000	641000
4	8242000	646000

Fuente: Geología - mina Españolita)

2.4. FISIOGRAFIA:

El paisaje está constituido por cerros aislados y sin vegetación alguna. La zona Noroeste del proyecto presenta un relieve plano a ondulado con pendientes moderadas hasta un 15% y en el Sureste se aprecian pendientes ligeramente mayores, predominando materiales fragmentados y rocosos. De acuerdo a la zona circundante del área de estudio podemos apreciar que se encuentra en una altiplanicie costera.

2.5. CLIMA:

El clima es seco, desértico, con algunas hierbas presentes en las quebradas y que solo aparecen en la época de lluvias.

Solo se observan dos estaciones, de Noviembre a Abril, las temperaturas llegan en el día a 30° y en las noches a 12°, presentando escasas lluvias y vientos alisios provenientes del mar. La precipitación registrada en la zona es casi de 0.10 Lts/m². Y de Mayo a Octubre el clima es más seco, con vientos frígidos en las noches provenientes de las partes altas, las temperaturas en el día llegan a 25° y en las noches llegan a 05°C.

La vegetación es incipiente, con la presencia esporádica de cactus y algunas plantas de arbusto pequeño en la parte de las quebradas, el resto es terreno seco y árido.

2.6. DRENAJE:

En la mina Esperanza de Caravelí no se genera agua subterránea, por ser una zona árida y seca, la escasa agua que se genera luego de la perforación se emplea en el regado de las labores y en la carga de mineral y/o desmonte; después de la voladura.

2.7. TOPOGRAFIA:

La topografía presente en la zona es de planicie costanera, de aspecto desértico, con pequeñas lomadas y quebradas no muy profundas, los valles que se presentan son en U (quebrada de Atico) y al norte la quebrada Cortaderas. Las operaciones mineras se desarrollan en las cotas (1 740-1 940) m.s.n.m.

2.8. RECURSOS:

2.8.1. Recursos hídricos.

En la mina no contamos con agua, toda el agua se trae en bolsas de 08 m³ desde la localidad de Atico en los volquetes que dejan mineral hacia la planta, tanto para consumo humano así como las operaciones de la mina (Atico - mina: 74 Km). El requerimiento total de agua es aproximadamente de 11 m³de agua al día.

2.8.2. Aire comprimido.

En la mina actualmente se cuenta con 04 compresoras diesel: Una INGERSOLL RAND XP 750 DE 750 CFM, una INGERSOLL RAND 375 de 375 CFM, una INGERSOLL RAND 260 de 260 CFM, una ATLAS COPCO XAMS 1050 CD de 1050 CFM; y también una Compresora eléctrica ATLAS COPCO GA90 de 500 CFM. En total la capacidad de aire permite operar 12 máquinas perforadoras simultaneas y 04 palas neumáticas (consumo total de aire: 2 844 CFM).

2.8.3. Energía eléctrica.

Se cuenta en la actualidad con 04 grupos electrógenos: Volvo de 230 KW, Wilson de 220 KW, dos Modasa de 37 KW y 75 KW, esto para manejar los winches, compresora eléctrica, así como para los campamentos, casa de lámparas, otros; que en total suman un requerimiento de energía eléctrica de 370 KW.

2.8.4. Recursos humanos.

En la actualidad se cuenta con una fuerza laboral aproximada de 400 Trabajadores; entre maestros, ayudantes y peones, casi todos provenientes de Cuzco y Arequipa. También se cuenta con 70 empleados, quienes conforman las áreas de administración, logística, ingeniería, geología y centro médico.

2.8.5. Insumos.

La compañía cuenta con el EIA correspondiente y el COM (certificado de operación minera), para la compra de explosivos a nivel de producción.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. GEOLOGIA LOCAL

La unidad minera Españolita de Caravelí se ubica a 770 Kms. de la ciudad de Lima, al SE de la ciudad de Chala, en el paraje Cebadilla, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, a una altura media de 1,960 m.s.n.m., y se encuentra en la Carta 32-0. Está compuesta por 02 concesiones mineras que abarcan un área de 2,000 hectáreas.

Regionalmente la mina está dentro de una faja de cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y en ella se encuentran yacimientos de oro de mediana y pequeña escala como Ocoña, Calpa, Caravelí, Ishihuinca, Orion, Eugenia, Poseo, y otros. Esta faja forma parte del cinturón aurífero Nazca-Ocoña. La mina Españolita se sitúa en la parte central de la faja y su potencial corresponde a un yacimiento de mediana escala minera.

La geología del área está conformada por vetas delgadas y medianas (potencia entre 0.20 y 0.80 metros) emplazadas dentro del paquete intrusivo del Batolito de la costa peruana. Este paquete intrusivo tiene sus respectivas variaciones que van desde intrusivos faneríticos como granodioritas, dioritas de grano medio y paquetes sub-volcánicos con pórfidos andesíticos.

Es un yacimiento epitermal de baja sulfuración con alcance mesotermal; emplazadas en rocas intrusivas a sub-volcánicas. El potencial aurífero de cada veta es variable debido a la irregularidad de leyes. El promedio de leyes en las vetas oscila de 5 a 25 gr/ton.

La característica principal de las vetas es la formación de cimoides de pequeño y gran tamaño con estructuras menores como tensionales del modelo. Otra característica importante son las aureolas de alteración propílica e intensa cloritización en las cajas

cercanas a las vetas y aureolas de alteración mayores en las intersecciones de los cimoides.

3.2. GEOLOGIA REGIONAL

En el área de la mina las rocas predominantes son volcánicas e hipabisales de composición andesítica pertenecientes al complejo Bella Unión (Cretáceo medio), también se presentan rocas intrusivas de composición diorítica y monzonitas de grano medio a fino.

Sobre yaciendo a las rocas del complejo Bella Unión se encuentra la formación Moquegua con tobas dacíticas-riolíticas de la formación Huaylillas (Terciario Superior). Al sur de las concesiones afloran rocas sedimentarias de la formación Millo (Terciario Superior), estas rocas cubren a las rocas del complejo Bella Unión, que son las que hospedan a la mineralización, por lo que es posible que otras vetas paralelas a las vetas Portuguesa y Madrileña se encuentran encapadas.

3.2.1. Rocas Hipabisales

Complejo Basal Bella Unión:

Denominado por J Caldas (1978), se trata de rocas no diferenciadas, al ser tan variables en composición, pero de naturaleza andesítica a dacítica, intruida por plutones menores de andesita a dacita con diques de naturaleza andesíticas.

Se tratan de rocas sub volcánicas, del cretáceo superior, que se ha intruido casi con la misma edad de las rocas del batolito (superunidad Linga).

En el proyecto la roca predominante es de composición (Andesita) de textura porfírica grano grueso a medio llegando a fino en algunos sectores del denuncia. Así como también tenemos presencia de Sienita a manera de intrusivos menores. Esta roca sirve como roca huésped a la mineralización presente en la zona.

Andesita: Roca ígnea volcánica (intermedia) de textura afanítica generalmente de color verde, pudiendo variar de rojizas a otros colores, según la alteración.

Presentando como minerales esenciales: Plagioclasa, ferro magnesianos y con un cuarzo que se presenta en mínimas cantidades (10%). Estas rocas se presentan generalmente al este de la concesión.

Sienita: Roca ígnea plutónica de color blanco, textura granular presentando como minerales esenciales: Feldespatos (ortosa y plagioclasa), anfíboles (horblenda), accesorios como piroxenos además de pocas cantidades de cuarzo y mayor porcentaje de biotitas que presentan una fuerte cloritización y diabasas porfíricas de grano medio grises a verdosos. Se presenta muy pegada hacia la veta Aurora, al norte del campamento.

Diques Andesíticos: Por el alrededor de la veta Aurora encontramos enjambre de diques andesíticos y aplíticos de rumbo NE a SW de anchos de hasta 0.50m a 02m, con disseminación de piritita. Fina muy localizada hacia las cajas.

Stocks Dioríticos: Está formado por roca grises moteadas, de grano muy grueso, compuesto principalmente por plagioclasa, con abundantes fenocristales (horblenda bien desarrolladas y biotitas), estas ocurren al sur de la concesión, muy pegado hacia la veta Carmen y se orienta hacia la veta Esperanza este, estos diques han sido intruidos muy posterior a la mineralización debido a que no afecta en nada su intrusión.

Monzonitas: Se encuentran al oeste de la concesión, son rocas de grano medio a fino con abundante ortosa, plagioclasa y cuarzo con pocos fenocristales, presenta un color gris claro a rosáceo, tiene una edad cretáceo superior.

Formación Moquegua:

Se describe con este nombre a afloramientos de depósitos continentales en la quebrada Millo, están formados por rodados de cuarcitas y calizas en una matriz arenosa-tobacea, sobre yace al complejo Bella Unión, en la quebrada Pan de azúcar tiene un afloramiento de 400 m y los elementos están redondeados a sub-redondeados. Es de edad Neógeno-Miocena, en la zona afloran en todo el petitorio minero, ocultando gran parte de las vetas mineralizadas.

Formación Huaylillas:

Se presenta al NE de la concesión, está formada por una secuencia piroclástica. Son rocas volcánicas, ignimbritas de color rosado claro, siendo clasificadas como riolitas, riolacitas y andesititas.

Esta descansa en discordancia sobre la formación Moquegua, se presenta en forma de horizontes de 10 m y 200 m. Presenta una edad Neógeno Miocena.

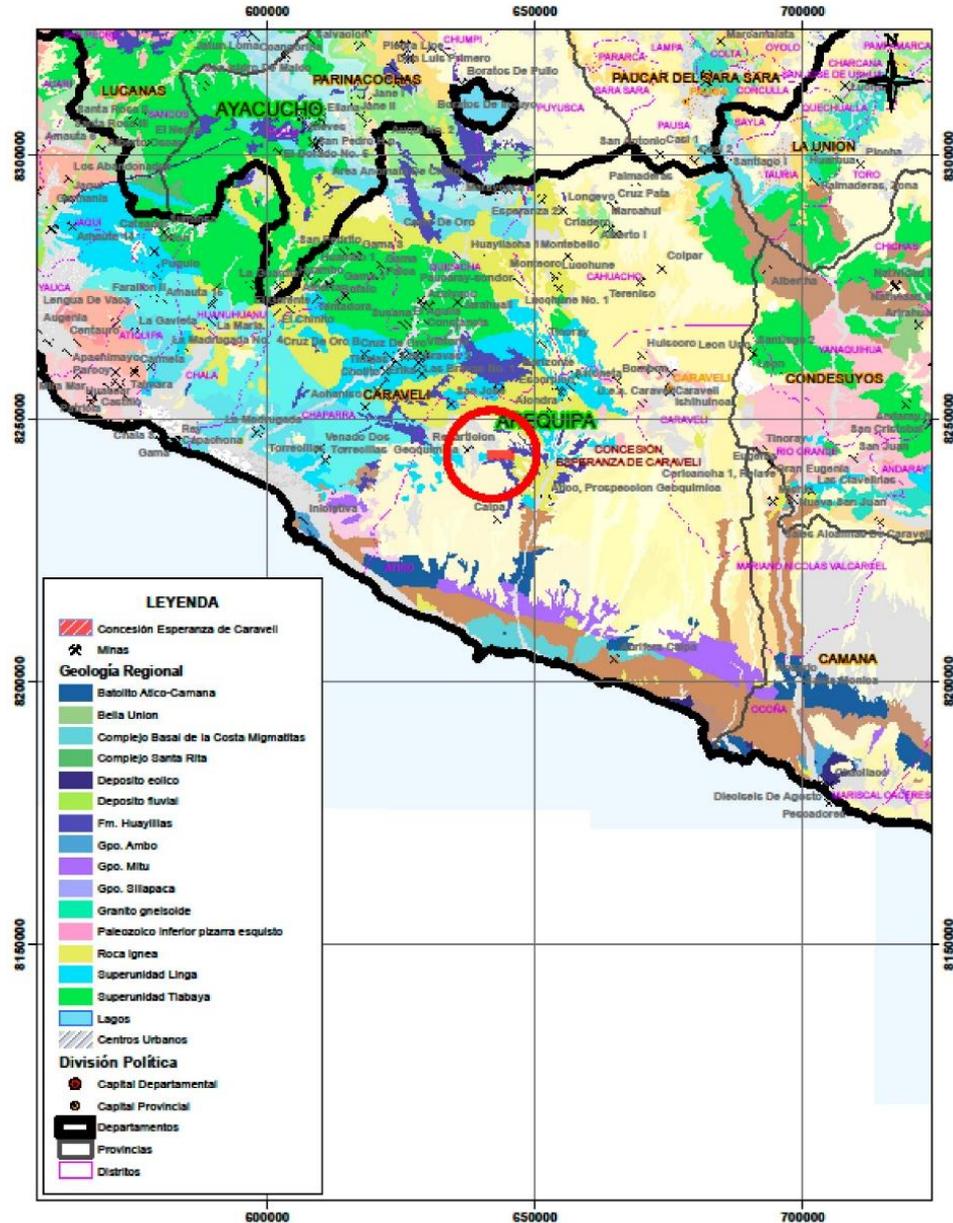


Figura 2 Geología regional
Fuente: Ingemmet

3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL:

Por los alrededores de la mina pasa una falla regional denominada LOS MEDANOS, de rumbo N80W y más hacia el W a N50W, esta falla sirve como control de mineralización, formando a su vez fallas de rumbo E-W, asimismo ejercen un control en

su deposición (fallas inversas), con buzamiento muy sinuoso hacia el norte y sur, cuando se inclina hacia el sur no son favorables para la mineralización y cuando se inclinan hacia el norte son muy favorables.

Todas estas estructuras estarían controladas por tres grandes estructuras de rumbos NNW-SSE y buzamientos de 60° al SW, de estas grandes estructuras mineralizadas se están desprendiendo estructuras de segundo orden de rumbos casi E-EW y buzamientos subverticales.

En general las zonas mineralizadas están controladas por esfuerzos principales de compresión tanto en vertical como en longitudinal, asimismo ocurren fallas de un segundo orden de rumbos N-S que provocan desplazamientos gravitacionales, generalmente dextrales.

Las estructuras y fracturamientos están fuertemente asociados con la dirección del emplazamiento del Batolito en el área E-0 y NO-SE principalmente, los cuales están relacionados con los movimientos tectónicos del ciclo andino. Asimismo, por fotointerpretación del distrito se visualiza zonas de debilidad de dirección NO.

Otra característica importante es la presencia de la falla denominada Graben Pan de Azúcar, la cual tiene dirección E-O. Este Graben se desarrolló durante la “Fase Quechua”. Tal como apreciamos existe una asociación entre el conjunto estructural y el emplazamiento de la mineralización, por lo que en futuras exploraciones debe de tomarse en cuenta para la localización de otras estructuras favorables.

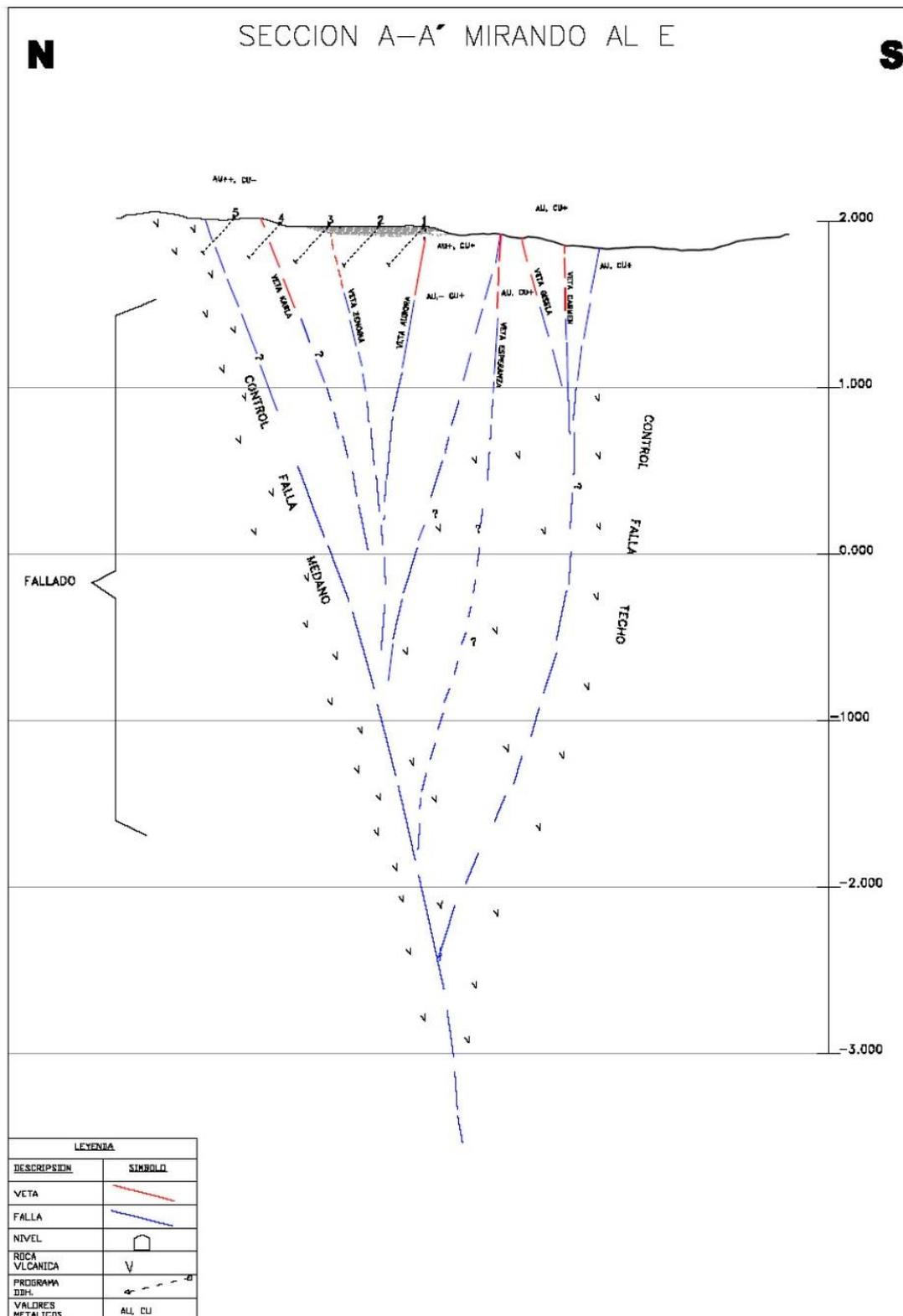


Figura 3 Modelo geológico estructural del yacimiento
Fuente: Geología – mina Españolita

3.4. GEOLOGIA ECONOMICA:

3.4.1. Aspecto metalogenético.

Regionalmente la mina forma parte de una faja cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y con ella se encuentran yacimientos de oro de mediana escala como Ocoña, Champune, Calpa, Caraveli e Ishihuinca. En la faja ocurren numerosos depósitos de pequeña escala como Españolita, Orion, Eugenia, Poseo, Clavelinas, Torrecillas, todo el valle de Chaparra con abundantes trabajos de labores informales. Esta faja forma parte del cinturón aurífero Nazca- Ocoña. La mina Españolita se sitúa en la parte central de la faja y su potencial aún no se conoce, ya que toda el área se encuentra cubierta por material aluvial. Por el momento es una mina de escala pequeña minera; que apunta a crecer en su producción por la profundización de las labores de desarrollo y preparación objeto del trabajo de investigación.

3.4.2. Tipo de yacimiento.

La mineralización está en vetas epitermales de baja sulfuración (adularia-sericita), Esperanza se encontraría en los niveles altos del sistema. Las principales alteraciones hidrotermales que afectan a las rocas encajonantes son la propilitica (clorita, epidota, calcita) y la argilica (caolinita). Las vetas destacan por su contenido de oro y cobre, con valores subordinados de plata. A su vez se encuentran vetas del tipo cuarzo sericita con alto contenido de oro (Portuguesa y Madrileña).

3.4.3. Mineralización.

La mineralogía de las vetas está constituida por minerales de cobre como: Calcosina, calcopirita, covelina, cuprita, malaquita y crisocola. El oro se encuentra en estado nativo y como inclusiones en la pirita y la cuprita. Los minerales de ganga son: Cuarzo, calcita, yeso, pirita, óxido de manganeso, limonita, hematita y oligisto.

En Españolita las vetas tienen los siguientes ensambles mineralógicos:

1. Óxido de hierro, limpio, con contenido de oro para ser tratado por cianuración.
2. Mineral con óxidos de hierro y cobre con contenido de oro.
3. Mineral con sulfuros de cobre con contenido de oro.

En superficie las vetas destacan por su alto contenido en óxidos de hierro y cobre y a medida que se profundiza la presencia de sulfuras se incrementa, en términos generales la mineralización en las labores mineras es mixta, una combinación casi en proporciones similares de óxidos y sulfuras.

A profundidades de 70 m (veta Portuguesa) y 95 m (veta Madrileña) se observan altas concentraciones de calcosina y covelina, minerales característicos de las zonas de enriquecimiento secundario, en la mayoría de los casos estas altas concentraciones de cobre (>10 %) van acompañada con altos valores de oro (>1 onza). El laboreo desarrollado hasta el momento no ha llegado al límite en profundidad de la zona de oxidación y enriquecimiento; como es típico en estos yacimientos en niveles más profundos encontraremos la zona primaria (sulfuros)

Tabla 3
Inventario de vetas

INVENTARIO DE VETAS						
Zona	Veta	Long. Rec. (m)	Azimut/Buz.	Pot. Prom. (m)	Mineral	Estado
Alta	Portuguesa	500	275/83°NE	0.52	Au+, Cu+	Trabajando
		50	278°/75°SW	0.52	Au, Cu+	Exploración
		20	278°/75°SW	0.52	Au, Cu+	Inactiva
		550	280°/70°SW	0.52	Au, Cu+	Trabajando
		300	280°/70°SW	0.52	Au, Cu+	Trabajando
		300	287°/60°SW	0.52	Au+, Cu+	Exploración
Baja	Madrileña	150	80°/80°NW	0.52	Au+, Cu+	Exploración
		800	285°/85°SW	0.52	Au, Cu+	Trabajando
		350	330°/80°SW	0.52	Au, Cu+	Exploración

Fuente: Geología – Mina Españolita

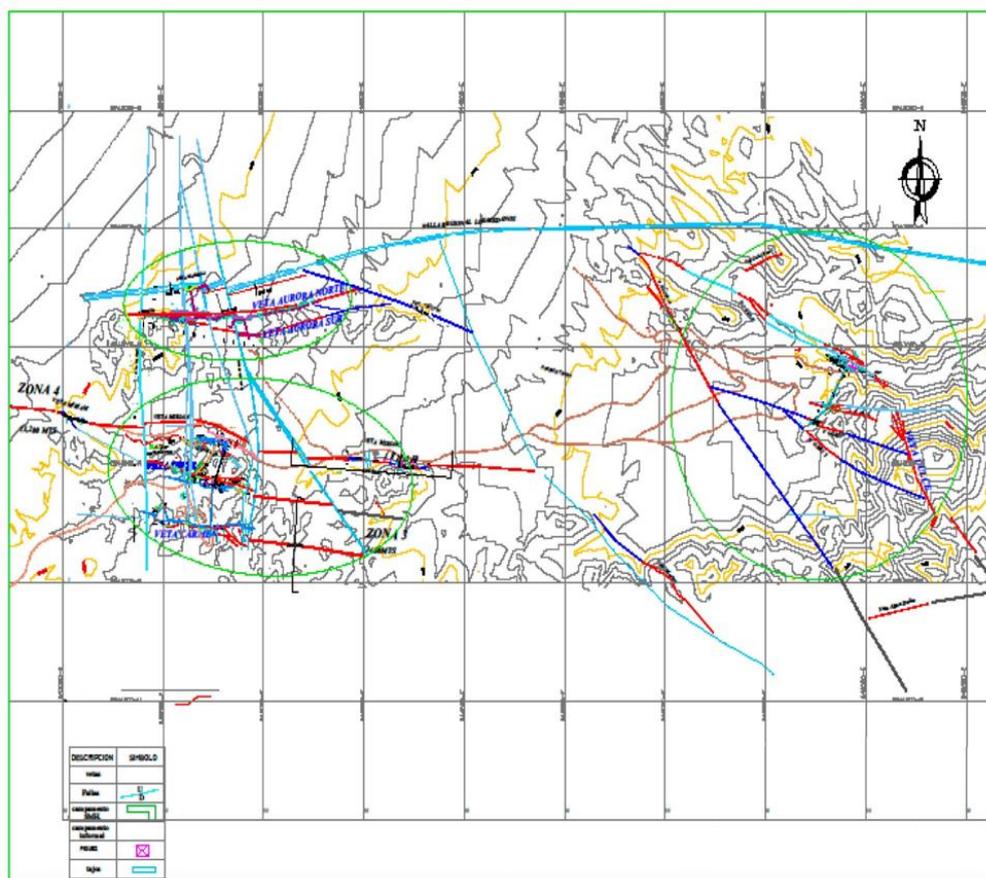


Figura 4 Plano geológico compósito mina Españolita
Fuente: Geología – mina Españolita

ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS, NIVELES DE PRODUCCION Y VIDA DE LA MINA

Para la estimación de Reservas de Mena y Recursos Minerales, primero se ha revisado la información existente en antiguos planos geológicos y de muestreo de diferentes vetas y niveles, (veta Aurora, veta Gisela, veta Carmen, veta Dulce). Posteriormente se ha dado a la cubicación la forma de estimación de Recursos y Reservas según el código JORC.

ZONAS	RESERVAS MINABLES			MINERAL POTENCIAL		
	Mineral Accesible + Event Accesible.			TMS	Au Grs/tm	Cu %
	TMS	Au Grs/tm	Cu %			
ZONAPORTUGUESA	18,944	7.04	1.32	43,760	6.58	1.29
ZONA MADRILEÑA	23,027	4.96	2.21	21,613	4.72	2.50
TOTAL	41,971	6.00	1.76	65.373	5.65	1.89

Para la estimación de Reservas de Mena y Recursos Minerales Medidos se han remuestreado ambas zonas y corroborado los bloques de mineral cubicados que aparecen

en los informes antiguos, asimismo los blocks de mineral que no están verificados se están considerando como Recursos Minerales Indicados; y la proyección hacia los niveles inferiores inmediatos de las vetas explotadas, que necesariamente se tendrán que comprobar con labores de exploración, se han considerado como Recursos Minerales Inferidos.

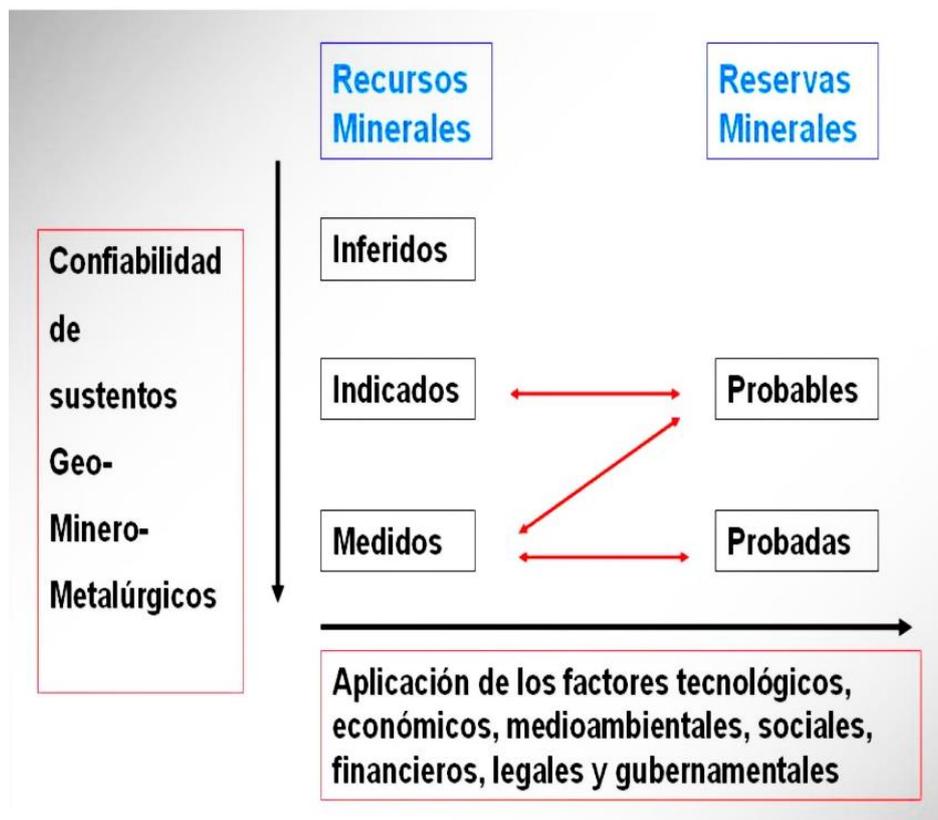


Figura 5 Terminología y relación entre la información de exploración, Recursos
Fuente: Australasian code for reporting of identified mineral resources and ore reserves, "The Jorc Code (2004)"

3.5. ESTIMACION DE RECURSOS:

3.5.1. Recurso Mineral Medido.

Parte de un recurso mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza, su tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas, de afloramientos, zanjas, tajos, túneles, laboreos y sondajes, las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y de leyes. Esta categoría requiere un alto nivel de confianza en el

entendimiento de la geología y controles del yacimiento, la confianza en la estimación es suficiente para permitir la aplicación apropiada de parámetros técnicos y económicos y para permitir una evaluación de la viabilidad económica.

3.5.2. Recursos Mineral Inferido

Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de pre-factibilidad económica.

3.5.3. Recurso Mineral Inferido.

Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muéstreos superficiales pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que merezca darse a conocer al público.

Según código JORC.

Tabla 4

Estimación de Recursos Minerales

Estimación de Recursos Minerales						
Clasificación	Toneladas	Au(g/t)	Cu (%)	Eq - Au (g/t)	Potencia (m)	Onzas Eq - Au
Medido	19,875.92	7.78	2.28	11.10	0.40	7,095.57
Indicado	37,583.71	5.94	2.27	9.25	0.48	11,176.82
Total de Recursos (*)	57,459.63	6.57	2.27	9.89	0.46	18,272.39

Fuente: El tesista

3.6. ESTIMACION DE RESERVAS:

3.6.1. Reserva Mineral Probada.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales.

3.6.2. Reserva Mineral Probable.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. Una reserva de mineral probable tiene un nivel más bajo de confianza que una reserva de mineral probada.

Tabla 5

Estimación de Reservas de Mena

Estimación de Recursos Minerales						
Clasificación	Toneladas _Dil	Au_Dil (g/t)	Cu_Dil (%)	Eq_AuDil (g/t)	PotDil (m)	Onzas Eq - Au
Medido	28,409.12	5.22	1.58	7.53	0.59	6,873.16
Indicado	15,470.81	5.11	1.74	7.64	0.62	3,799.82
Total de Recursos (*)	43,879.93	5.18	1.63	7.57	0.60	10,672.99

Fuente: El tesista

Para obtener el cuadro anterior se ha tomado en cuenta los siguientes aspectos:

DILUCION:

Se ha usado el cálculo de la dilución según O'Hara bajo los parámetros que se muestran a continuación y conforme un diseño tentativo para la unidad minera en mención.

Dilución = $K / ((W)^{1/2} * \text{sen } a)$, donde:

k : constante 20

w : potencia de veta (metros) 0.60

a : buzamiento veta 80°

RECUPERACIONES METALURGICAS Y PRECIOS

A fin de llevar a cabo la estimación de Reservas de Mena se tomo las siguientes recuperaciones metalúrgicas y los siguientes precios de los metales involucrados:

Recuperación metalúrgica:

Au: 88.35%

Cu: 79.86%

Precio de los metales:

Au: 1500 \$/Oz Cu: 3.5

\$/Lb

CUTOFF

De acuerdo al balance de la unidad minera Españolita de Caravelí se tiene un Cut off de 4.88 gr/ton, el cual nos sirvió para llevar a cabo la estimación de Reservas de Mena según el código Jorc.

La cantidad de Recursos de minerales que no paso a ser Reserva es de 71,156.63 toneladas, según dicho código.

3.7. NIVEL DE PRODUCCION Y VIDA DE LA MINA:

Para llevar a cabo una aproximación de la vida de la mina tomaremos el volumen estimado de las reservas minables y el mineral potencial (usando la cubicación nominal de la unidad minera Españolita de Caravelí).

Reservas minables : 23, 152 Tons

Mineral potencial : 42, 582 Tons.

Total : 65, 734 Tons.

Recuperando un 90% en mina, el volumen del mineral a obtener será:

$$0.9 \times 65,734\text{Tons.} = 59,160.6\text{Tons.}$$

El mineral de mina Españolita es tratado por flotación en planta Belén, ubicada en Chala y propiedad de la misma empresa. El transporte es mediante volquetes, se llega a la planta desde la mina en un aproximado de 04 horas, con un recorrido de 156 Km.

Esta planta posee una capacidad instalada para tratar 6, 000 Tons/Mes; por tanto, la aparente vida del yacimiento sería como sigue:

$$= 59,160.6\text{Tons} / 6, 000 \text{Tons/Mes} = 9.86 = 10 \text{ meses, (1 año).}$$

Es bueno mencionar que a medida que se avancen y profundicen las vetas Portuguesa y Madrileña desde el nivel 1, 800, el potencial podría aumentar; debido a la longitud de dichas vetas. También cabe comentar que tal cual se muestra en el aspecto (Geología) se tienen 02 vetas solo en exploración, fuera de las 04 vetas en las que se realizan actualmente los trabajos de exploración, explotación y extracción. Para dichos efectos se cuenta con dos empresas especializadas en el quehacer exploratorio, con máquinas perforadoras diamantinas; siendo el ratio de reposición de 1.70 Ton/Ton reserva, lo que significa que por cada tonelada extraída se está reponiendo 1.70 toneladas y el ratio de cubicación de 6.30 m/Ton reserva, lo que significa que por cada metro de avance se está cubicando 5.82 toneladas.

Esta aparente vida de mina tan corta es una constante en la minería aurífera de vetas angostas; por lo general se sigue esta política por la inversión adicional que significaría contar con reservas de más de 04 años (labores mineras y perforación diamantina). Lo cual le impone una alta relevancia a las actividades de exploración y planeamiento minero para mantener el negocio en marcha.

3.8. ESTUDIOS GEOMECHANICOS

Para determinar el comportamiento geomecánico en las labores subterráneas se desarrolla un mapeo estructural que nos permita identificar las posibles cuñas.

El tamaño y forma de las cuñas potenciales en la masa rocosa circundante a esta abertura dependen sobre todo del tamaño, forma y orientación de la abertura y también de la orientación de los sistemas de discontinuidades principales.

Para determinar la estabilidad de las labores, así como determinar tendencias de fracturamiento y análisis de esfuerzos se hace uso de programas matemáticos de modelamiento como el Phases_2, Dips, y Unwedge.

Para el sostenimiento de las labores mineras se tendrá los parámetros de cálculo para determinar la longitud promedio de instalación del sostenimiento y qué tipo de sostenimiento será técnicamente adecuado conforme a la estructura del macizo rocoso.

Con la finalidad de desarrollar los estudios geomecánicos en mina Española se realizan las siguientes actividades:

- Reconocimiento sistemático del área de estudio y el área de operación actual.
- Obtención y revisión de la información geológica.
- Medición in situ de las características geomecánicas de la roca (clasificación geomecánica).
- Reuniones de trabajo con el personal profesional y técnico de la empresa para coordinar labores a desarrollar.

Cuando se diseñan labores mineras subterráneas para propósitos de explotación de un yacimiento minero, se ponen de manifiesto una serie de condicionantes y problemas que se relacionan con el comportamiento mecánico del macizo rocoso que deben de tomarse en cuenta a fin de hacer más racional dicha actividad minera.

La geomecánica pone de relieve puntos que se han de considerar para evitar o al menos disminuir en lo posible el resultado de las fuerzas que se promueven al alterar el equilibrio del macizo rocoso en el que se ejecuta las labores mineras.

Del empleo de la tecnología que la geomecánica dispone podemos sacar una rotunda y probada afirmación: Racionar el diseño, dar seguridad a la ejecución de labores mineras, facilitar el control de la ejecución de labores mineras, redundando todo esto en aumento de productividad.

3.8.1. Modelo Geológico.

Regionalmente la mina está dentro de una faja de cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y en ella se encuentran yacimientos de oro de mediana y pequeña escala como Ocoña, Calpa, Caravelí, Ishihuinca, Bonanza, Orion, Eugenia, Poseo y Clavelinas.

La mineralización está en vetas angostas (de 0.20 a 0.80 m de espesor), con contenido de oro, cobre y valores subordinados de plata. Se han identificado 04 vetas de las cuales 02 están en operación, la mineralogía de las vetas está constituida por minerales de cobre como: Calcocina, calcopirita, covelina, cuprita, malaquita y crisocola. El oro se presenta en estado nativo y como inclusiones en la piritita y la cuprita.

En el área de la mina las rocas predominantes son volcánicas e hipabisales de composición andesítica pertenecientes al Complejo Bella Unión (Cretáceo medio), también se presentan rocas intrusivas de composición diorítica y monzonitas de grano medio a fino.

Sobre yaciendo a las rocas del Complejo Bella Unión se encuentra la formación Moquegua con tobas dacíticas-riolíticas de la formación Huaylillas (Terciario superior). Al sur de las concesiones afloran rocas sedimentarias de la Formación Millo (Terciario superior), estas rocas cubren a las rocas del Complejo Bella Unión, que son las que hospedan a la mineralización.

3.9. MODELO GEOMECANICO:

Una valoración subterránea del estudio de mecánica de rocas fue desarrollada para proveer una dirección en el diseño de minado y establecer el tipo de sostenimiento.

Las fuentes de datos de mecánica de rocas que se obtuvieron, tratan de establecer la dirección del diseño del tajo, tipo de sostenimiento y se basa en los siguientes elementos:

- Mapeo Geológico de los niveles.
- Clasificación de la masa rocosa.
- Datos geomecánicos: RQD, tipo de roca, discontinuidades, espaciamentos de discontinuidades, rellenos, etc.
- Análisis de testigos.
- Presencia de agua.
- Descripción geológica.

3.9.1. Clasificación del macizo rocoso.

La clasificación del macizo rocoso es una herramienta útil para describir y formar categorías de diferentes tipos de roca con el objeto de evaluar los requisitos de estabilidad y del sostenimiento en excavaciones subterráneas.

Los dos sistemas de clasificaciones más comunes para las aplicaciones son el GSI Modificado y RMR.

Actualmente en mina Españolita se utiliza el índice geomecánico desarrollado por Bieniawski (1973), cuyo cálculo establece la evaluación masiva (RMR), basada en los siguientes parámetros:

- La resistencia uniaxial de la roca intacta.
- La designación de la calidad de la roca (RQD).
- Espaciamiento de discontinuidades.
- Condición de las discontinuidades.
- Condiciones de agua subterránea.

Los promedios son aplicados para cada parámetro basado en las condiciones de las que se encontró durante el mapeo. Una evaluación global es obtenida añadiendo los promedios individuales para cada uno de los cinco parámetros. La evaluación global esta entonces ajustada para dar explicación sobre orientación unida con relación a la excavación. Se presenta el formato de mapeo geomecánico.

Con esta tabla determinamos el tipo de roca en una determinada labor minera, y en función del puntaje acumulado en los diferentes ítems se aplica la tabla geomecánica que se puede observar en el siguiente cuadro:

Para el uso correcto de esta cartilla geomecánica se define los siguientes conceptos, los cuales son aplicables a todas las labores mineras según corresponda; labores de avance (ex, gl, vent, by pass) o labores de explotación (tajos, s/n), en las 02 vetas en operación en la mina Españolita:

Ancho promedio.- Es el ancho de la labor recomendable para poder evitar inestabilidad en las labores mineras.

Auto-soporte.- Es el tiempo que puede permanecer determinada labor sin el efecto requerido por parte de algún elemento de sostenimiento.

Luz máxima de auto-soporte horizontal “Span”.- Es la distancia horizontal existente entre el último elemento de sostenimiento instalado o natural y el tope de la labor.

Luz máxima de auto-soporte vertical “Span vertical”.- Es la distancia vertical existente entre el último elemento de sostenimiento instalado o natural y el tope de la labor.

En mina Españolita se tiene básicamente labores con roca tipo I, II, IIIA y IIIB. Eventualmente y bajo la influencia de aspectos externos (principalmente el efecto de agua de perforación proveniente de niveles superiores) se podrían tener labores con roca tipo IV

Roca Tipo I. (RMR: 81-100)

En el caso de la roca tipo I, de calidad muy buena cuya característica principal es la presencia de roca muy dura con muy pocas discontinuidades, no requiere el uso de sostenimiento al menos durante un año en las labores de avance y 25 días en las labores de explotación, en cuanto se cumpla con el diseño del ancho y la altura de la labor mostrados en la cartilla geomecánica; luego del tiempo de auto-soporte nominal se procederá a reevaluar la zonas correspondientes a las labores de avance, mientras que las labores de explotación pasan al siguiente corte a lo mucho en una semana, antes que se cumpla el tiempo de auto-soporte nominal de 25 días.

Roca Tipo II. (RMR: 61-80)

Para la roca tipo II, de calidad buena, con presencia de roca dura, pocas discontinuidades y ligeramente alterada se tiene un tiempo de auto-soporte entre 06 meses a un año para labores de avance y de 04 días en las labores de explotación, luego de este tiempo se contempla la siguiente medida de control a nivel de sostenimiento:

Labores de avance:

- Temporales: Se usa Split set esporádicos de 05 pies de longitud.
- Permanentes: Se usa pernos helicoidales esporádicos de 05 pies de longitud.

Labores de explotación:

Se usa puntales de seguridad de manera puntual, donde a criterio del personal involucrado sea conveniente.

Roca Tipo NIA. (RMR: 51-60)

Este tipo de roca de calidad regular se caracteriza por una dureza media de la roca con regular cantidad de discontinuidades y ligeramente alterada. El tiempo de auto- soporte es de 01 a 03 meses para las labores de avance y de 02 días para las labores de explotación, se deberá antes de cumplirse dicho tiempo de auto-soporte colocar el sostenimiento de la siguiente manera:

Labores de avance:

- Temporales: uso de Split set de 05 pies de longitud con distribución sistemática, espaciado de 1.6 m.
- Permanentes: uso de pernos helicoidales de 05 pies de longitud con distribución sistemática, espaciado de 1.6 m.

Labores de explotación:

Se usa puntales de seguridad sistemáticos, espaciados a 1.5 m.

Tipo de roca IIIB. (RMR: 41-50)

De calidad regular se caracteriza por tener roca moderadamente suave, regular presencia de discontinuidades y ligeramente alterada. El sostenimiento dentro del tiempo de auto-soporte establecido, sigue el mismo procedimiento que para el tipo de roca 111A, adicionándole el colocado de mallas electro soldadas, para las labores de avance (ver ANEXO 03); mientras que para las labores de explotación se reduce el espacio entre puntales de seguridad a 1.20 m.

Tipo de roca IV. (RMR: 21-40)

Este tipo corresponde a macizo rocoso de calidad mala y se mantendrá estable en las paredes de la excavación por un periodo de tiempo muy corto; en consecuencia, se requiere instalación inmediata de elementos de sostenimiento, tanto en los hastiales y bóveda de la siguiente manera:

Labores de avance: Cuadros de madera espaciados a 1.5 m.

Labores de explotación: Cuadros de madera distanciados a 1.3 m; es importante el uso de guarda-cabeza conforme se avanza.

A continuación se muestra una aplicación de la cartilla geomecánica en una de las galerías principales en la veta Portuguesa (Gal 1); de esta manera se tienen usos de dicha cartilla en las diversas labores de mina Esperanza, obteniendo de esta manera la zonificación del macizo rocoso.

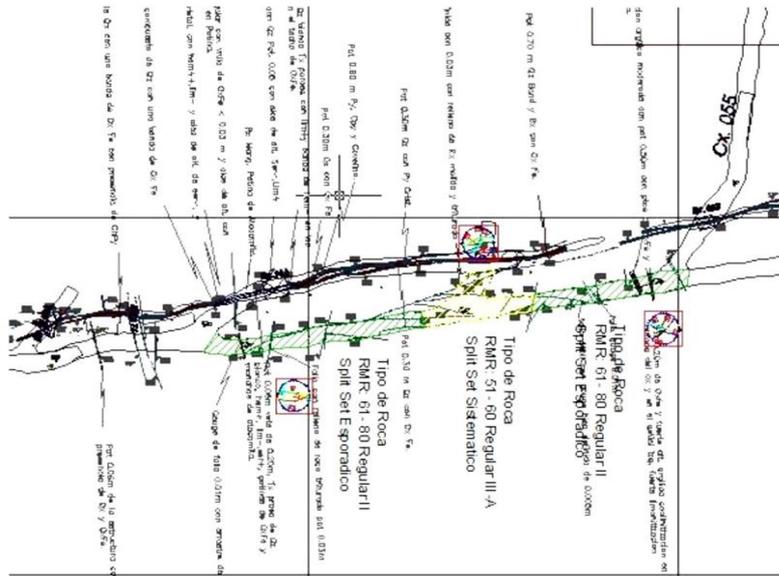


Figura 6 Zonificación del Macizo rocoso
Fuente: Geomecánica – Mina Española

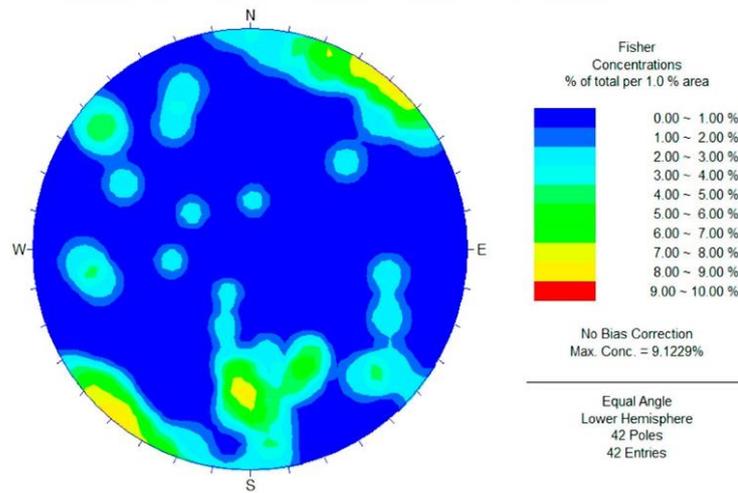


Figura 7 Diagrama estereografico compuesto de contornos
Fuente: Geomecánica – Mina Española

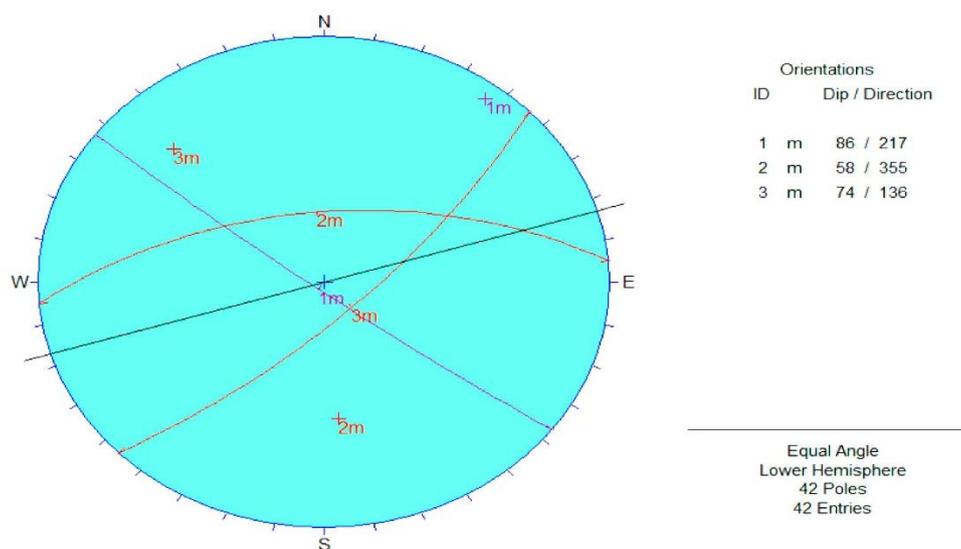


Figura 8 Diagrama estereográfico compuesto de círculos máximos

Fuente: Geomecánica – Mina Española

Como se puede apreciar en estos resultados, están marcadamente bien definidos tres sistemas típicos de discontinuidades estructurales:

Sistema 1.- Es el más importante y dominante, conformado principalmente por diaclasas y fallas tiene dirección de buzamiento promedio de 212° y buzamiento promedio de 80° . Expresado en rumbo y buzamiento: $N53^\circ W$ y $86^\circ SW$.

Sistema 2.- Sigue en importancia, conformado mayormente por diaclasas y en menor grado por fallas. Tiene dirección de buzamiento promedio de 351° y buzamiento promedio de 55° . Expresado en rumbo y buzamiento: $N83^\circ E$ y $55^\circ NW$.

Sistema 3.- El menos importante, conformado principalmente por pseudo estratos y en mínimo grado por diaclasas y otros tipos de discontinuidades. Tiene dirección de buzamiento promedio de 126° y buzamiento promedio de 73° . Expresado en rumbo y buzamiento: $N42^\circ E$ y $64^\circ SW$.

Se aprecia también que la dirección de la excavación sigue un rumbo aproximado de $N62^\circ E$.

3.9.2. Dirección preferencial del avance de la excavación.

Al estar ubicada la zona de evaluación a profundidades medianas, es importante considerar que el comportamiento de la masa rocosa estará condicionado por su arreglo estructural.

En tales condiciones será relevante analizar la estabilidad de las excavaciones, controlada por el debilitamiento estructural de la masa rocosa circundante.

De acuerdo al arreglo estructural que presenta la masa rocosa, existen direcciones preferenciales a las cuales en lo posible debe estar alineado el avance de las excavaciones, para lograr mejores condiciones de estabilidad de las mismas. Las condiciones más favorables para la estabilidad, ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales, de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad ocurren, cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela a las estructuras principales.

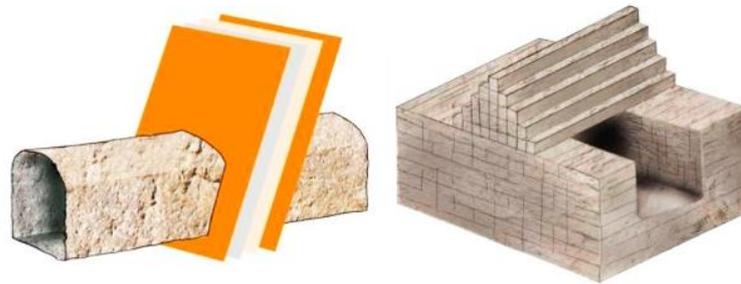


Figura 9 Condiciones favorables para la estabilidad de la excavación

Fuente: Manual de geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea - (SNMPE)

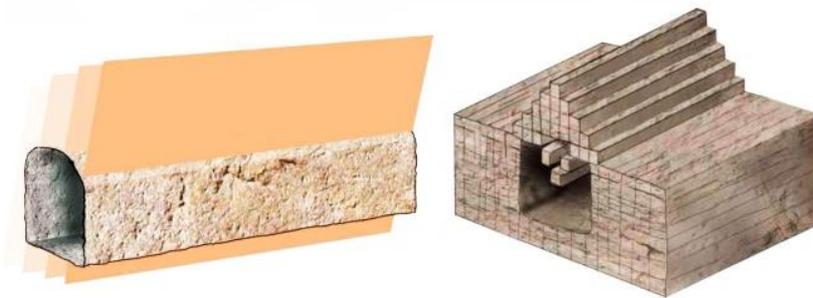


Figura 10 Condiciones desfavorables para la estabilidad de la excavación

Fuente: Manual de geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea - (SNMPE)

3.10. SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION:

Aplicando la metodología de Nicholas para la selección del método de minado que toma en cuenta la geometría del yacimiento, distribución de leyes y la calidad de la roca se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 6*Criterios para la selección del método de explotación*

METODO EXPLORACION	YACIMIENTO	MINERAL	CAJA TECHO	CAJA PISO	TOTAL
Block Caving	-45	6	4.8	3.42	-30.78
Sublevel Stopping	7	3.75	3	1.14	14.89
Sublevel Caving	-44	5.25	4.8	1.9	-32.05
Longwall Mining	-94	6	4.8	3.04	-80.16
Room and Pillar	9	4.5	3.6	2.28	19.38
Shrinkage Stopping	7	4.5	4.8	3.04	19.34
Cut and Fill Stopping	13	6	4.8	3.8	27.60
Top Slicing	-47	4.5	4.2	3.04	-35.26

Fuente: Geomecánica - mina Española

Como se muestra en el gráfico anterior, los métodos de explotación tentativos son los que arrojan los valores más altos:

- Room and Pilar (Cámaras y Pilares)
- Shirinkage Stopping
- Cut and Fill Stopping (Corte y Relleno Ascendente)

Room and Pilar (Cámaras y pilares)**Desventajas:**

El yacimiento presenta una mineralización muy irregular tanto en su longitud como en su potencia; de esta manera no se podría obtener una geometría favorable para la correcta planificación de este método.

Shirinkage Stopping**Desventajas:**

Dilución de la ley; el Shirinkage implica, por lo general, una dilución de la ley debido a que durante la fase del vaciado del caserón se mezclan corrientemente zonas de estériles que se derrumban de las paredes. Es frecuente que al final de la fase de vaciado sea necesario desechar capas de mineral de ley demasiado baja, disminuyendo aún más la recuperación del yacimiento.

Cut and Fill Stopping (Corte y Relleno Ascendente)**Ventajas:**

La recuperación es cercana al 100%.

Es altamente selectivo, lo que significa que se puede trabajar con secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar; contexto que se suele presentar en yacimientos de vetas angostas.

Por tanto; el método de explotación a llevar a cabo en las operaciones de mina Esperanza es el de Cut and Fill Stopping (Corte y Relleno Ascendente); se detalla en el siguiente capítulo.

El relleno requerido para este método de explotación se obtiene en interior mina de tres maneras:

Proveniente de la ampliación de las cajas en las labores de explotación, mayormente de caja piso.

En algunas labores de explotación se hacen ventanas inclinadas (45°), posteriormente se amplía dicha ventana dejando un puente de aproximadamente 02 m, con la finalidad de obtener desmonte (hueco de perro).

En las labores de explotación que tienen accesibilidad a niveles superiores se emplea el material estéril que es producto de las exploraciones en la mina.

3.11. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS EN OPERACION MINA:

- a) **EXPLORACION:** En esta etapa se realizarán labores horizontales y verticales (cortadas, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo, así mismo de ejecutar cámaras diamantinas de donde se realizarán taladros diamantinos que confirmarán o descartaran la presencia de vetas en las proyecciones dadas las labores de exploración.
- b) **DESARROLLO:** Luego que las cortadas llegan a su objetivo (vetas) se realizan labores horizontales o verticales (galerías, chimeneas) siguiendo la estructura de la veta y que permiten su reconocimiento y la confirmación de leyes y potencias a lo largo de su recorrido, estas labores permiten la cubicación de reservas minerales.
- c) **PREPARACION:** En esta etapa, realizada después o en forma paralela al desarrollo se realizan labores horizontales o verticales (chimeneas, subniveles)

que permiten la preparación de blocks de mineral que conformarán las zonas de explotación profundas.

- d) **EXPLOTACION:** Es la etapa final en que se extrae en forma sistemática el recurso mineral preparado y cubicado en las zonas de trabajo llamadas “Tajos”.

3.12. TIPOS DE LABORES MINERAS:

3.12.1. Cortadas y galerías

Son labores horizontales de 2.1 m x 2.4 metros de sección realizadas principalmente con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo. Se realizan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Jack leg.
- Limpieza con palas neumáticas Eimco 12B.
- Extracción con locomotoras de 1.5 TM y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 02, 04, 06, y 08 pies y su malla de perforación consta de 30 a 37 taladros dependiendo del tipo de roca.

Voladura: El explosivo tipo pulverulenta Semexa 45%, 65% y 80%, y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo carmex, armadas con fulminante de guía blanca.

Limpieza: Se utiliza las palas neumáticas que cargan a los carros mineros uno a uno, los carros son empujados hacia un cambio de vía cauvil, para luego ser jalados con la locomotora.

Sostenimiento: El sostenimiento se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de la labor, los principales elementos de sostenimiento son: la madera, pernos helicoidales y pernos helicoidales con malla.

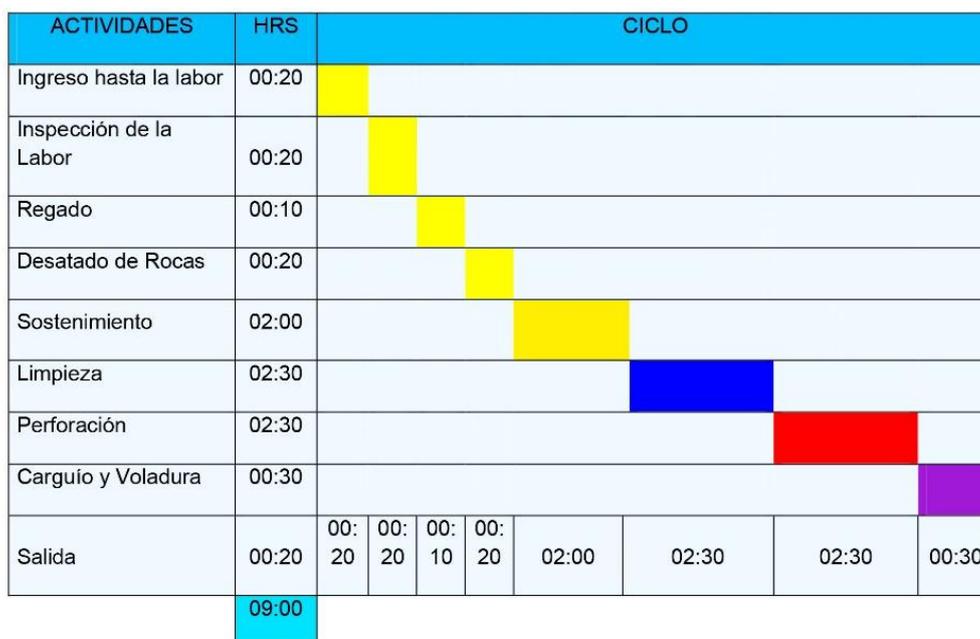


Figura 11 Ciclo de trabajo en Cortadas y galerías
Fuente: Ingeniería – mina Españolita

3.12.2. Chimeneas.

Son labores verticales y/o inclinadas de doble compartimiento de 2.4 m x 1.2 m de sección y de chimeneas simples de 1.2 m x 1.2 m. de sección, estas labores se realizan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Stoper.
- Extracción con locomotoras de 1.5 TM y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

Perforación: Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 02, 04, y 06 pies y su malla de perforación consta de 18 a 26 taladros para chimeneas de doble compartimiento y de 12 a 18 taladros para chimeneas simples como también es dependiendo del tipo de roca.

Voladura: El explosivo tipo pulverulenta Semexa 45%, 65% y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo carmex.

Limpieza: La limpieza del tope de la chimenea se realiza por gravedad, la carga limpiada es almacenada en la tolva que se construye al inicio de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 con la locomotora. **Sostenimiento:** El sostenimiento se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de la labor, como principal elemento de sostenimiento usamos cuadros de madera y puntales de avance y las chimeneas de doble

compartimiento son forradas con tablas para separar el camino del echadero de mineral y/o desmante.

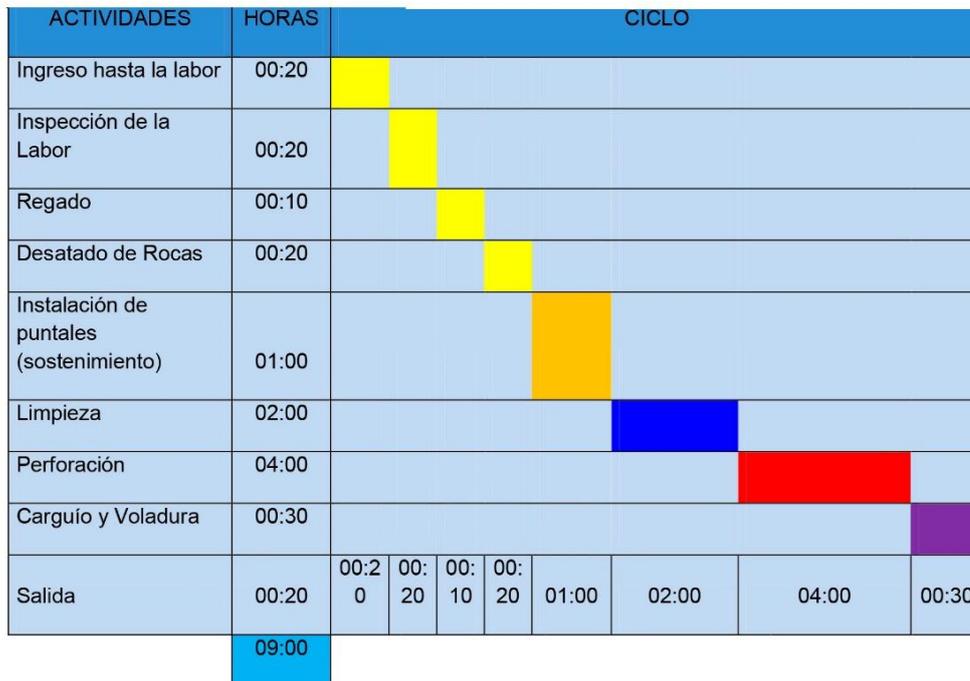


Figura 12 Ciclo de trabajo en chimenea
Fuente: Ingeniería – mina Españolita.

3.12.3. Subniveles.

Son labores horizontales de 1.2 m x 1.8 m de sección, realizadas durante la etapa de preparación a partir de una chimenea sobre el nivel principal y sirven para delimitar el inicio del área de explotación, estas labores se trabajan en forma convencional con equipos como:

- Perforadoras tipo Jack leg.
- Carretilla tipo “Buggy”.
- Extracción con locomotoras de 1.5 TM y carros mineros U-35.

El ciclo de trabajo está compuesto por las siguientes etapas:

- **Perforación:** Se realiza con perforadoras Jack leg con barrenos de 02, 04, y 06 pies y su malla de perforación consta de 14 a 21 taladros esto dependiendo del tipo de roca.
- **Voladura:** El explosivo tipo pulverulenta Semexa 45%, 65% y como accesorios de voladura se utiliza el explosivo tipo carmex.

- **Limpieza:** La limpieza se realiza a pulso con carretillas tipo “buggy”, llevando la carga del subnivel hacia la tolva de la chimenea, para luego ser jalados en carros mineros U-35 con la locomotora.
- **Sostenimiento:** Generalmente por las dimensiones de la sección, no se efectúa sostenimiento; en caso requiera, de acuerdo a las características geomecánicas de la labor, se utilizará cuadros de madera y/o puntales.

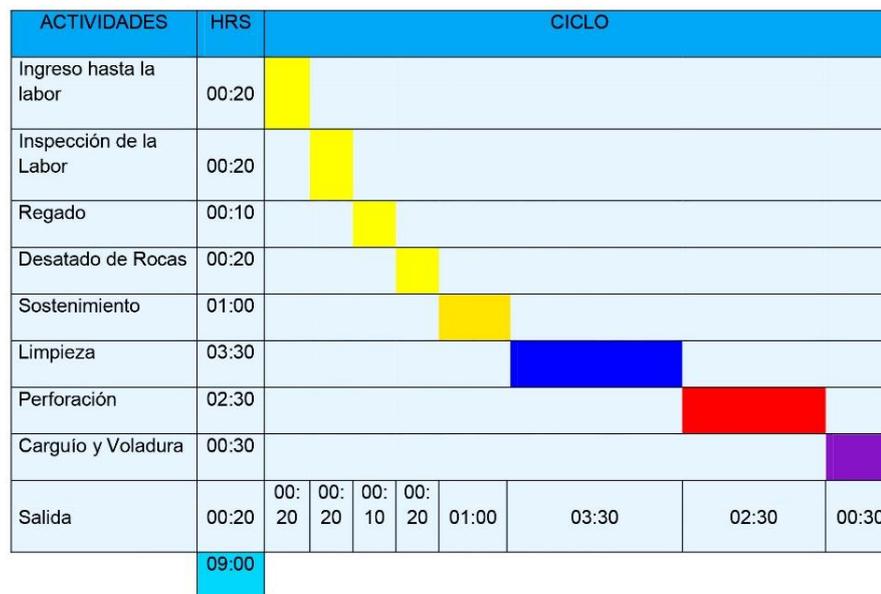


Figura 13 Ciclo de trabajo en sub niveles

Fuente: Ingeniería – mina Españolita

3.12.4. Tajos (Método de explotación Corte y Relleno Ascendente).

El método de explotación empleado es de Corte y Relleno Ascendente (Over Cut and Fill), el cual garantiza una adecuada recuperación, estabilidad y selectividad del mineral. Todos los trabajos se realizan convencionalmente.

Para los casos de vetas muy angostas e irregulares en potencia y mineralización se emplea el Circado como un sub-método de explotación, que tiene la particularidad de ser muy selectivo. El método consiste en disparar solamente la caja, luego se tiende este material como relleno posteriormente se dispara mineral puro.

Las labores donde se realizan la explotación de mineral están compuestas por uno o más blocks, las dimensiones del block son en promedio de 30 m (longitud) x 50 m (altura). La explotación se realiza en forma convencional y los equipos a utilizar son:

- Perforadoras tipo Jack leg y/o Stoper.
- Carretilla tipo “Buggy”.
- Winches de 10 HP y rastras de 18” de ancho y capacidad de 4.5 pies³. Extracción con locomotoras de 1.5 TM y carros mineros U-35.

El ciclo de minado consiste en:

Perforación: La perforación se realiza con máquinas perforadoras neumáticas tipo Jack Leg y Stoper con barreros cónicos de 02, 04, y 06 pies de longitud y brocas de 38 mm. de diámetro, malla de perforación tipo hilera y zigzag, con burden de 0.25 m a 0.30 m y espaciamiento de 0.30 m.

Voladura: Se realiza voladura controlada con explosivos tipo pulverulenta como el Exadit de 45%, Semexa 45% para terrenos muy suaves y explosivos tipo pulverulenta Semexa 65%, para rocas duras y como accesorios utilizamos las armadas con fulminante, mecha lenta, carmex y pentacord.

Sostenimiento: Cuando las cajas se encuentren fracturadas o inestables se utiliza un sostenimiento temporal con puntales de seguridad y dejando pilares que luego son recuperados, si las características geomecánicas de la labor lo requieren se utilizan cuadros de madera y pernos Split set, esto permite al trabajador realizar su tarea en forma segura durante la limpieza del mineral y luego del cual se procede al relleno respectivo del tajo que constituye el sostenimiento definitivo.

Limpieza de mineral: La limpieza de mineral en los tajos de explotación se realiza mediante dos métodos; uno con carretillas tipo buggy, el otro con winches de arrastre de 10 HP con rastras de 18” de ancho y capacidad de 4.5 pies³. Este mineral es depositado en las tolvas de madera instalados en los extremos de cada tajo.

Trasporte: El transporte del mineral, una vez descargados de las tolvas a los carros mineros U-35, se lleva a cabo con locomotora de batería de 1.5 TN hasta el echadero de mineral, para luego ser extraído mediante winches de izaje por inclinados hasta superficie. Relleno: Luego de realizar el corte de la veta y la limpieza de mineral, se procede al descaje del tajo, con la finalidad de dar el ancho ergonómico para el perforista, se continua con acomodar el material encajonante volado sobre el piso de trabajo (“pampillado”) dejando una altura aproximada de 2.30 m del piso al techo de la labor, hasta formar un

piso que permita realizar la perforación del siguiente corte. Se utiliza también como relleno el desmote producido en las labores mineras de exploración y desarrollo en los niveles superiores.

El espacio dejado por la extracción de mineral es relleno con desmote producido en las labores mineras de exploraciones y desarrollo, permitiendo reciclar el material estéril en el interior de la mina. También se utiliza como relleno la rotura de corona pobre.

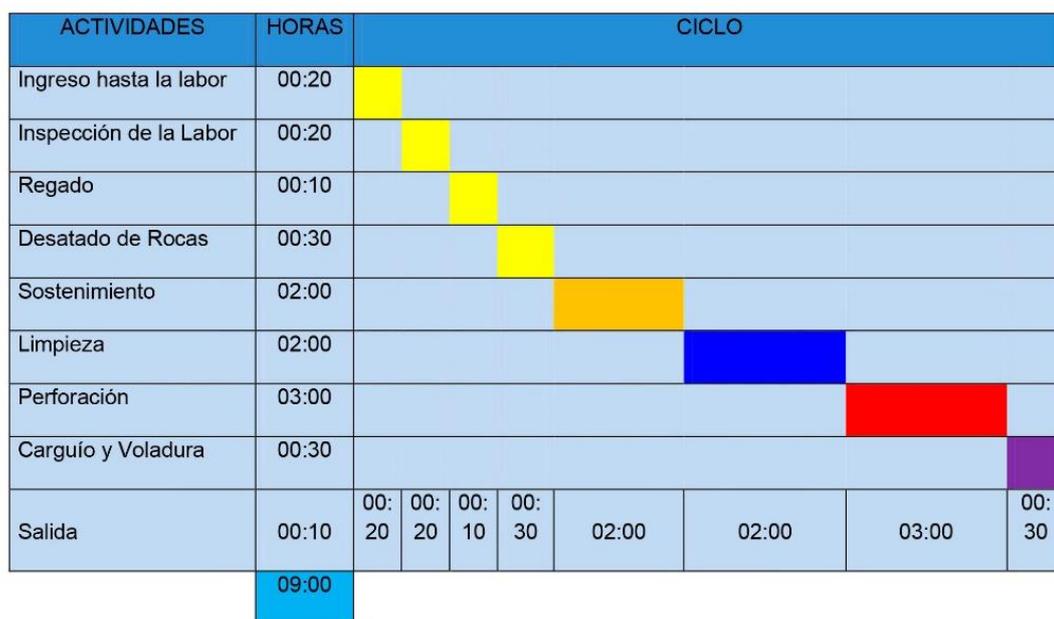


Figura 14 Ciclo de trabajo en tajos
Fuente: Ingeniería – mina Españolita

Actualmente la capacidad de producción de cada tajo varía dependiendo de la zona de trabajo en la que se estime:

Zona Portuguesa: Cada tajo aporta aproximadamente 160 toneladas de mineral al mes, se requieren 07 tajos para cubrir el tonelaje planteado.

Zona Madrileña: El aporte de cada tajo es de aproximadamente 330 toneladas de mineral al mes, se requieren 07 tajos para cubrir el tonelaje planteado en la unidad, 200 toneladas de mineral al mes por tajo. Se busca tener 07 tajos de producción continua para cumplir con el actual proyecto.

En total se necesitan 14 tajos, distribuidos entre las tres zonas de producción.

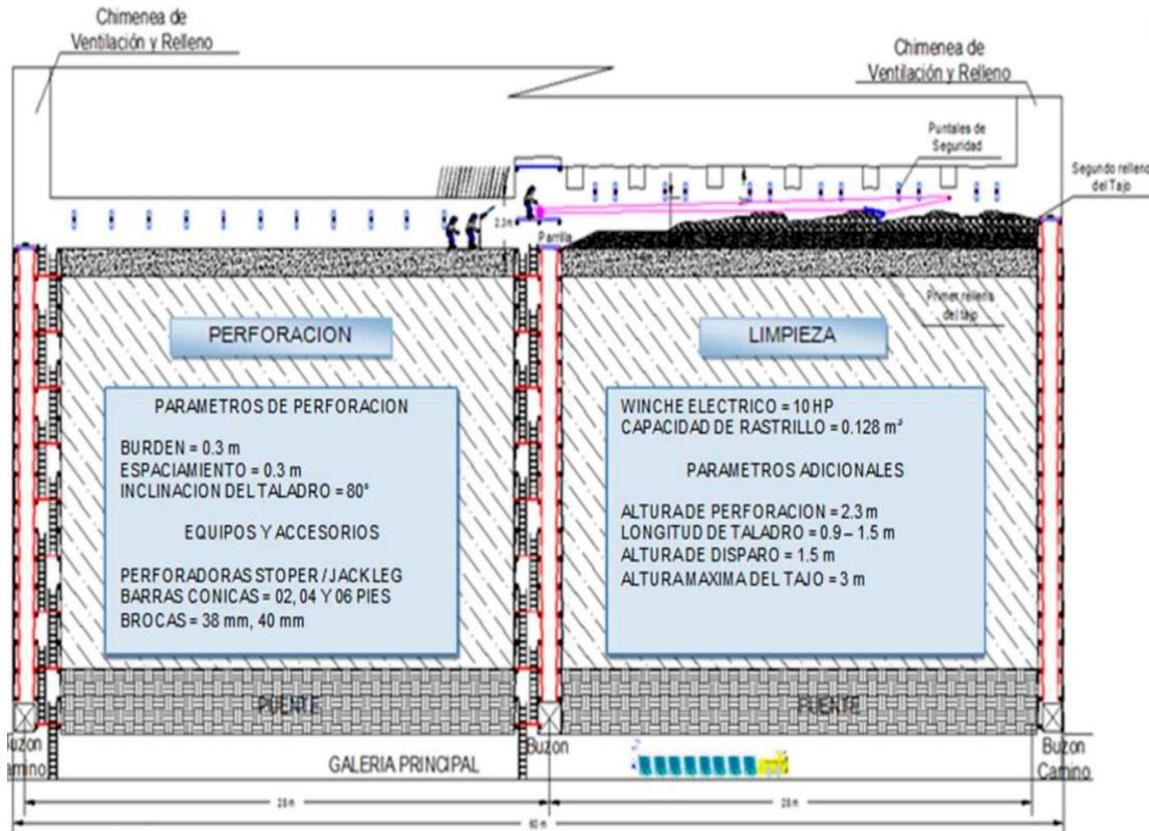


Figura 15 Corte y relleno ascendente convencional "Over Cut and Fill"

Fuente: Ingeniería – mina Española

3.13. DISEÑO DE VENTILACION:

Tener un ambiente laboral agradable con buenos estándares en ventilación es de suma importancia para llevar a cabo trabajos en este tipo de minería, es por ello que el diseño del laboreo minero considera la ejecución de chimeneas cada 60 metros con la finalidad de tener un flujo adecuado de aire natural. El diseño del sistema de ventilación estará calculado de acuerdo a la cantidad de trabajadores que desarrollaran las actividades para permitir un flujo adecuado de aire al interior de la mina.

3.13.1. Ventilación de galerías y cruceros.

Siendo las galerías y cruceros labores ciegas y confinadas, se cuenta con 02 ventiladores eléctricos de 20, 000 CFM, 03 ventiladores de 10, 000 CFM y 05 ventiladores de 5, 000 CFM, que permiten insuflar aire fresco a los frentes con mangas de 24" y 18" de diámetro hasta 300 metros sin mayores problemas, que a su vez permiten ejecutar las chimeneas en un tiempo perentorio.

3.13.2. Ventilación de chimeneas.

Siendo las chimeneas labores ciegas y con mayor nivel de riesgo por la acumulación de monóxido en el tope de la chimenea, MTP cumple con lo dispuesto en DS 055-2010 EM, disponiendo ventilación forzada con aire comprimido a través de una línea auxiliar de ventilación (tercera línea), con aire permanente durante las 24 horas del día que garantiza el desarrollo del ciclo completo.

3.13.3. Ventilación de tajos de explotación.

El diseño de las chimeneas cada 60 metros tiene tres objetivos básicos: exploración vertical, ventilación de labores y servicios (camino, tuberías, etc.).

Para mantener un buen circuito de ventilación natural en los tajos se tiene establecido la explotación de una batería de tajos en forma simultánea de modo que permita mantener la conexión entre los 03 tajos que existen entre las chimeneas de ventilación. A continuación se presenta un esquema de ventilación; se puede apreciar el diseño de las chimeneas y el flujo del aire natural que permite un sistema de ventilación natural en las labores de explotación y ventilación forzada (mecánica) en las labores ciegas.

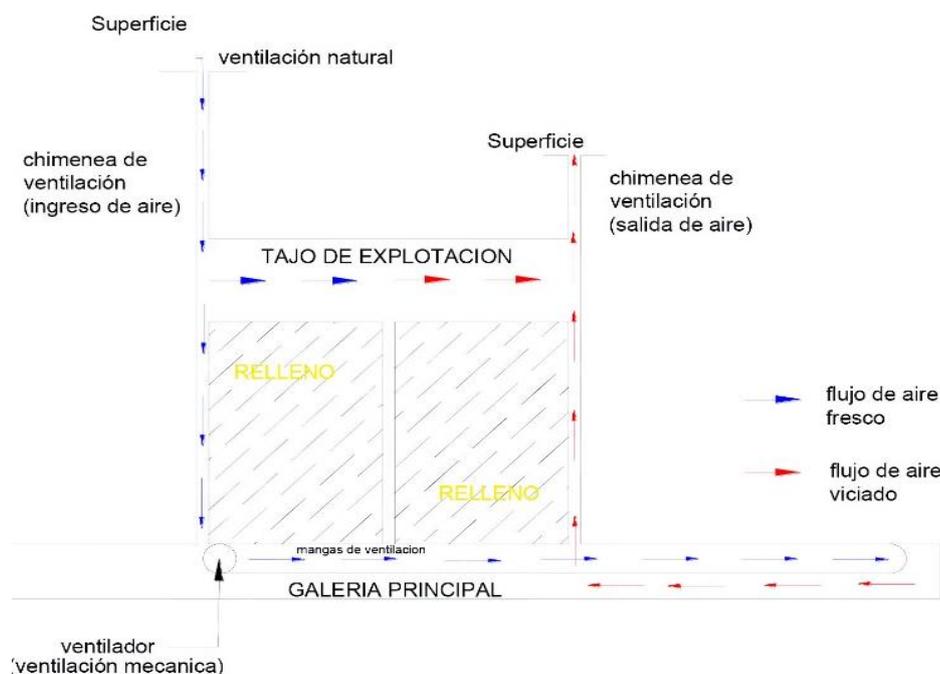


Figura 16 Esquema de ventilación de la mina Españolita.

Fuente: El tesista

Mina Españolita

REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO EN INTERIOR MINA

ZONA AURORA

Tabla 6

Requerimiento de aire fresco en la zona Portuguesa

I. Cantidad de personal que ingresa a mina por turno			
	AREA	N° TRABAJ.	
	Operación Mina	30	
	Geología	6	
	Ingeniería	7	
	Seguridad	2	
	Maestranza	2	
	Electricistas	2	
	Servicios mina	5	
	TOTAL PERSONAL POR TURNO	54	
II. Requerimiento de aire fresco en mina para la ventilación			
	N° Trabajadores / Guardia	Unid.	54
	Área promedio de labores de mina	m ²	4.2
	Numero de niveles a trabajar	Unid.	3
	velocidad mínima (Anfo)	m/min	25
	CAUDAL PARA PERSONAL A 2000 m.s.n.m	m ³ / min	CFM
	$Q1 = n * 4$	216	7,628
	TOTAL CAUDAL REQUERIDO	m3 / min	CFM
		531	18,752
III. Balance de aire para ventilar la mina			
	INGRESO AIRE FRESCO POR BOCAMINA	m3 / min	CFM
	AIRE REQUERIDO	653	23,070
	BALANCE	531	18,752
	% COBERTURA	122	

Fuente: Ingeniería - mina Españolita

MTP

Mina Españolita

REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO EN INTERIOR MINA

Tabla 7

Requerimiento de aire fresco en la mina Españolita.

ZONA GISELA			
I.- Cantidad de personal que ingresa a mina por turno			
	AREA	Nº TRABAJ.	
	Operación Mina	18	
	Geología	2	
	Ingeniería	3	
	Seguridad	2	
	Maestranza	2	
	Electricistas	1	
	Servicios mina	2	
	TOTAL PERSONAL POR TURNO	30	
II.- Requerimiento de aire fresco en mina para la ventilación			
1.-	Nº Trabajadores / Guardia	Unid.	30
2.-	Area promedio de labores de mina	m ²	4.2
3.-	Numero de niveles a trabajar	Unid.	1
4.-	velocidad minima (Anfo)	m/min	25
1.-	CAUDAL PARA PERSONAL A 2,000 msnm	m ³ / min	CFM
	$Q_1 = n * 4$	120	4,237.76
2.-	CAUDAL PARA DILUIR CONTAMINANTE DE VOLADURA	m ³ / min	CFM
	$Q_2 = V * AP * N^{\circ}$ Niveles	105	3,708.04
3.-	TOTAL CAUDAL REQUERIDO	m ³ / min	CFM
		225	7,945.81
III.- Balance de aire para ventilar la mina			
		m ³ / min	CFM
	INGRESO AIRE FRESCO POR BOCAMINA	291	10,294
	AIRE REQUERIDO	225	7,946
	BALANCE	66	2,348
	% COBERTURA	130%	

Fuente: Ingeniería - mina Españolita

3.14. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares son actividades tan importantes que hacen posible que se lleven a cabo con normalidad las operaciones de producción minera. En el caso específico de la unidad minera Españolita de Caravelí están considerados los siguientes:

Tabla 7

Consumo de aire comprimido (CFM)

Máquinas perforadoras	1,872.00 CFM
Palas neumáticas	972.00 CFM
TOTAL	2,844.00 CFM
CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (kw)	
Alumbrado público y viviendas	60 Kw
Compresoras	60 Kw
Winches eléctricos	215 Kw
Ventiladores	50 Kw
Otros	20 Kw
TOTAL	405 Kw
COSUMO DE AGUA (m³)	
Máquinas perforadoras	5.28 m ³
Consumo humano	4.7 m ³
Otros servicios	0.5 m ³
TOTAL	10.48 m³

Fuente: El tesista.

3.15. DESCRIPCION DE EQUIPOS:

3.15.1. Palas neumáticas.

Las palas neumáticas son equipos que trabajan con aire comprimido a una presión aproximada de 90 Psi, las palas en general constan de tres unidades principales: la parte inferior, la parte del puente giratorio llamado también torna mesa y la parte superior o parte frontal. Estos equipos son utilizados para el carguío de mineral y desmonte a los carros mineros U35.

En la unidad minera se cuenta con siete palas de las cuales seis son EIMCO 12B y una ATLAS COPCO LM36.

3.15.2. Locomotoras.

Las locomotoras son equipos accionados por un motor eléctrico el cual es alimentado por una batería en corriente continua a una tensión de 48 o 76 VCC, la función de estos equipos es de remolcar carros U35 los cuales están cargados de mineral o desmonte, evacuando desmonte de las galerías y mineral de los buzones de los tajos a los buzones principales.

En la unidad minera se cuenta con 03 locomotoras de 1.5 Ton y 02 locomotoras de 2.5 Ton, ambas en modelo GOODMAN.

3.15.3. Winches de izaje.

Equipos accionados por motor eléctrico de anillos rozantes, el cual es alimentado por una red de energía en 440 VAC y accionado por un tablero de arranque; estos equipos constan de un tambor, en el cual se enrolla cable acerado y que esta acoplado a una caja de transmisión, es movido por un motor eléctrico, su función es de izar mineral o desmonte de los principales buzones en baldes de izaje o carros mineros U35 desde interior mina hasta superficie.

En la unidad minera se cuenta con 02 winches de izaje de 125 HP, 01 winche de 50 HP, 01 winche de 60 Hp, 02 winches de 30 Hp y 01 winche de 20 Hp.

3.15.4. Winches de arrastre.

Equipos mecánicos accionados por un motor eléctrico de 10 HP los cuales se utilizan para jalar relleno o mineral en los tajos con una rastra de 18”.

En la unidad minera se cuenta con 09 winches de arrastre de 10 HP, ubicados en los diversos tajos.

3.15.5. Grupos electrógenos.

Equipos accionados por motor diesel, el cual mueve los generadores de energía y son alimentados por petróleo.

En la unidad minera se cuenta con 04 grupos electrógenos de diversas potencias que se utilizan según la demanda de energía requerida por la mina; a continuación se detallan:

- Grupo electrógeno WILSON P220HE2 que genera 220 KW a 440V.
- Grupo electrógeno VOLVO PENTA MLS250 que genera 230 KW a 440 v.
- Grupo electrógeno MODASA MP82 que genera 72 KW a 440V.
- Grupo electrógeno MODASA MP45 que genera 37 KW a 440V.

3.15.6. Compresoras.

Equipos accionados por motor diesel, acoplados a un compresor de tornillo, los cuales son alimentados por petróleo.

Estos equipos proporcionan aire comprimido y se conectan por medio de tuberías a un pulmón, del cual se distribuye por medio de tuberías de polietileno a las diferentes zonas de operación donde se utilizan para accionar las máquinas perforadoras y palas neumáticas.

En la unidad minera se cuenta con 04 compresoras diesel y 01 compresora eléctrica de diversas capacidades que se utilizan según la demanda de aire comprimido en la mina; a continuación se detallan los equipos:

- Compresora ATLAS COPCO XAMS 1050 CD de 1050 CFM.
- Compresora INGERSOLL RAND XP 750 DE 750 CFM.
- Compresora eléctrica ATLAS COPCO GA90 de 500 CFM.
- Compresora INGERSOLL RAND 375 de 375 CFM.
- Compresora INGERSOLL RAND 260 de 260 CFM.

3.15.7. Ventiladores.

Los ventiladores son accionados por un motor eléctrico de jaula de ardilla, que mueve alabes, los cuales proporcionan una ventilación forzada.

Los ventiladores son utilizados para ventilar tanto las labores de avance como las labores de explotación y disipar los gases producto de los disparos.

En la unidad minera se cuenta con 11 ventiladores de diferentes capacidades, los cuales se detallan a continuación:

- Ventiladores de 5, 000 CFM/3500 RPM de 440V -10 HP.
- Ventiladores de 10, 000 CFM/3500 RPM de 440V - 30 HP.
- Ventiladores de 20, 000 CFM/3500 RPM de 440V - 15 HP.

3.16. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.16.1. Hipótesis General

La elaboración de los modelos geológicos y geotécnicos índice directamente en el diseño de las labores de desarrollo, preparación y planificación de la profundización de la mina Espoñolita Caraveli – Arequipa.

3.16.2. Hipostasis específica

- La elaboración del modelo geológico considerando, alteraciones, zonas de mineralización, leyes y volúmenes contribuyen a las actividades de desarrollo y preparación de la profundización de la mina Espoñolita Caraveli – Arequipa.
- La determinación del modelo geomecánico considerando el aspecto estructural, características y profundidad mejoran la perspectiva de diseño y planificación de la mina Espoñolita Caraveli – Arequipa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planta Belén, ubicada en Chala y propiedad de la misma empresa cuenta con una capacidad instalada y autorizada para tratar 6, 000 toneladas de mineral al mes. La mina Españolita de Caravelí aporta 4, 500 Ton/mes actualmente, el resto de la capacidad es cubierta por mineral proveniente de otras operaciones mineras (mineral de acopio).

Se plantea elaborar un planeamiento minero a un año y medio, basado en las reservas disponibles; tomando en cuenta la entrada en operación de la veta Portuguesa en la zona Superior y continuando con los siguientes aspectos; programa de avance lineal: Exploración, desarrollo y preparación; programa de producción: Por zonas/vetas y resumen de leyes. De esta manera lo que se busca es usar la capacidad total de la planta Belén con mineral propio, proveniente de mina Españolita, aprovechando que se tiene varias vetas por explotar. Es conveniente buscar nuevos proyectos de expansión a nivel de la mina y de la planta a fin de optimizar los recursos de la empresa y aprovechar su elevado valor actual (Au).

Las exploraciones; expresadas en metros de avance, no tendrán cambios muy bruscos a lo largo de este año y medio, debido a la fuerte inversión que significaría buscar un horizonte mayor de reservas de Mena.

En cuanto a desarrollo y preparación se tendrá un ligero incremento paulatino; expresado en toneladas, como consecuencia de la entrada en operación de la veta Dulce.

El programa de producción es el que presenta mayores variaciones, al menos el primer año. Inicialmente se tiene una producción de 4, 500 toneladas al mes, conforme se avanza

el desarrollo y la preparación de la veta Dulce el aporte de mineral de dicha veta va aumentando hasta lograr una cuota regular aproximada de 1, 500 toneladas de mineral al mes; por tanto, al final del primer año se tiene una producción de 6, 000 toneladas de mineral al mes, que se mantendrá constante a lo largo del periodo mencionado con anterioridad. Cabe mencionar que dentro del programa de producción es considerado el aporte de mineral obtenido en el desarrollo y la preparación de las labores mineras.

Finalmente se tiene el resumen de leyes de manera mensual y anual, consiguiendo tener una idea aproximada sobre los ingresos que se obtendrán como consecuencia de la venta del mineral; se explica con mayor detalle más adelante.

Tabla 9
Resumen del programa de ocupación - 2016

RESUMEN DEL PROGRAMA DE OPERACION AÑO 2016 - MINA ESPAÑOLITA													
EXPLORACION													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
TOTAL (M)	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	480	530	6310
DESARROLLO Y PREPARACION													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
TOTAL (Ton)	300	300	350	300	300	320	270	270	270	270	270	270	3490
RESUMEN DE PRODUCCION													
ZONAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
ZONA AURORA	2450	2482	2550	2580	2560	2483	2430	2520	2560	2570	2565	2560	30310
ZONA GISELA	1750	1718	1800	1820	1790	1767	1850	1730	1820	1835	1815	1820	21515
ZONA COILA	0	0	300	300	350	430	450	480	700	825	1350	1350	6535
MINERAL DE AVANCE	300	300	350	300	300	320	270	270	270	270	270	270	3490
TOTAL (Ton)	4500	4500	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5350	5500	6000	6000	61850
RESUMEN DE LEYES													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Prom
gr-Au	6.58	7.38	7.28	6.47	7.07	7.70	6.89	7.19	7.21	6.92	7.07	7.12	7.07
% Cu	1.53	1.42	1.68	1.80	1.39	1.74	1.54	1.64	1.72	1.61	1.61	1.61	1.61

Fuente: El testista.

Tabla 10
Resumen del programa de operaciones del año 2016

RESUMEN DEL PROGRAMA DE OPERACION AÑO 2016 - MINA ESPAÑOLITA						
EXPLORACION						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
TOTAL (M)	593.6	593.6	593.6	593.6	593.6	593.6
DESARROLLO Y PREPARACION						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
TOTAL (Ton)	280	280	280	280	280	280
PROGRAMA DE PRODUCCION						
ZONAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
ZONA ALTA	2500	2500	2500	2500	2500	2500
ZONA BAJA	1820	1820	1820	1820	1820	1820
MINERAL DE AVANCE	280	280	280	280	280	280
TOTAL (Ton)	6000	6000	6000	6000	6000	6000
RESUMEN DE LEYES						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
gr-Au	7.23	7.42	7.28	7.36	7.07	7.70
% Cu	1.56	1.60	1.68	1.80	1.46	1.74

Fuente: El tesista.

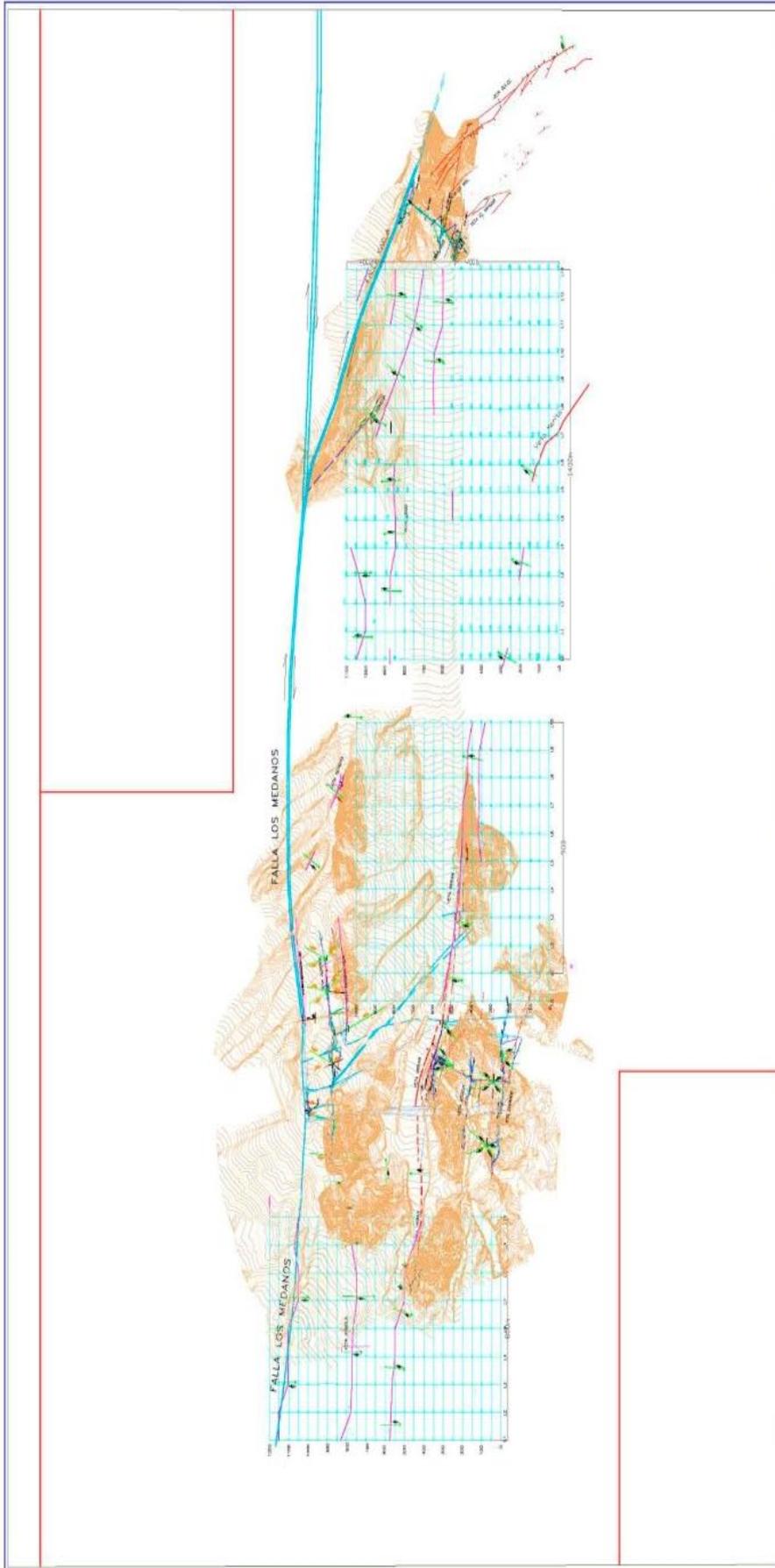


Figura 17 Plano prospectivo geofísico de mina Española
Fuente: Geología – mina Española

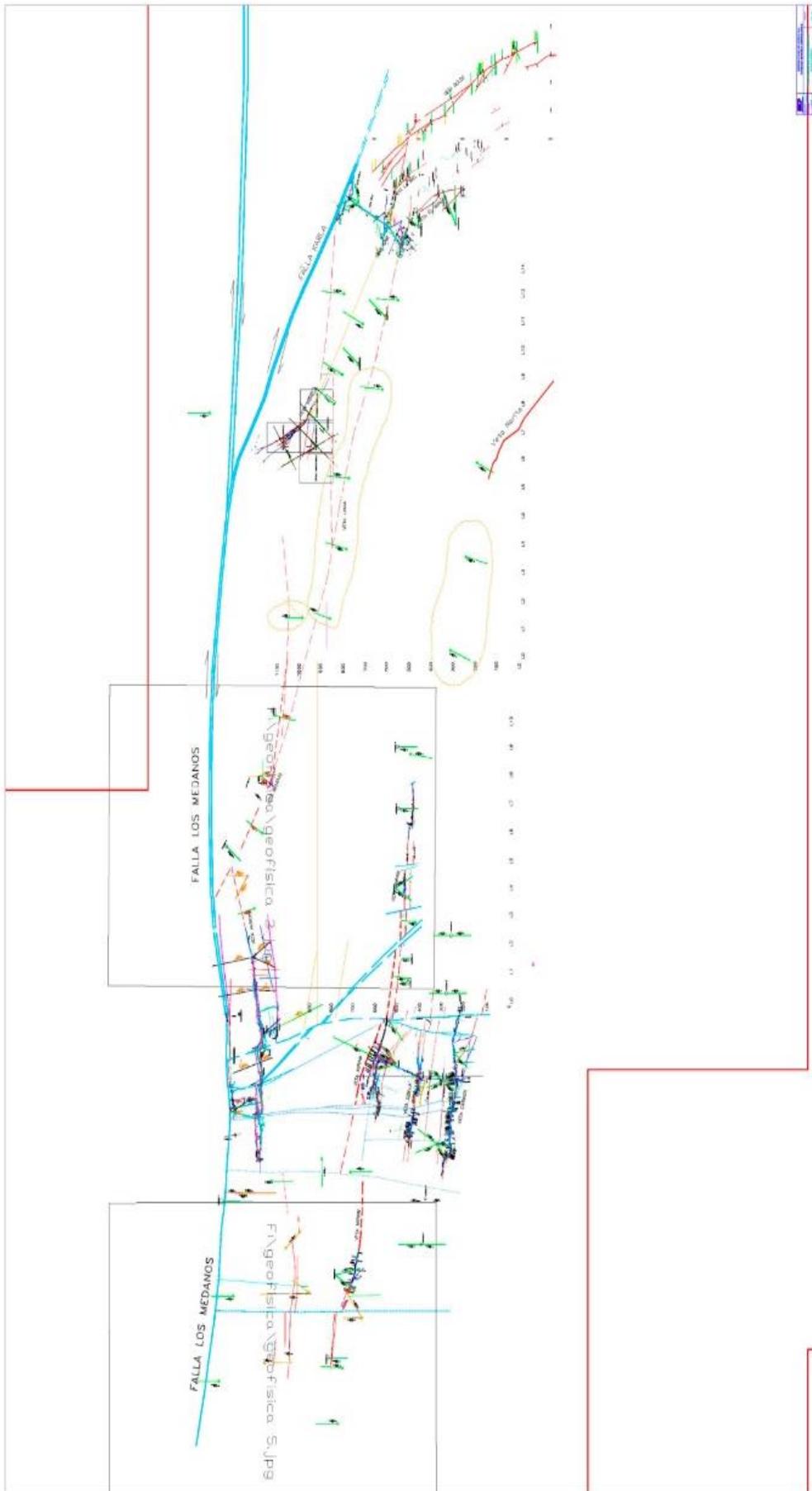


Figura 18 Plano de exploraciones diamantinas en mina Española
Fuente: Geología – mina Española

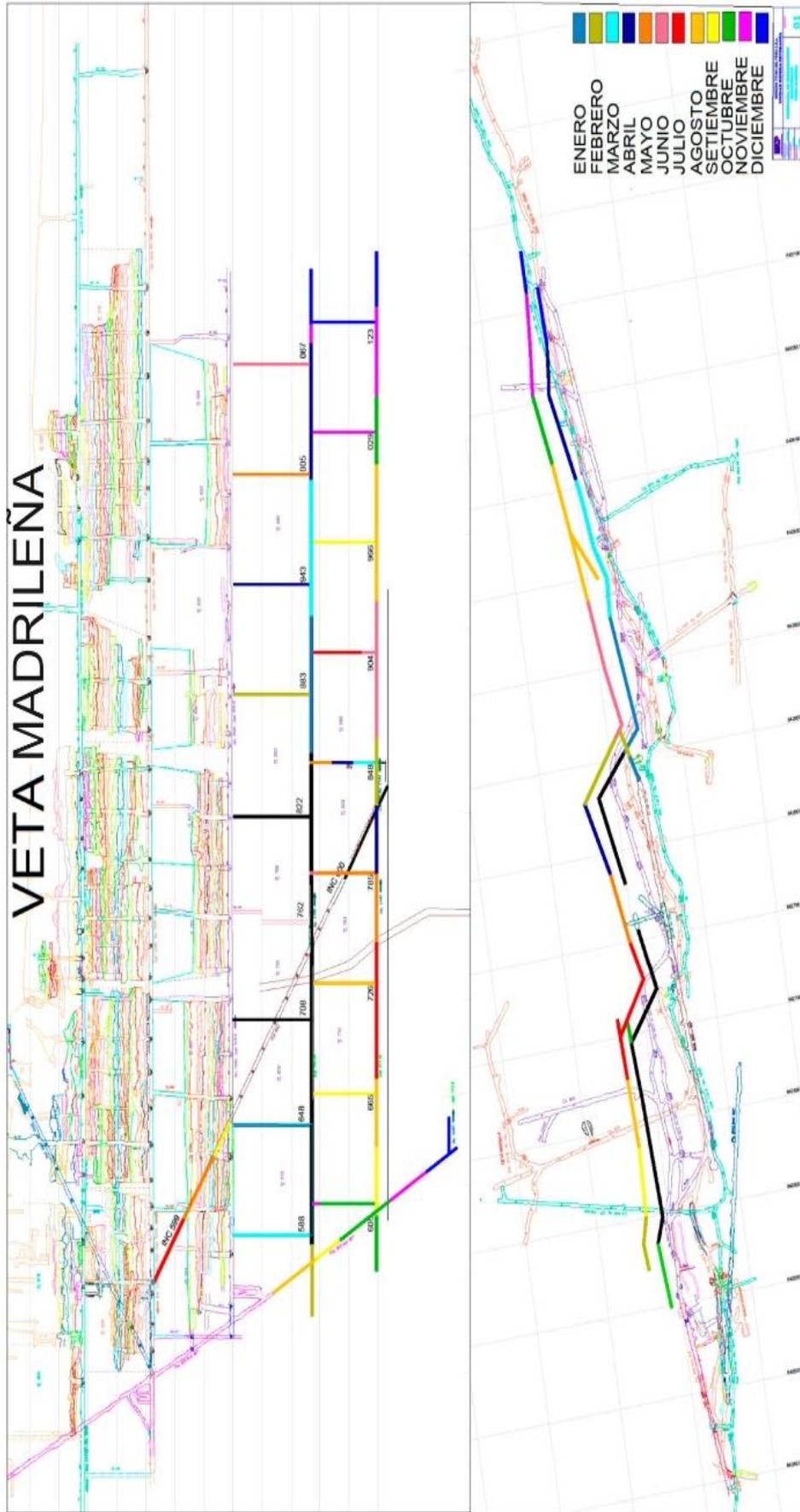


Figura 19 Plano de exploración - desarrollo - explotación y explotación veta Madrileña
Fuente: Geología – mina Española



Figura 20 Plano de explotación - desarrollo - preparación y explotación veta Portuguesa
Fuente: Geología – mina Española

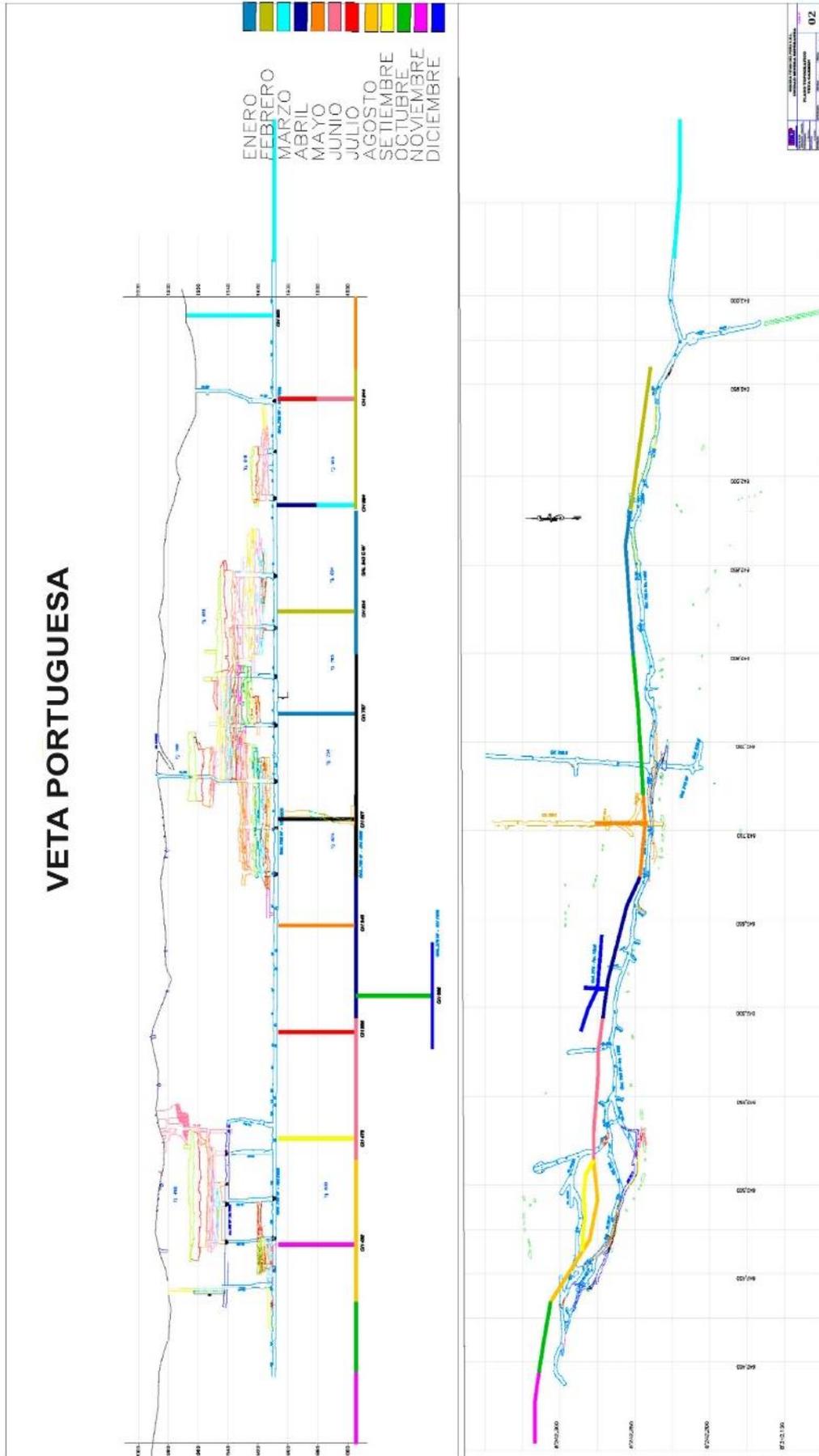


Figura 21 Plano de explotación - desarrollo - preparación y explotación veta Portuguesa
Fuente: Geología – mina Española

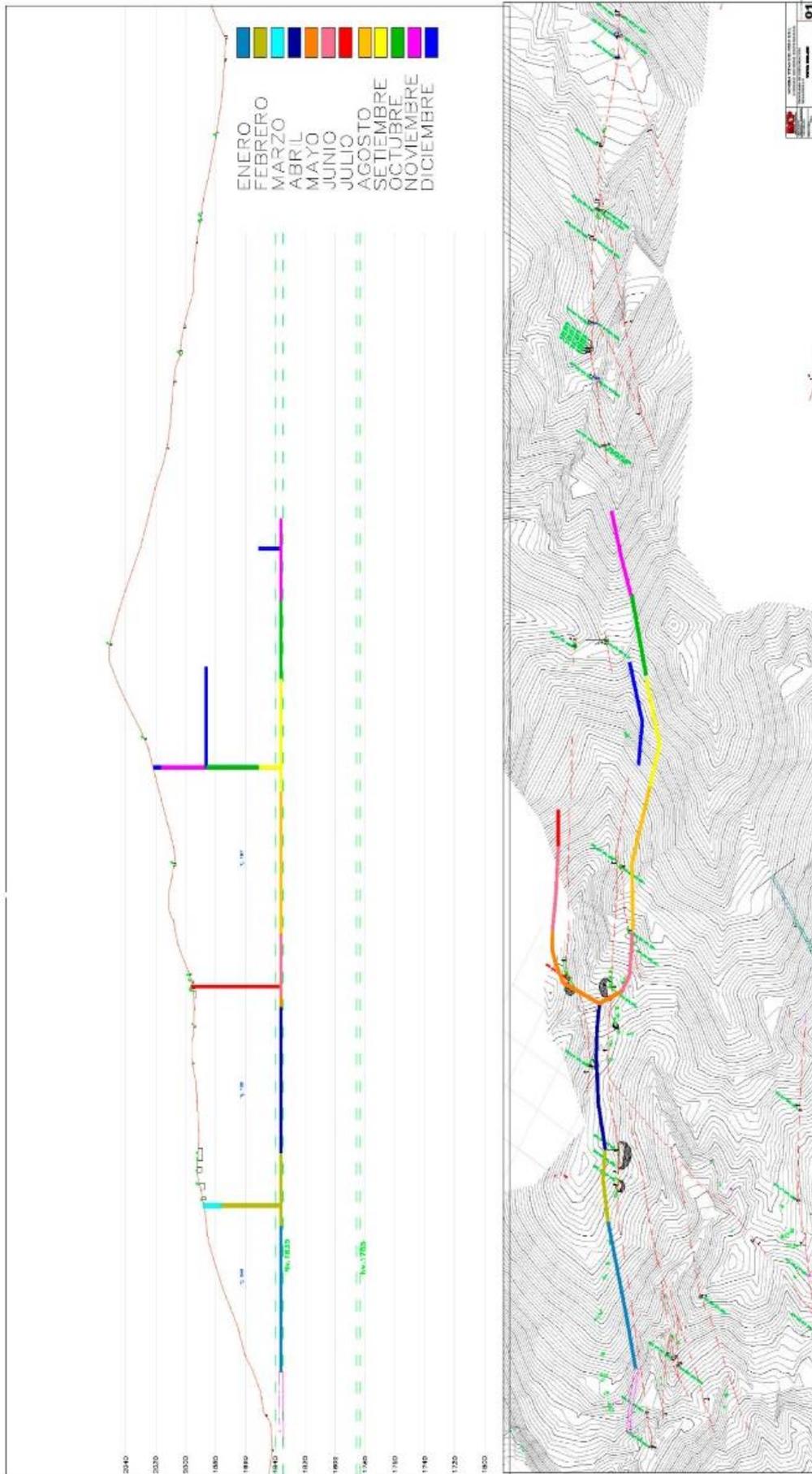


Figura 22 Plano de exploración - desarrollo - preparación y explotación
Fuente: Geología – mina Española

4.1. PROCESO PRODUCTIVO INTEGRAL

Una vez obtenido el tonelaje de mineral total de las dos vetas (Portuguesa y Madrileño) como producto de las operaciones mineras, se pasa a la siguiente etapa del proceso; tratamiento en la planta de beneficio (planta Belén).

La planta Belén es también propiedad de la Compañía Minera Titán del Perú S.R.L y se encuentra a 156 Km de la mina Españolita, a las afueras de la ciudad de Chala. El mineral es llevado desde la mina en volquetes de 25 toneladas de capacidad, 07 a 09 viajes diariamente en lo que va del proyecto.

En la planta Belén se llevan a cabo dos procesos; flotación y cianuración, en el de cianuración se trata el mineral proveniente de terceros, y en la planta de flotación se trata el mineral propio (mina Españolita). La planta de flotación tiene actualmente una capacidad instalada y autorizada para tratar 6, 000 toneladas al mes.

Debido a las características mineralógicas del mineral de Españolita (sulfuras), el tratamiento en planta es mediante gravimetría y flotación. En el proceso de gravimetría se obtiene un concentrado gravimétrico para luego obtener Doré y escoria, la escoria se lleva a la cancha de almacenamiento de escoria mientras que el Doré es transportado a la ciudad de Lima para su venta. Posteriormente se pasa al proceso de flotación donde se obtiene el concentrado de Cu/Au y un relave, el relave se deposita en las canchas de relave mientras que el concentrado es transportado al puerto del Callao para su respectiva comercialización.

A continuación se muestran los esquemas respectivos que ayudaran a comprender mejor el proceso productivo integral.

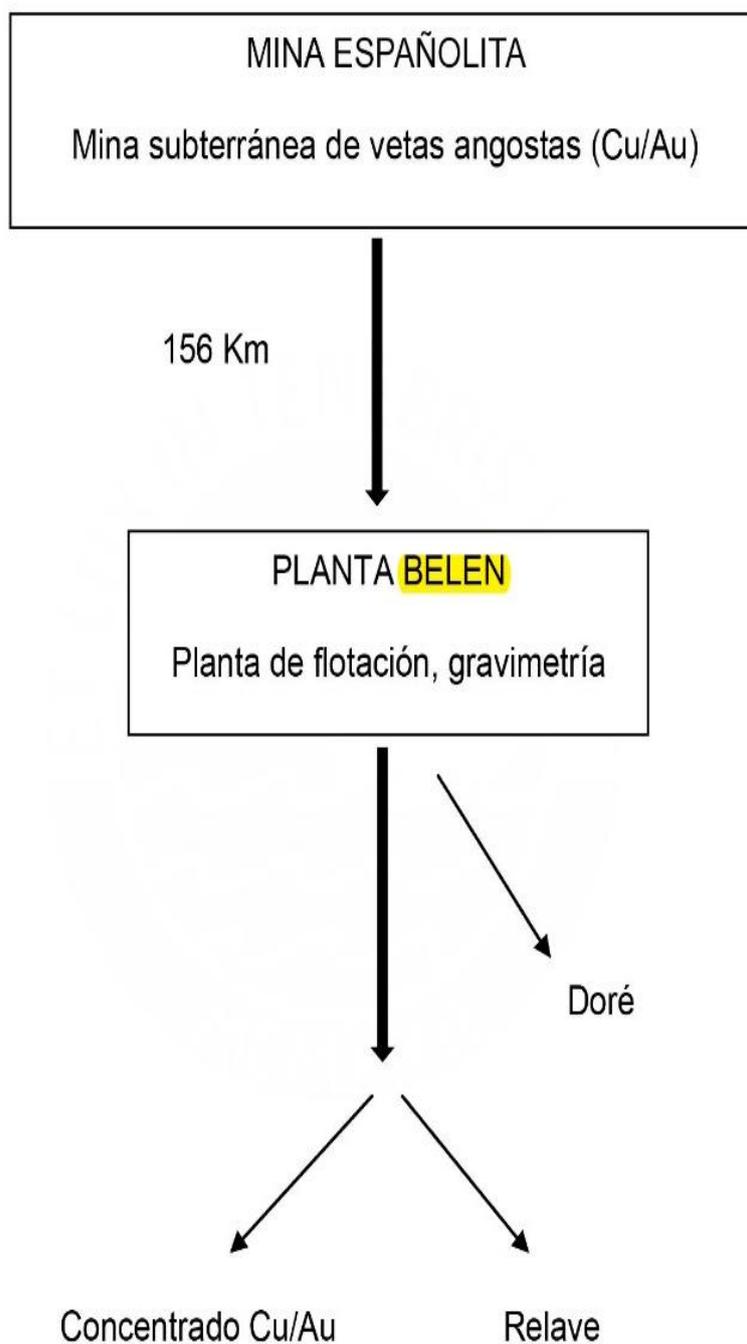


Figura 23 Esquema del proceso productivo integral

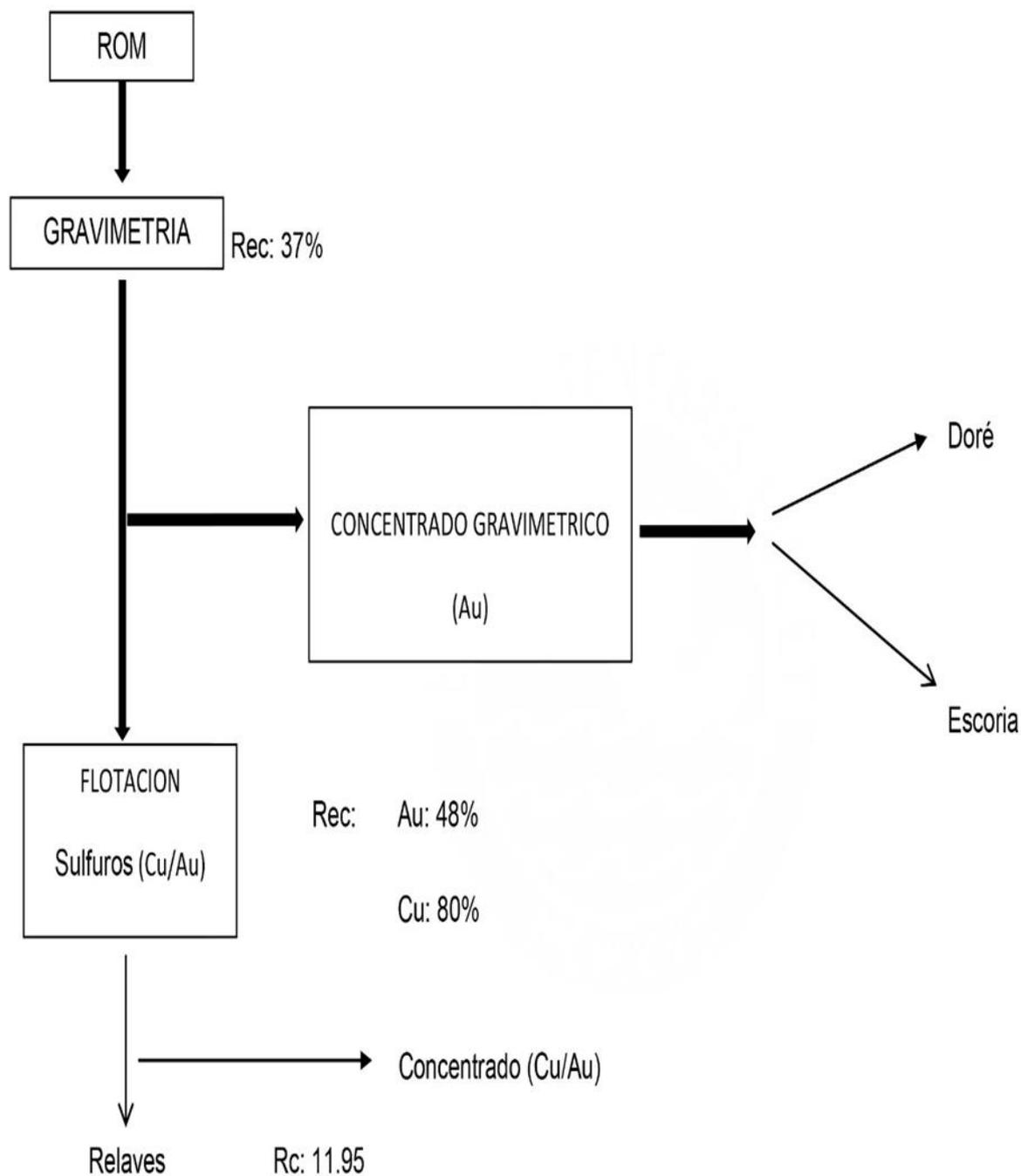


Figura 24 Esquema del proceso en la planta de beneficio (Planta Belén)

4.2. EVALUACION ECONOMICA

A fin de tener una idea más clara acerca del efecto de las variables económicas del negocio minero en este proyecto; se ha llevado la evaluación económica a tres años, tomando como base los gastos incurridos, así como las ganancias obtenidas en el primer año y medio.

Habiendo culminado el proceso de recuperación en la planta de beneficio podemos estimar los ingresos provenientes por la venta de Doré por una parte y de concentrado de Cu/Au por otra. Estos ingresos sensibles al precio de oro y de cobre pasan a formar parte de la valorización programada.

Los gastos llevados a cabo por la mina Españolita y la planta Belén (flotación) en la cadena de producción del proceso productivo integral son detallados por centros de costos y constituyen el costo de operación del proyecto.

Se ha de tomar en cuenta en la evaluación económica la participación de los trabajadores (08%) y el impuesto a la renta (30%); también se toma en cuenta el costo incurrido en las inversiones y los gastos administrativos llevados a cabo en la oficina central de la compañía.

De esta manera se consigue construir un flujo económico para cada año; determinando los márgenes operativos finales (después de inversión). Toda esta información se resume en los siguientes cuadros:

Tabla 8
Tipo de costos

TIPOS DE COSTOS	
COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES
Preparación y explotación	Gestión mina
Servicios auxiliares comunes	Trasporte de mineral
Costo planta	Operación y mantenimiento de equipos
Depreciación	Participación de trabajadores
Costo de comercialización	Prospección
Regalías al gobierno central	Exploración y desarrollo
Impuesto a la renta	
Gastos administrativos Lima	

Fuente: El tesista

Tabla 9
Ingresos, costos e inversión – 2016

FLUJO ECONOMICO AÑO 2016			
		Año 2016	Precios Au-1500 \$/Oz Cu-3.5 \$/Lb
BALANCE METALURGICO	UND		
TONELAJE	ton	61,500	
Ley Au	gr/tm	7.07	
Ley Cu	%	1.61	
Recup. Au	%	86.90	
Recup. Cu	%	79.72	
Total de Oz Eq de Au		18,667	
VALORIZACION PROGRAMADA	(US\$)	22,394,715	\$/tn 364.14
DETALLE POR CENTRO DE COSTOS			
PREPARACION, EXPLOTACION Y SS.AA		3,846,889.27	62.55
SERVICIOS AUXILIARES COMUNES		612,738.93	9.96
GESTION MINA		3,300,851.35	53.67
TRANSPORTE DE MINERAL		1,508,230.63	24.52
OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		732,027.74	11.90
COSTO PLANTA		2,032,389.09	33.05
DEPRECIACION		252,785.02	4.11
COSTO OPERACION (C₁)		12,285,912.03	199.77
COSTOS DE COMERCIALIZACION		492,000.00	8.00
REGALIAS GOBIERNO CENTRAL (1%)		223,947.15	3.64
COSTO TOTAL		13,001,859.19	211.41
MARGEN OPERATIVO		9,392,856	152.73
Costo Total US\$/Oz Au Eq		696.50	
PARTICIPACION DE TRABAJADORES (8%)		751,428.50	12.22
IMPUESTO A LA RENTA (I.R.=30%)		2,592,428.34	42.15
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE I.R		6,048,999	98.36

DETALLE COSTO INVERSIONES		
PROSPECCION	8,313.29	0.14
EXPLORACION Y DESARROLLO	1,305,161.62	21.22
COSTO DE INVERSIONES (C₂)	1,313,474.91	21.36
GASTOS ADMINISTRATIVOS LIMA	1,584,000.00	25.76
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE INVERSIONES	3,151,525	51.24
Costo Inversión US\$/Oz Au Eq	70.36	
Costo Operación + Inversión US\$/Oz Au Eq	766.87	

Tabla 13
Ingresos, costos e inversión - 2016

FLUJO ECONOMICO AÑO 2016			
		Año 2016	Precios Au-1500 \$/Oz Cu-3.5 \$/Lb
BALANCE METALURGICO	UND		
TONELAJE	ton	72,000	
Ley Au	gr/tm	7.35	
Ley Cu	%	1.64	
Recup. Au	%	86.79	
Recup. Cu	%	79.66	
Total de Oz Eq de Au		22,597	
			\$/tn
VALORIZACION PROGRAMADA	(US\$)	26,218,203	364.14
DETALLE POR CENTRO DE COSTOS			
PREPARACION, EXPLOTACION Y SS.AA		4,447,607.84	61.77
SERVICIOS AUXILIARES COMUNES		709,948.03	9.86
GESTION MINA		3,795,008.40	52.71
TRANSPORTE DE MINERAL		1,742,675.49	24.20
OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		848,230.53	11.78
COSTO PLANTA		2,337,601.08	32.47
DEPRECIACION		224,697.79	3.12
COSTO OPERACION (C₁)		14,105,769.17	195.91
COSTOS DE COMERCIALIZACION		576,000.00	8.00
REGALIAS GOBIERNO CENTRAL (1%)		262,182.03	3.64
COSTO TOTAL		14,943,951.20	207.55
MARGEN OPERATIVO		11,274,252	156.59
Costo Total US\$/Oz Au Eq		661.33	
PARTICIPACION DE TRABAJADORES (8%)		901,940.18	12.53
IMPUESTO A LA RENTA (I.R.=30%)		3,111,693.63	43.22
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE I.R		7,260,618	100.84

DETALLE COSTO INVERSIONES		
PROSPECCION	9,133.44	0.13
EXPLORACION Y DESARROLLO	1,438,980.48	19.99
COSTO DE INVERSIONES (C₂)	1,448,113.92	20.11
GASTOS ADMINISTRATIVOS LIMA	1,584,000.00	22.00
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE INVERSIONES	4,228,505	58.73
Costo Inversión US\$/Oz Au Eq	64.09	
Costo Operación + Inversión US\$/Oz Au Eq	725.42	

Tabla 14
Ingresos, costos e inversión - 2016

FLUJO ECONOMICO AÑO 2016			
		Año 2016	Precios Au-1500 \$/Oz Cu-3.5 \$/Lb
BALANCE METALURGICO	UND		
TONELAJE	ton	72,000	
Ley Au	gr/tm	7.47	
Ley Cu	%	1.61	
Recup. Au	%	86.79	
Recup. Cu	%	79.66	
Total de Oz Eq de Au		22,795	
VALORIZACION PROGRAMADA	(US\$)	26,218,203	364.14
DETALLE POR CENTRO DE COSTOS			
PREPARACION, EXPLOTACION Y SS.AA		4,447,607.84	61.77
SERVICIOS AUXILIARES COMUNES		709,948.03	9.86
GESTION MINA		3,795,008.40	52.71
TRANSPORTE DE MINERAL		1,742,675.49	24.20
OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS		848,230.53	11.78
COSTO PLANTA		2,337,601.08	32.47
DEPRECIACION		196,610.57	2.73
COSTO OPERACION (C₁)		14,077,681.95	195.52
COSTOS DE COMERCIALIZACION		576,000.00	8.00
REGALIAS GOBIERNO CENTRAL (1%)		262,182.03	3.64
COSTO TOTAL		14,915,863.98	207.16
MARGEN OPERATIVO		11,302,340	156.98
Costo Total US\$/Oz Au Eq		654.33	
PARTICIPACION DE TRABAJADORES (8%)		904,187.16	12.56
IMPUESTO A LA RENTA (I.R=30%)		3,119,445.71	43.33
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE I.R		7,278,706.6	101.09

DETALLE COSTO INVERSIONES		
PROSPECCION	9,133.44	0.13
EXPLORACION Y DESARROLLO	1,438,980.48	19.99
COSTO DE INVERSIONES (C₂)	1,448,113.92	20.11
GASTOS ADMINISTRATIVOS LIMA	1,584,000.00	22.00
MARGEN OPERATIVO DESPUES DE INVERSIONES	4,246,593	58.98
Costo Inversión US\$/Oz Au Eq	63.53	
Costo Operación + Inversión US\$/Oz Au Eq	717.86	

La ilustración anterior muestra el comportamiento lineal de las tres variables trascendentales del negocio minero: El precio (US\$/Onza), el costo (US\$/Ton) y la inversión (US\$), con las variantes planteadas anteriormente, y los valores actuales netos (VAN) obtenidos respectivamente.

El caso base supone un precio del oro de 1, 200 US\$/Onza; un costo de operación en el rango de: 195.52 - 199.77 US\$/Ton y una inversión en el rango de: 1 '313, 474 - 1'448, 113 US\$/año. Empleando una tasa de descuento del 10%; el VAN del proyecto es 20' 660, 664 US\$.

Se aprecia en el gráfico lineal que en términos comparativos el componente que presenta una mayor pendiente es aquel que está referido a agentes externos (precio del oro), y es el que hace que el valor actual neto (VAN) tenga mayor sensibilidad.

El gráfico lineal nos indica que el segundo componente en términos comparativos, más relevante es el costo de operación; ante la variación en +,-10% de dicho costo se llega a aumentar o disminuir el valor actual neto en US\$ 3' 340, 344.11; éste es una variable interna al negocio minero, y que podría hasta cierto punto ser controlada.

Asimismo el gráfico lineal correspondiente al costo de inversión; permite observar una menor variación en cuanto al valor actual neto (+,- US\$ 347, 884. 59) al variar en +,- 10% el valor del costo de inversión. Esta variable definitivamente también puede ser controlada al ser un agente interno en el proceso productivo integral.

CONCLUSIONES:

- La elaboración del modelo geológico estimado a través de los planos, ha permitido el incremento de las reservas por debajo de los niveles de explotación actuales, además contribuye en el diseño de la profundización de la mina y su planificación en función a la litología, zonas de alteración, fallamiento, tipos de formación de las rocas y la escasa presencia de aguas subterráneas y en esto se tiene una falla principal denominada los Medanos con un rumbo de N 80 W, mas hacia el W a N50W y sirve de control de la mineralización y además existe la presencia de fallas inversas de rumbo E-W, la mineralización económica esta en las vetas angostas de 0.2m a 0.8m de potencia y también en el área de estudio existen rocas predominantes que son volcánicas e hipabisales de composición andesítica.
- El mapeo geotécnico estructural realizado en la mina, ha permitido caracterizar el macizo rocoso a través de la elaboración de los estereogramas y el plano estructural y así determinar el tamaño y forma de las cunas en el techo y las paredes de las labores de desarrollo y preparación en profundización y la consolidación en esta zona del método de explotación de Corte y Relleno ascendente que básicamente depende de las dimensiones de las aberturas en cuanto a su tamaño, forma y orientación diseñada en base a los dominios estructurales y en base a los índices geomecánicos GSI y RMR, con los que se ha arribado la predominancia de las rocas tipo I, II, IIIA y IIIB, determinándose también ocasionalmente cerca de superficie las de tipo IV. Y además la determinación de los sistemas 1.- de diaclasas y fallas con dirección de buzamiento promedio de 351° y buzamiento de 55° y 3.- conformado por pseudoestratos y bastante menor de diaclasas con dirección promedio de 126° y buzamiento de 73°.
- Es fundamental para llegar a cubrir el programa establecido el correcto seguimiento de las etapas del ciclo de minado, logrando mejorar la eficiencia en los procesos unitarios respectivos tomando en referencia y como elemento principal el modelo geológico que sirve para calcular las leyes y volúmenes a parte de que la calidad de la roca en de 3.- descrito a través de su caracterización permite

una explotación con bajos costos a partir de las operaciones unitarias de perforación y voladura, tomando las bases del modelo geotécnico.

- Dentro de las variables involucradas en el negocio minero (precio del metal, costo de producción y costo de inversión) el que toma un papel protagónico dependiendo del contexto externo es el precio del metal involucrado, logrando obtener mayores márgenes de ganancia en contextos favorables. Por otra parte el rol que desempeñan las variables costo de producción y costo de inversión son internas dentro del negocio minero, pudiendo ser controlado el efecto respectivo. Siendo la más importante, el costo de producción como consecuencia del estudio geológico-geomecánico.
- La mínima variación del costo de operación (+,-10%) conlleva a un cambio significativo en cuanto al valor actual neto (+,- US\$ 3' 340, 344.11); por lo que se concluye que es de vital importancia controlar de la mejor manera esta variable económica en las operaciones mineras. Sujeto a las restricciones del terreno.
- Una variación en el costo de inversión (+,- 10%) conlleva a un cambio menor en cuanto al valor actual neto (+,- US\$ 347, 884. 59), mostrando así esta variable su baja sensibilidad comparativamente, dentro del proceso productivo integral (geología, mina y planta).

RECOMENDACIONES:

- Continuar con los trabajos de exploración mediante perforaciones diamantinas ayudará con el crecimiento sostenido de Recursos minerales que posteriormente podrían pasar a ser Reservas de Mena, información de gran importancia también en la elaboración de un planeamiento con mayor detalle y exactitud respecto a las características del terreno, pero fundamentalmente a la caracterización del macizo rocoso.
- Se recomienda llevar a cabo el aumento de volumen de producción como se plantea en la presente tesis, aprovechando que se tienen 04 vetas en la unidad y el elevado precio que presentan los metales involucrados (Au, Cu) a través de un estudio pormenorizado de la geometalurgia.
- La planificación del Corte y Relleno Ascendente en las vetas Portuguesa y Madrileña, principalmente y la presencia de la empresa Minera Españolita S. A., con alto rendimiento en cuanto a avances y producción, con equipos de alta disponibilidad mecánica es un tema urgente e inmediato, para cumplir este planeamiento en los tiempos mostrados.
- El control diario de los costos por área, de acuerdo al programa (flujos económicos), llevara al éxito del proyecto, para ello se recomienda implementar un área de costos independientemente en mina Españolita, lo cual controlara los mismos de acuerdo al planeamiento tomando en alerta el concepto de modelo geomecánico.
- A partir del flujo económico y del gráfico de sensibilidad se recomienda maximizar la inversión en exploraciones (aumentar el horizonte de reservas) mientras que se tengan contextos externos atractivos (precio de metal: Au).

BIBLIOGRAFIA

Silvia Rosas Lizárraga - Pontificia Universidad Católica del Perú - Sección Ingeniería de Minas (2005). *“Apuntes del curso Geología de minas”*. Australian Institute of Geoscientists- Australasian code for reporting of identified mineral resources and ore reserves, *“The Jorc Code*.

Mario del Rio Amézaga - Pontificia Universidad Católica del Perú - Sección Ingeniería de Minas (2006). *“Apuntes del curso Minería Subterránea”*.

Carmen Quiroz Fernández - Pontificia Universidad Católica del Perú - Sección Ingeniería de Minas (2007). *“Apuntes del curso Ingeniería Económica”*.

Fernando Gala Soldevilla - Pontificia Universidad Católica del Perú - Sección Ingeniería de Minas (2008). *“Apuntes del curso Valorización Minera” Manual de geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea - Sociedad nacional de minería, petróleo y energía. (SNMPE)*

Jesús García Dávila *Tesis: Planeamiento minero de Corporación minera Castrovirreyña.*

Zoila Baldeon Quispe *Tesis: Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cia. Minera Condestable S.A.*

Oscar Jáuregui Aquino. *Tesis: Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura.*

ANEXOS