

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Aplicación de taladros largos en vetas angostas con equipos Muki  
LHP, en el método explotación de corte y relleno ascendente para  
incrementar la producción-mina Austria Duvaz unidad Ticlio.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Becquer Abdías AGÜERO CONDOR**

**Asesor:**

**Mg. Nieves Oswaldo GORA TUFINO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Aplicación de taladros largos en vetas angostas con equipos Muki  
LHP, en el método explotación de corte y relleno ascendente para  
incrementar la producción-mina Austria Duvaz unidad Ticlio.**

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

---

**Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA**

**PRESIDENTE**

---

**Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Wenceslao Julio LEDESMA VELITA**

**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería de Minas**  
**Unidad de Investigación**

---

**INFORME DE ORIGINALIDAD N°062-JUIFIM-2023**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bachiller Becquer Abdías AGÜERO CONDOR**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

**Aplicación de taladros largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el método explotación de corte y relleno ascendente para incrementar la producción-mina Austria Duvaz unidad Ticlio.**

**Asesor:**

Mg. Nieves Oswaldo Gora Tufino

Índice de Similitud: 26%

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 09 de junio del 2023

.....  
**Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO**  
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

## **DEDICATORIA**

Dedico a mi madre por ser una mujer guerrera,  
valiente y tenaz;

Con sus hechos demostró que nada es imposible  
en esta vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis hermanos que sin su apoyo incondicional no hubiese logrado culminar todos los proyectos iniciados, más que hermanos son unos amigos incondicionales.

## RESUMEN

La Mina Austria Duvaz unidad Ticlio considera la explotación de mineral polimetálico por métodos subterráneos, Vetas y Cuerpos que contienen mineralización en Zn – Pb – Cu y Ag, las vetas de mayor importancia son, Veta Ramal techo, Principal, Cuerpo Ariana, Cuerpo 570. En el segundo caso se observa la presencia de vetas y cuerpos de menor tonelaje.

Las condiciones geomecánicas de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio favorecen la aplicación de tres métodos de minado que actualmente se vienen utilizando: Bench and Fill (AVOCA) en Vetas y el Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill – C&F) con taladros horizontales (Breasting) en Vetas, Cuerpos se aplica el método de corte y Relleno ascendente con pilares con taladros horizontales.

En el método de explotación de corte y relleno ascendente, se viene aplicando la excavación con taladros largos (Bench and Fill - AVOCA), para las vetas angostas, teniendo como detalle principal la utilización de los equipos Muki LHP, obteniendo buenos resultados para incrementar la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

Inicialmente se realiza el slot de 9m. de altura, luego la perforación se realizará con Equipos Muki LHP, con una sección 1.5 x 1.5, diámetro de taladro 64 mm.

La voladura se realizará de manera secuenciada en tandas de tres filas de taladros, respetando el límite máximo de abertura después del cual se tendrá que realizar el relleno detrítico, se cargará con faneles de milisegundo y emulnor 1000 de 1 ½ por 12 plg., con 21 cartuchos por taladro.

La limpieza se realizará con scoop de 4.2 yd<sup>3</sup> con control remoto la longitud de 15 m luego del cual se procederá con el relleno detrítico.

**Palabras Claves.** Taladros largos, Vetas angostas, Producción

## ABSTRACT

The Austria Duvaz Mine Ticlio unit considers the exploitation of polymetallic ore by underground methods, Veins and Bodies that contain mineralization in Zn - Pb - Cu and Ag, the most important veins are Veta Ramal techo, Principal, Ariana Body, Body 570. In the second In this case, the presence of veins and bodies of lesser tonnage is observed.

The geomechanical conditions of the Ticlio Mine favor the application of three mining methods that are currently being used: Bench and Fill (AVOCA) in Veins and Upward Cut and Fill (Cut & Fill – C&F) with horizontal drilling (Breasting) in Veins, Bodies the cut and fill up method is applied with columns with horizontal holes.

In the ascending cut-and-fill exploitation method, excavation with long drills (Bench and Fill - AVOCA) has been applied for narrow veins, with the use of Muki LHP, equipment as the main detail, obtaining good results to increase production. at the Ticlio Unit.

Initially the 9m slot is made. high, then the drilling will be done with Muki LHP, equipment, with a mining width of 1.8 and mining length of 1.8, drill diameter 64 mm.

The blasting will be carried out in a sequenced manner in batches of three rows of holes, respecting the maximum opening limit after which the detrital fill will have to be carried out, it will be loaded with millisecond and emulnor 1000 flakes of 1 ½ by 12 inches, with 21 cartridges per drill.

The cleaning will be carried out with a 4.2 yd<sup>3</sup> scoop with remote control, a length of 15 m, after which the detrital filling will proceed.

**Keywords.** Long drills, Narrow veins, Production.

## INTRODUCCION

En el presente trabajo de investigación se considera la evaluación técnica - económica de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, que tiene como objetivo, revisar, validar y dimensionar la infraestructura necesaria para planificar el buen uso de los recursos minerales de acuerdo a los estándares de calidad deseados y las políticas empresariales a fin de asegurar la sostenibilidad de la operación y la extracción de los recursos económicamente explotable en el largo plazo.

En la ejecución del planeamiento a largo plazo base se siguió la siguiente metodología: Recopilación de información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, Indicadores de productividad, costos, para luego detallar el proceso de excavación con taladro largo en vetas angostas con los equipos Muki, adecuando el diseño para lograr este propósito de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

En Ticlio se está aplicando el método de minado Corte y Relleno Ascendente con taladros horizontales breasting para estructuras con buzamientos menores a  $55^{\circ}$ , el cual consiste en dividir el cuerpo mineralizado en niveles de 50 m. de altura, luego en el nivel principal inferior se construye en veta la galería principal a partir de la cual se inicia la explotación en forma ascendente por rebanadas horizontales hasta llegar al nivel superior en cuerpos se utiliza este método con pilares y el método Bench and Fill (AVOCA), según la geometría del yacimiento (vetiforme) este tipo de explotación es viable desde el punto de vista operacional, este método consiste en una explotación por subniveles mediante perforación de taladros largos con equipos Muky LHP, limpieza de mineral en retirada, seguido de relleno detrítico para la estabilización de las cajas y por último se extrae el mineral de los subniveles inferiores.

La altura de minado que se está considerando según las recomendaciones geomecánicas es de 15m con un ancho mínimo de 1.0 m, buzamiento mayor a  $55^{\circ}$ , siguiendo el rumbo de la veta.

Partiendo del inventario de recursos económicamente explotables y a un ritmo de producción de 1200 tpd, a partir del año 2017 hasta que se agoten los recursos.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

### **CAPITULO I**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.3. Formulación del Problema .....	4
1.3.1. Problema general .....	4
1.3.2. Problemas Específicos.....	4
1.4. Formulación de Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
1.5. Justificación de la Investigación .....	5
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	5

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEORICO**

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.2. Bases Teóricas - Científicas .....	9
2.2.1. Marco Geológico .....	9
2.2.2. Geología Regional .....	12
2.2.3. Estratigrafía .....	13

2.2.4.	Sistema de Ventilación .....	16
2.2.5.	Seguridad y Salud Ocupacional.....	24
2.3.	Definición de términos básicos .....	35
2.4.	Formulación de Hipótesis .....	37
2.4.1.	Hipótesis general .....	37
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	37
2.5.	Identificación de las Variables .....	38
2.5.1.	Variable Independiente:.....	38
2.5.2.	Variable Dependiente: .....	38
2.5.3.	Variable Interviniente .....	38
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	38

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1.	Tipo de Investigación.....	40
3.2.	Nivel de investigación.....	40
3.3.	Métodos de la Investigación. ....	40
3.4.	Diseño de la Investigación .....	41
3.5.	Población y Muestras .....	41
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	42
3.6.1	Técnicas .....	42
3.6.2.	Instrumentos .....	42
3.7.	Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación.....	42
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos. ....	43
3.9.	Tratamiento estadístico .....	43
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	43

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	44
4.1.1. Geomecánica .....	44
4.1.2. Investigaciones básicas.....	44
4.1.3. Aspectos Litológicos .....	45
4.1.4. Distribución de Discontinuidades.....	45
4.1.5. Aspectos Estructurales.....	46
4.1.6. Clasificación de la masa rocosa.....	48
4.1.7. Zonificación geomecánica de la masa rocosa .....	49
4.1.8. Condiciones de agua subterráneas.....	51
4.1.9. Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones .....	51
4.1.10. Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento .....	52
4.1.11. Relleno.....	56
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	56
4.2.1. Métodos de minado .....	56
4.2.2. Ciclo de minado.....	60
4.3. Prueba de Hipótesis.....	72
4.4. Discusión de Resultados .....	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación Geográfica del proyecto.....	3
Ilustración 2. Sección Transversal – Geología Local.....	11
Ilustración 3. Plano geologico regional.....	13
Ilustración 4. Columna estratigráfica.....	16
Ilustración 5. Disposición de requerimiento de aire.....	21
Ilustración 6. Sistema integrado de gestion.....	24
Ilustración 7. Sistema integrado de gestión - meta.....	26
Ilustración 9. Índice de severidad.....	27
Ilustración 8. INDICE DE FRECUENCIA.....	27
Ilustración 10. Índice de accidentabilidad.....	27
Ilustración 11. Estadística de los resultados en seguridad.....	28
Ilustración 12. ESQUEMA DE SEGUIRIDAD.....	34
Ilustración 13. Vista isometrica metodo de minado breasting.....	57
Ilustración 14. Sección longitudinal método de minado Breasting.....	57
Ilustración 15. Vista isométrica método de minado Bench and fill (avoca).....	59
Ilustración 16. Vista longitudinal minado Bench and Fill (avoca) con relleno Detritico. .....	60
Ilustración 17. Descarga del relleno detrico en un tajo.....	63
Ilustración 18. Isométrico de la infraestructura – zona victoria.....	65
Ilustración 19. Isométrico de la infraestructura de la zona la paz.....	66
Ilustración 20. Esquema típico de un block de minado por Bench and Fill (avoca).....	68
Ilustración 21. Secuencia grafica de explotación.....	71
Ilustración 22. Supervisor Becquer Agüero verificando la operatividad del equipo Muki LHP.....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fuerza laboral ticlio.....	19
Tabla 2. Requerimiento de aire para personal ingresante a mina.....	19
Tabla 3. Requerimiento de aire para equipos diesel.....	20
Tabla 4. Requerimiento global de caudal de aire para interior mina.....	20
Tabla 5. Resumen de puntos medidos.....	22
Tabla 6. Balance global.....	22
Tabla 7. Distribución de personal por area mina ticlio.....	23
Tabla 8. Flota de equipos mina ticlio.....	23
Tabla 9. Resultados de seguridad unidad ticlio.....	26
Tabla 10. Principales sistemas de discontinuidades.....	46
Tabla 11. Criterio para la clasificación de la masa rocosa.....	49
Tabla 12. Calidad de la masa rocosa por sectores.....	50
Tabla 13. Parametros geotecnicos del macizo rocoso.....	50
Tabla 14. Averturas máximas de las excavaciones permanentes.....	53
Tabla 15. Sostenimiento para labores de avance permanentes.....	54
Tabla 16. Sostenimiento para labores de avance temporales.....	55
Tabla 17. Parametros voladura chimenea slot.....	61
Tabla 18. Parametros y rendimiento de voladura.....	62
tabla 19. Metraje de infraestructura mina plp - base.....	69
tabla 20. Programa de infraestructura mina plp - base.....	69

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

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

En la realización del planeamiento se contempló la aplicación de Taladros Largos en Vetas Angostas con Equipos Muki LHP, en el Método Explotación de Corte y Relleno Ascendente para optimizar la Producción de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, para lo cual se recopiló información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, Indicadores de productividad, costos, y demás áreas de apoyo para luego iniciar con el diseño para la aplicación de los taladros largos en vetas angostas de la mina. El diseño y el plan de minado a largo plazo se desarrolló con el software Datamine, usando sus diferentes módulos que ayuden para desarrollar este proceso.

Se planteo esta mejora en la excavación de vetas angostas para incrementar la producción. Para que el proceso de explotación de minerales sea más dinámico y se pueda cumplir las metas programadas de acuerdo a los estándares, y a bajos costos.

En la actualidad toda empresa minera requiere una serie de cambios para mejorar sus costos en todos sus procesos del método explotación y se busca optimizar sus eficiencias en el ciclo de minado.

Actualmente en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio el costo del método de explotación corte y relleno ascendente es alto. Con la nueva aplicación de los taladros largos para la explotación de vetas angostas se espera reducir los costos e incrementar la producción.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

### **1.2.1. Ubicación**

La Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, está ubicada en la región central de Perú en los distritos de Chicla y Morococha, departamento de Lima y Junín respectivamente. Geográficamente se encuentra estratégicamente ubicada en el distrito minero de Morococha dista 130 km. de la ciudad de Lima y 40 km. de la ciudad de la Oroya, interconectados mediante una carretera asfaltada y vía férrea.

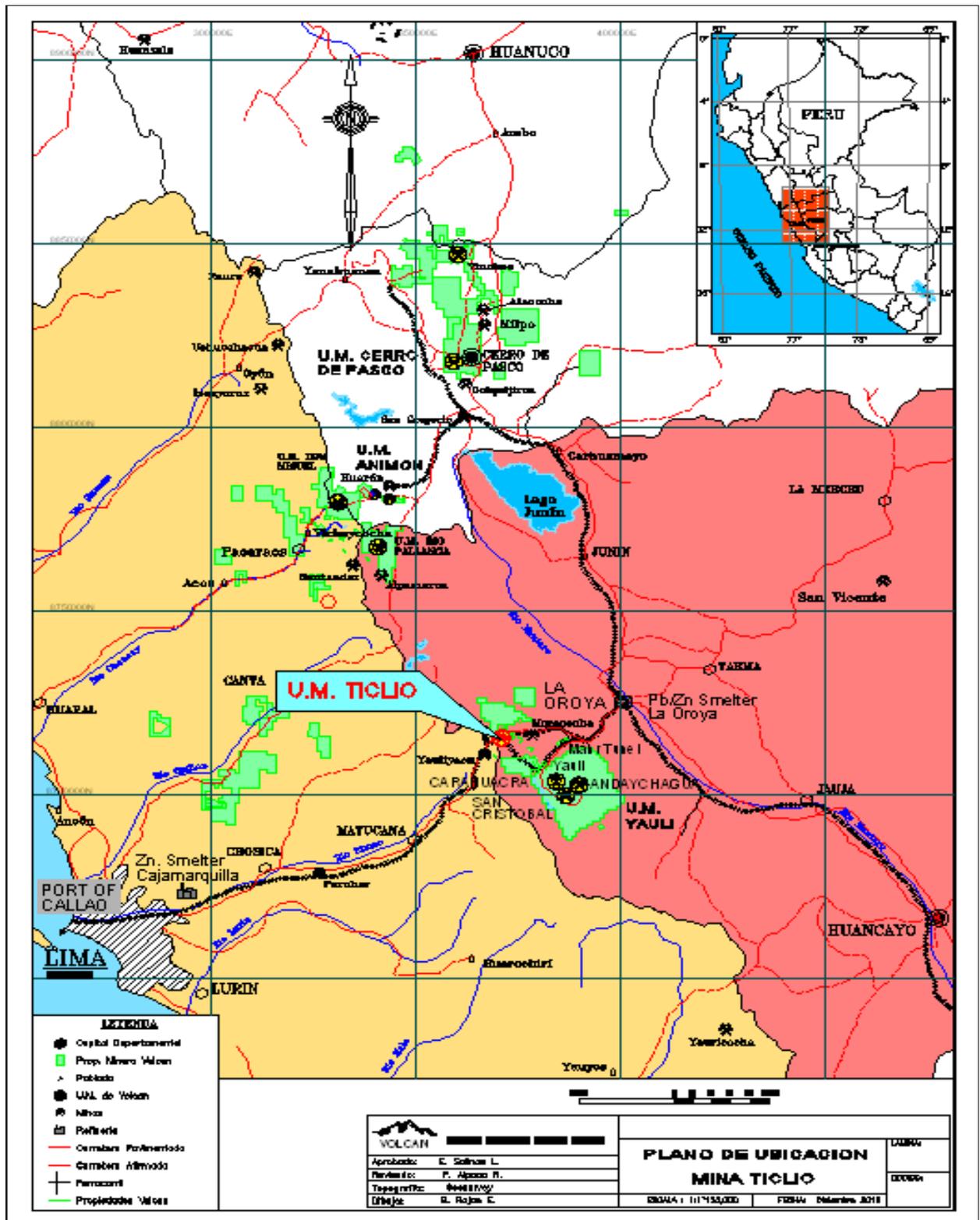


Ilustración 1. Ubicación Geográfica del proyecto.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Es posible aplicar Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para optimizar la producción en la Unidad Ticlio?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo realizar la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para optimizar la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio?
- b) ¿Cómo determinar los parámetros geotécnicos para la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente de la Unidad Ticlio?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Aplicar Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para optimizar la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para optimizar la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio
- b) Determinar los parámetros geotécnicos para la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

### **1.5. Justificación de la Investigación**

La Mina Austria Duvaz unidad Ticlio considera la explotación de mineral polimetálico por métodos subterráneos, Vetas y Cuerpos que contienen mineralización en Zn – Pb – Cu y Ag, las vetas de mayor importancia son, Veta Ramal techo, Principal, Cuerpo Ariana, Cuerpo 570. En el segundo caso se observa la presencia de vetas y cuerpos de menor tonelaje.

Las condiciones geomecánicas de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio favorecen la aplicación de tres métodos de minado que actualmente se vienen utilizando: Bench and Fill (AVOCA) en Vetas y el Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill – C&F) con taladros horizontales (Breasting) en Vetas, Cuerpos se aplica el método de corte y Relleno ascendente con pilares con taladros horizontales, por lo que se consideró aplicar los taladros largos en el proceso de minado por corte y relleno ascendente, que mejorara la producción en vetas angostas de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio.

### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Toda Empresa Minera, guarda celosamente la información obtenida en sus procesos, por lo que su acceso es restringido siendo una de las principales limitaciones, para llevar acabo la presente investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

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

##### **a. Antecedentes nacionales.**

**RIVERA, C. (2016);** La Universidad Nacional de Trujillo presenta el trabajo de investigación denominado “Ventajas Económicas del método de explotación Sublevel Stopping frente al método de explotación convencional de corte y relleno ascendente en vetas angostas en la Zona Codiciada de Mina Morococha”, tiene por objetivo fundamental el estudio de ambos métodos de explotación que se desarrollan en la mina Morococha. Por un lado, el método Sublevel stopping se aplica en la zona de vetas ya sea angostas o regularmente potentes y el método de corte y relleno ascendente se aplicaba sólo en vetas angostas.

El interés del desarrollo de esta investigación parte de la inquietud de innovar un método de explotación en la zona de vetas angostas que nos permita aumentar la productividad y disminuir el costo de producción de nuestras operaciones. Es de esa manera que según informes técnicos de la aplicación

del método de Sublevel stoping con taladros largos en otras minas como Yauliyacu (Grupo Glencore), Vinchos (Volcán) y la mina Uchucchacua (Cía. Buenaventura) y de los buenos resultados obtenidos, es que se decide realizar la investigación para la aplicación de este método a la zona de vetas angostas, específicamente en la zona Codiciada. Primero se tuvo que constatar las condiciones geológicas y geomecánicas de la labor que son primordiales para la aplicación. Segundo, verificar los servicios auxiliares de las labores existentes y tercero, la capacidad de extracción de la zona de la veta Codiciada. Cumpliendo con los requisitos antes mencionados se procedió al desarrollo del proyecto: Diseño de minado, labores de preparación y desarrollo, mallas de perforación, esquemas de voladura, limpieza y carreo, sostenimiento y transporte de mineral a superficie.

En resumen, se determinó que el costo de operación del método sublevel stoping en comparación al método de corte y relleno ascendente convencional se reduce en 17.54 US\$/Ton. Al realizar el estudio de rentabilidad de ambos métodos (Beneficio / Costo), se logró determinar que el método de sublevel stoping brinda un índice de 0.8, mientras que el corte y relleno un índice de 0.38, por lo cual la diferencia en rentabilidad es 0.42, finalmente esto nos indica que el método sublevel stoping genera un menor costo de operación y es más rentable.

**HUAMANCAYO, H. (2007);** La Universidad Nacional de Ingeniería presenta el trabajo de investigación denominado “Aplicación de Taladros Largos en Vetangostas en la Mina Yauliyacu” para esto en las diferentes partes del Perú hay minas en que es imperativo un incremento de la productividad en las vetas angostas, a bajo costo lo cual no es fácil obtenerlo

por sistemas convencionales. El explotar las vetas angostas con taladros largos es una alternativa de trabajo que puede revertir esta situación. Una de las circunstancias relevantes por el que Minera Los Quenuales en su Mina Yauliyacu implementa el método de minado Taladros Largos en vetas angostas. Las reservas en cuerpos se redujeron significativamente e incrementándose las reservas en vetas del año 2004 con respecto al 2005, sin embargo, debía de mantenerse la producción en 103,000 tn/mes. Sin subir significativamente los costos operativos, es por ello la Gerencia resuelve implementar el método Narrow Vein Blast Hole Stopping, lográndose obtener estándares aceptables el cual se encuentra en proceso de mejora. Durante el año 2005 se obtuvo una producción de 160,400 TM, que representa el 13%.

**APAZA, E. (2013);** La Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Ingeniería presenta el trabajo de investigación denominado “Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras – PASHSA, Mina Huarón S.A.”, tiene como objetivo dar a conocer la aplicación de taladros largos en las operaciones Pashsa mina Huarón para la explotación por subniveles, esta aplicación se viene llevando con éxito en nuestra unidad minera, logrando incrementar la producción a 4 000 Tn/mes, con un costo de minado a 2,533 \$/TM. costo de voladura de 1,322 \$/tn, costo de limpieza 1,713 \$/tn, y un costo de relleno detrítico de 0,519 \$/tn. Para el diseño de los métodos de explotación contamos con estudios de mecánica de rocas; que nos muestra el comportamiento del macizo rocoso, por lo que las distancias entre subniveles en veta Llacsacocha se establecieron en 20m., con distancias de 40 m. de longitud según los estudios geomecánicos para incrementar la seguridad

y reducir los costos. Para la perforación de taladros largos contamos con un equipo electro hidráulico Jumbo Mini Raptor, el cual perfora taladros de 64mm. de diámetro, bajo ángulos de 0° a 360°; la longitud promedio de perforación es de 40m., por la desviación de los taladros, debido principalmente por el tipo de terreno, la eficiencia es de 90 m/g día, con una malla de perforación de 1,0m x 1,0 m. En el diseño de perforación y voladura de taladros largos estamos optimizando técnicas que nos controlan el desprendimiento de la roca encajonante (cajas), que nos permite mantener los valores del mineral, y lo más importante darle seguridad al personal y los equipos de trabajo. De igual modo contamos con equipos LHD de 3,5 yd<sup>3</sup> para extraer el mineral de los tajeos hacia la planta concentradora. La aplicabilidad de este método permite trabajar zonas de mineral que con otro tipo de minado no serían económicos. El cual asociado a un control y/o evaluación constante de los parámetros de operación no ayuda a reducir más aun los costos de minado.

## **2.2. Bases Teóricas - Científicas**

### **2.2.1. Marco Geológico**

La estructura regional dominante es el Domo de Yauli (DY), que se extiende longitudinalmente por 35 Km. desde Suitucancho hasta el norte de Ticlio y transversalmente por 10 a 15 kilómetros; el rumbo promedio de esta estructura es N40°W, es asimétrico, su flanco oriental buza entre 30 y 40° mientras que su flanco occidental lo hace entre 45° y 70°. El Domo Yauli transversalmente es un gran Anticlinorium formado por tres anticlinales, el anticlinal de Pomacocha en el lado oeste, el de San Cristóbal - Morococha en la parte central y el de Ultimátum en el flanco este.

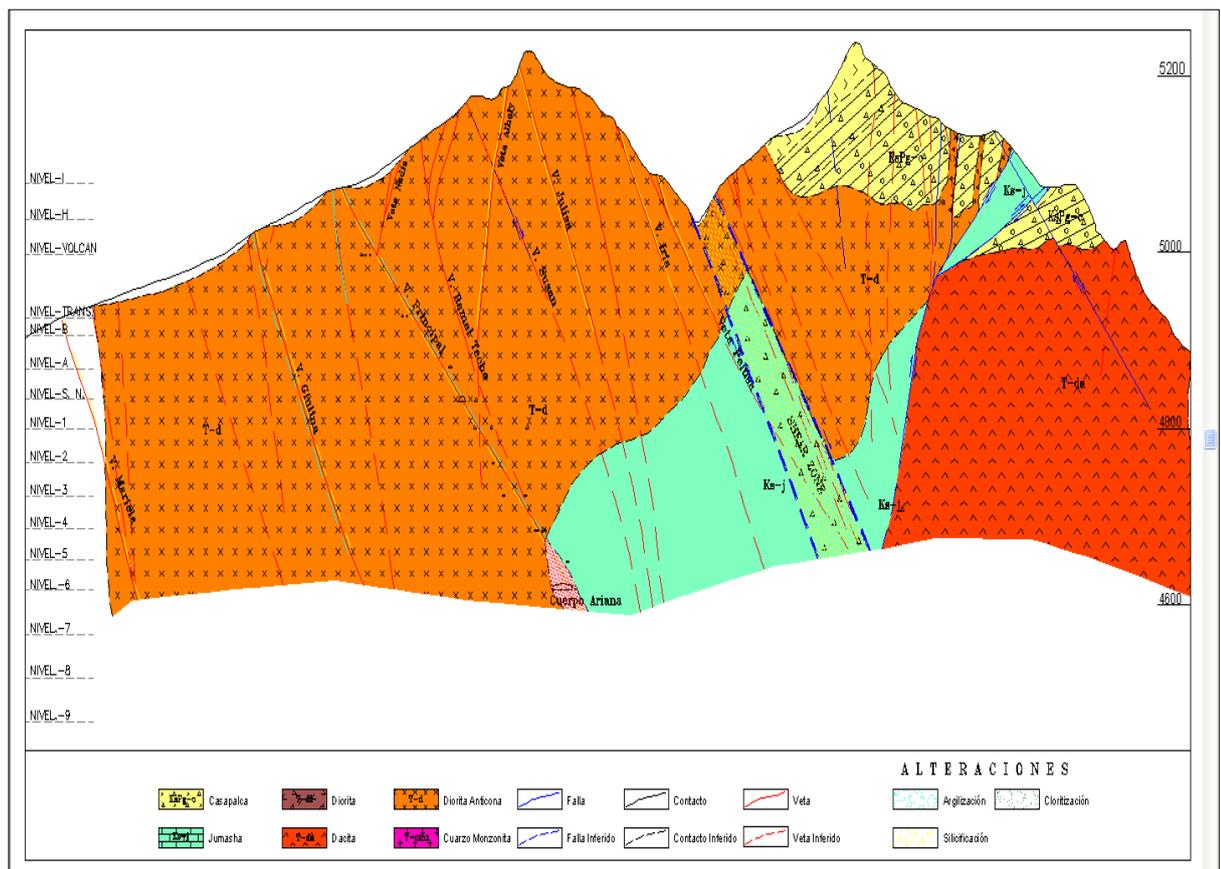
La morfología que exhibe el Domo Yauli es alargada, orientada según pliegues y fracturas del dominio andino, en la zona central de esta ventana tectónica aparece el “zócalo paleozoico” mientras que los flancos son cubiertos por rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas como las calizas del grupo Pucará, areniscas de la formación Goyllarisquizga, calizas de las formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha y capas rojas del grupo Casapalca y finalmente son instruidos por plutones de tipo Diorita Anticona, Cuarzo-monzonita Toromocho, Cuarzo-monzonita “Ticlio”, etc.

Un sistema de fracturas NE-SW cruza transversalmente el DY. Un lineamiento mayor que tiene una orientación N120°E se ubica en la parte suroeste del DY y lo cruza diagonalmente, afecta las rocas desde el basamento y condiciona la morfología del área. Este lineamiento se puede observar a través de imágenes satelitales y su traza discurre desde la localidad de Pachacayo en el extremo sureste hasta Casapalca en el noroeste cruzando por Andaychagua y Carahuacra; la posición de este lineamiento coincide con el emplazamiento de los mayores depósitos minerales del distrito.

El Anticlinal de Morococha y el área de Ticlio forman parte del Domo Yauli que es una “ventana estructural” situada en los Andes Centrales del Perú en donde la mineralización polimetálica de Pb-Zn-Ag (Cu) está emplazada en estructuras vetiforme, mantos, cuerpos de reemplazamiento, metasomatismo y diseminaciones tipo pórfido de Cu (Mo-Au) relacionadas a los diferentes eventos mineralizantes asociados a una fuerte actividad intrusiva ocurrida durante el Terciario Medio a Superior (Mioceno – R. Moritz et. Al, 2002) de tipo básico a ácido, la que presenta un cierto zoneamiento regional que controla el dominio de las mineralizaciones.

Dos Orogenias son reconocidas en la región. La primera ocurrida durante el Pre-mesozoico y que dio lugar a un intenso plegamiento de las filitas Excélsior.

La segunda corresponde al plegamiento de las rocas sedimentarias mesozoicas, que comenzó a fines del cretáceo y continuó durante el principio y mediados del Terciario. G. Steinmann reconoce tres etapas de plegamiento en la Cordillera de los Andes; el plegamiento "peruano", ocurrió a fines del Cretáceo y antes de la deposición de las capas rojas; el "Incaico", ocurrido a principios del Terciario (fines de Eoceno), fue el más intenso y a él siguió un periodo intenso de actividad ígnea; y el plegamiento "Quechua" ocurrido en el Terciario Superior (Mioceno). Es en todo este periodo que se formó el anticlinal Morococha.



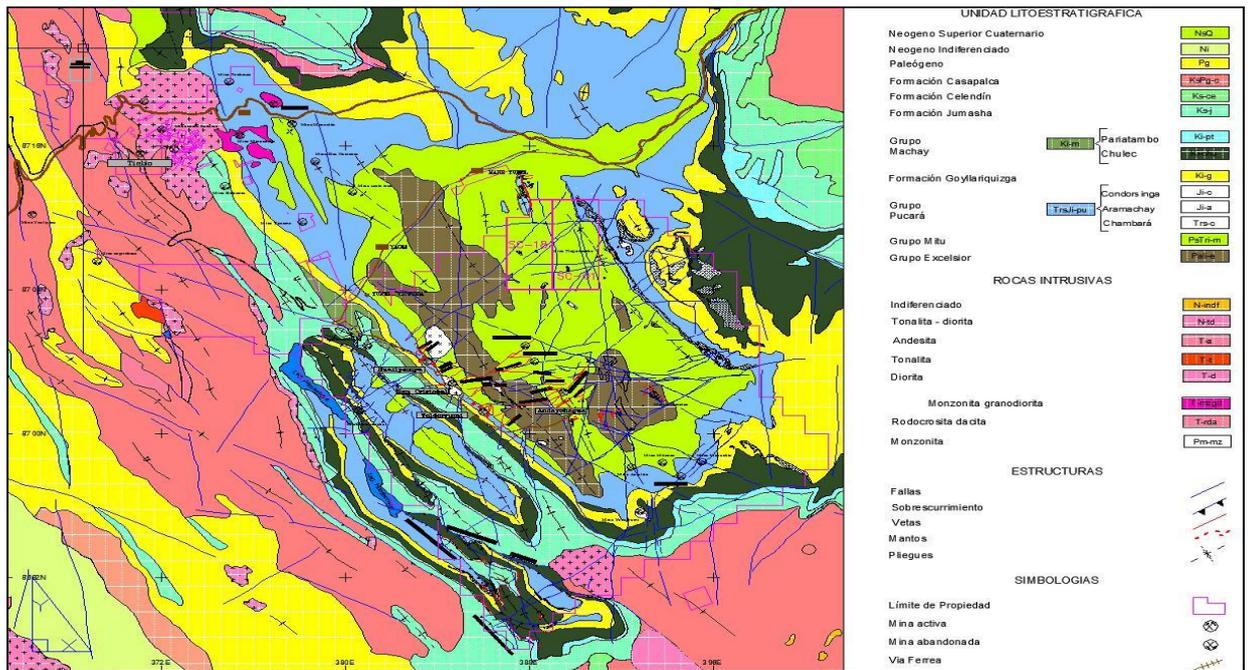
**Ilustración 2. Sección Transversal – Geología Local**

### **2.2.2. Geología Regional**

En el área se aprecia el Domo Yauli, orientado según pliegues y fracturas del dominio andino, en la zona central de esta ventana tectónica aparece el “zócalo paleozoico” mientras que los flancos son cubiertos por rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas como las calizas del Grupo Pucará, areniscas de la Formación Goyllarisquizga, calizas de las Formaciones Chulec, Pariatambo (Grupo Machay), Formación Jumasha y Capas Rojas del Grupo Casapalca que finalmente son intruidas por plutones de tipo Diorita Anticona, Cuarzo-monzonita “Ticlio”, etc.

El área está conformada por capas sedimentarias que afloran manteniendo un alineamiento N10°-20°W, estas se muestran plegadas apreciándose varios anticlinales y sinclinales con orientación de eje aproximado de N10°-20°W. Hacia el flanco E se aprecia un afloramiento de Filitas del Grupo Pucará y Volcánicos del Grupo Mitu, todos estos manteniendo una orientación similar a las capas anteriores.

El Anticlinal de Morococha y el área de Ticlio forman parte del Domo Yauli, la cual es una “ventana estructural” situada en los Andes Centrales del Perú en donde la mineralización polimetálica de Pb-Zn-Ag (Cu) está emplazada en estructuras vetiformes, mantos, cuerpos de reemplazamiento, metasomatismo y disseminaciones tipo pórfido de Cu (Mo-Au) relacionadas a los diferentes eventos mineralizantes asociados a una fuerte actividad intrusiva ocurrida durante el Terciario Medio a Superior (Mioceno – R. Moritz et. al, 2002) de tipo básico a ácido, la que presenta un cierto zoneamiento regional que controla el dominio de las mineralizaciones.



*Ilustración 3. Plano geológico regional*

### 2.2.3 Estratigrafía

En el área de San Cristóbal, la estratigrafía se extiende desde el Paleozoico hasta el Cretácico Superior.

#### a. Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo)

Representado por una secuencia de areniscas y lutitas que constituyen un conglomerado rojo expuesto al Este del yacimiento. Se identificaron horizontes basálticos amigdaloides y diabásicos intercalados en la secuencia de areniscas y lutitas rojas, cuarcitas y capas de caliza gris. Esta secuencia varía hacia el tope de una caliza masiva de color gris azulado a una caliza fosfática gris oscuro que es la base del grupo machay.

#### b. Grupo Machay (Pérmico)

Compuesto por calizas que afloran al Norte del abra Anticonca (Ticlio) de color gris oscuro con resto de fósiles en la base, sobre yaciendo una caliza de color claro y algunos horizontes lutáceos y fosfáticos continúan hasta el techo.

c. Formación Jumasha

Sobrepassen concordantemente a la formación Pariatambo, está compuesta por capas medias a gruesas de calizas, calizas dolomíticas, dolomitas de coloración gris claro a blanquecino y gris amarillento; al contacto con la diorita en esta zona forma un pequeño skarn de Fe, algunos niveles presentan débil marmolización con presencia de wollastonita. Esta formación ha sido cortada por estructuras tensionales de rumbo N 50° a 65° E y buzamiento de 60° a 80° SE; estructuralmente, afectan a la diorita Anticona y permiten la mineralización como parte de un sistema de vetas en Ticlio. Se observa cerca al campamento de Ticlio estas estructuras formando remanentes marmolizados con rumbo NW a S-SE, con afloramientos de pequeños remanentes de caliza que pertenecen posiblemente a la formación Jumasha; se hallan también moderadamente marmolizados y sobreyacen a los intrusivos dacíticos y dioríticos, los cuales están brechados en el contacto y bordeado por aglomerados volcánicos (Formación Carlos Francisco?); a esta formación se le asigna una edad perteneciente al Cretaceo inferior (Cenoniano – H. Salazar, 1983).

d. Formación Casapalca (Terciario)

Representado por las capas rojas y conglomerado Carmen, que afloran al Oeste del yacimiento. Las capas rojas se caracterizan por intercalaciones de lutitas y areniscas limolíticas, limolitas y limolitas calcáreas y calizas de coloración rojiza (alteración ferrífera, F. Mégard, 1979; H. Salazar, 1983); los ambientes calcáreos han sido skarnificados con débil a moderada intensidad por los

intrusivos dacíticos y dioríticos, cuyo resultado son niveles de hornfels con calco-silicatos y epidota.

Presenta también una secuencia volcánica, compuesta por aglomerados, tufos y brechas volcánicas. Por sus relaciones estratigráficas y tectónicas se le asigna una edad entre el Cretáceo superior (Santoniano) y el Eoceno Medio (F Mégard, 1979).

e. Formación Carlos Francisco

Representada por una potente serie de rocas volcánicas, que se dividen en 3 miembros: Los Volcánicos Tabla chaca que sobreyacen al conglomerado Carmen, en una sucesión de rocas volcánicas constituidas por tufos, brechas, conglomerados, aglomerados y rocas porfiríticas con afloramientos al Oeste del yacimiento. Existen afloramientos de los Volcánicos Carlos Francisco y los Tufos Yauliyacu cuyas características no son reconocidas en la unidad Ticlio.

f. Formación Río Blanco

En las partes más altas y ocupando la mayor extensión de los denuncios (Norte del Yacimiento), se dispone una potente serie de volcánicos bien estratificados, de constitución andesita, que corresponde a los Volcánicos Pacococha y que se manifiestan en el área sobre yaciendo a la diorita Anticona.

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA UNIDAD TICLIO

ERA	SISTEMA	EPOCA	EDADES PISOS	UNIDAD LITOLÓGICA	GRAFICO	FORMACION SEDIMENTARIA	FORMACION IGNEA	MINERALIZACION	
CENOZOICA		CUATERNARIO				SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS			
		TERCIARIO				DISCORDANCIA CONGLOMERADOS CALIFEROS CALIFEROS LUTITA CALIFERAS ARENISCAS ROMIZAS	INTRUSIVOS INTERMEDIOS CUARZO - DORTAS		
MESOZOICA		CRETACIO	INFERIOR	CONANACHEADO		FORMACION JUNASHA		CUELLOS DE BASALTOS A TRAVES DE TUBOS LAS FORMACIONES	
			NEOCENICO	GRUPO MACHAY		FORMACION PARIYANO	ALTERACION DE CALIZAS MARRONZA ETUNANCA	BASALTO	
			(EOCRET)			FORMACION CHULEC	ALTERACION DE CALIZAS MARRONZA FOSILIFERA	BASALTO	
						GRUPO ROLLAR	LUTITAS FOLIAS ARENISCAS	DORTA + OBERO	
MESOZOICA		TRIASICO JURASICO	INFERIOR O EOLIRASICO (LIAS)	SIKEMURIANO ETTARDIANO		FORMACION CONDORSINBA		MINERALIZACION ESTRATIGRAFICA DE Pb, Bi, Zn, Fe, con superposicion de MINERALIZACION HIDROTHERMAL FORMA DE CUERPOS Y NANTOS	
			SUPERIOR O MESOTRIASICO	RETIANO HOBIANO		GRUPO PUCARA	FORMACION APANACHAY		DEPOSITOS DE BASALTO
						FORMACION CHAMBARA	DEPOSITOS DE BASALTO		
PALEOZOICA		PERMICO	SUPERIOR	OCHOA		DISCORDANCIA	DEPOSITOS DE DORTA Y ANDESTA	MINERALIZACION ESTRATIGRAFICA DE Zn, Pb, Fe, Bi, Sn, Mo	
			MEDIO	GUADALUPE-LEONARDO		GRUPO MITU	INTRUSIVO INTERMEDIO TIPO CABANAZA CUARZO-MONCANTA Y DORTA ANTICINA		
		DEVONICO	SUPERIOR	CHAUTAUQUAN			GRUPO EXCELSOR	DISCORDANCIA	VOLCANICOS VOLCANICLASTICOS MORADOS
	MEDIO	ERIAN (HAMILTON)				INTRUSIVO ACIDO TIPO CHUMPE GRANITOS			
		ULSTER				FLUTAS	VOLCANICOS VERDES	MINERALIZACION ESTRATIGRAFICA DE Cu, Pb, Zn	
						MARMOLES FOSILIFEROS		MINERALIZACION ESTRATIGRAFICA DE Cu, Pb, Zn	
						CUARZITAS		MINERALIZACION ESTRATIGRAFICA DE Cu, Pb, Zn	

INFORMACION BASE : C de Pasco Corp  
: H. W. Kebe

Por: J. Mico M.  
Dib. G. Rojas E.  
Enero 1985

*Ilustración 4. Columna estratigráfica*

## **2.2.4. Sistema de Ventilación**

### **2.2.4.1. Descripción del sistema actual**

Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, utiliza un sistema híbrido, utilizando los ventiladores de admisión y extracción en forma combinada, y por lo tanto se denomina Sistema Empuje-Tire (Push-Pull).

Las labores subterráneas por donde circula el aire en interior mina, están interconectadas entre sí por chimeneas (Raisbore y Alimak) formando los circuitos de ventilación que son requeridos para que tanto el personal como los equipos trabajen adecuadamente. Este sistema descrito tiene un objetivo principal mover el aire fresco dentro de la mina, y una vez utilizado extraer este aire viciado hacia superficie.

Para el sistema de ventilación de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio el aire fresco ingresa a través de 6 accesos { Túnel galera Nv 5, Túnel Huacracochoa Nv 5, Túnel San Nicolas Nv 0, BP 057 Nv 0, la columna de RBs de borachitos Nv 0 al Nv 11 (Rb 03, Rb 05, Rb 15, Rb 19) y la RP 212} ) mientras que el aire viciado se evacua a superficie por 2 chimeneas Raise Bore de la zona de la RP 714 y la columna de Rbs (Rb 12 ,Rb 13 Y Rb 14) y en la zona Ariana la columna de Rbs ( Rb 22 Y Rb 23 ) El sentido que recorre del aire es de Oeste a Este.

La distribución del aire fresco para la mina se describe de la siguiente manera:

- Para el encausamiento del aire fresco del Nv 5 hacia el Nv 8 la Rp Ticlio, Rp 940 Y EL Bay Pass 572 capta aire proveniente del túnel Galera, Túnel Huacracochoa, Bay pass 057, Túnel San Nicolas y Rampa

212 que por el Rb 24 baja el aire fresco para la zona del Nv 8 las cuales se distribuyen mediante chimeneas cortas.

- Al Nv 11 llega el aire fresco mediante la columna de Rbs (Rb 03, Rb 05, Rb 15 y Rb 19) con un diámetro de 3m.

El encauzamiento del aire viciado para la mina se describe de la siguiente manera:

- El aire viciado de la zona Ariana es extraído por la columna de Rb 22 y Rb 223, que tiene un diámetro de 3.05m y una longitud de 440m en dos tramos. El primer tramo va del Nv 8 hacia el Nv 3 y tiene una longitud de 220m. El segundo tramo va del Nv 3 hacia superficie y tiene una longitud de 228m, donde están instalados dos ventiladores de 110,000 y 110,000 CFM.

El aire viciado de la zona de la rpa 714 es extraído por la columna de Rbs (Rb 12 Rb 13 y Rb 14) que tiene un diámetro de 2.44m y una longitud de 320m. Este tramo va del Nv 10, Nv 8, Nv 5 donde se tiene instalado un ventilador de 100,000 CFM y del Nv 5 a Superficie esta columna capta el aire viciado proveniente de toda la rampa 714, que va del Nv 7 hacia el Nv 11.

#### **2.2.4.2. Requerimiento de Aire Mina Austria Duvaz unidad Ticlio**

El titular minero está obligado según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS-023-2017-EM, Art. 246°, (Subcapítulo VIII). El titular de actividad minera debe velar por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran

afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables.

En todas las labores subterráneas se debe mantener una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo con el número de trabajadores, con el total de HPs de los equipos con motores de combustión interna, así como para la dilución de los gases que permitan contar en el ambiente de trabajo con un mínimo de diecinueve punto cinco por ciento (19.5 %) de oxígeno.

Este requerimiento se ha calculado considerando el personal de compañía y las diferentes empresas especializadas que laboran en interior mina, con el criterio de priorizar la guardia de mayor afluencia de trabajadores.

En la siguiente tabla. Se muestra la cantidad de personal de Mina, cantidad con la cual se realizará el cálculo.

**Tabla 1. Fuerza laboral ticlio.**

AREA	VOLCAN S.A.A.	EMPRESA ESPECIALIZADA
MINA	30	311
ADMINISTRACION	6	49
MANTENIMIENTO	1	1

**Tabla 2. Requerimiento de aire para personal ingresante a mina.**

NECESIDADES DE AIRE FRESCO			
Para personal			
Compañía :	10 hombres x guardia		
Contratas :	66 hombres x guardia		
Total :	76 hombres x guardia		
6 m <sup>3</sup> / min / hombre guardia		456 m <sup>3</sup> /min	16,106 CFM
3 m <sup>3</sup> / min / hp			

Según el Decreto Supremo N° 023-2017-EM, el caudal requerido por HP es de 3 m<sup>3</sup>/min. Se considera Factor de simultaneidad 1. En la siguiente se muestra el requerimiento de aire para equipos diésel.

**Tabla 3. Requerimiento de aire para equipos diesel.**

Para Equipos									
ITEM	EQUIPOS	CANTIDAD	HP	HP TOTA	HR/PRO G	HR/GDIA	FACT. SIMULT.	M3/MIN	CFM
1	cat R1600	3	270	810	12	12	1.00	2430	85,645
2	ST 1030	1	250	250	12	12	1.00	750	26,434
3	JUMBOS	2	70	140	12	12	1.00	420	14,803
4	CAMIONETAS	7	75	525	12	12	1.00	1575	55,511
5	CAMION DE SERV.	1	135	135	12	12	1.00	405	14,274
6	Robot	1	90	90	12	12	1.00	270	9,516
7	Mixer	2	100	200	12	12	1.00	600	21,147
8	Speider	1	40	40	12	12	1.00	120	4,229
9	Paus	1	40	40	12	12	1.00	120	4,229
10	Dumper	1	300	300	12	12	1.00	900	31,721
11	Bolter	2	70	140	12	12	1.00	420	14,803
12	Volquetes	6	400	2400	12	12	1.00	7200	253,764
								<b>15210</b>	<b>536,076</b>
<b>TOTAL NECESIDADES DE AIRE</b>						<b>15,666 m<sup>3</sup>/min</b>		<b>552,182 CFM</b>	

A partir de los caudales requeridos para personal y equipos Diesel, se estima el requerimiento total de aire, mostrada en la siguiente tabla, el resultado que el requerimiento es para equipos Diesel 97% del caudal que se necesita en interior mina.

**Tabla 4. Requerimiento global de caudal de aire para interior mina**

RESUMEN	CAUDAL REQUERDIDO		
	M3/MIN	CFM	% DISTRIBUCION
Personal	456	16,106	3%
Equipos	15,210	536,076	97%
Total	15,666	552,182	100%



*Ilustración 5. Disposición de requerimiento de aire.*

#### **2.2.4.3. Medición de aforos de mina**

- Levantamiento de ventilación

La mina cuenta con un esquema de aforos en las principales entradas y salidas de aire para calcular el balance global de aire.

En la medición de aforo de aire, se definieron las bocaminas y chimeneas activas de la mina para realizar el cálculo de los flujos para el balance de aire.

- Equipos de Medición

Instrumentos de ventilación usados con certificados de calibración.

- ✓ 01 medidor Multifuncional digital Testo 435-4 (anemómetro)
- ✓ 01 sonda Testo 435-4 - Sonda molinete de 60 mm Ø
- ✓ 01 distanciómetro

- ✓ 01 tubo de humo
- ✓ 01 cronómetro digital

Se muestra los resultados en la siguiente Tabla:

**Tabla 5. Resumen de puntos medidos**

INGRESO					
Labor	AREA (m2)	V. Promedio (m/min)	Caudal (m3/min)	Caudal (CFM)	
Tunel Galera	15.60	244.93	3,821	134,877	
By Pass 057	16.40	204.10	3,347	118,158	
Columna Rb 03	2.50	301.50	754	26,607	
Tunel Huacracocha	3.50	268.80	941	33,210	
Tunel San Nicolas	0.90	85.90	77	2,729	
Rampa 212	16.10	215.60	3,471	122,532	
<b>Total</b>			<b>12,411</b>	<b>438,113</b>	
SALIDA					
Labor	AREA (m2)	V. Promedio (m/min)	Caudal (m3/min)	Caudal (CFM)	
Rb 12	4.52	1,043	4,713	166,355	
Rb 23	10.52	429	4,518	159,494	
<b>Total</b>			<b>9,231</b>	<b>325,849</b>	

#### 2.2.4.4. Balance de Ventilación de Mina

La cobertura actual del sistema de ventilación es de 79.34 %, siendo la demanda total 552,182 CFM, teniendo un déficit de volumen de aire de 114,069 CFM. Se muestra los resultados en la siguiente Tabla:

**Tabla 6. Balance global**

COBERTURA		
<b>INGRESO</b>	438,113	CFM
<b>SALIDA</b>	325,849	CFM
<b>TOTAL NECESIDAD DE AIRE</b>	552,182	CFM
<b>COBERTURA (%)</b>	79%	

#### 2.2.4.5. Fuerza laboral

A enero del 2016, la Unidad de producción Ticlio cuenta con una fuerza laboral total de 398 colaboradores, conformado por colaboradores de la planilla Austria Duvaz y planilla de terceros (Empresas Especializadas, E.E.), que representa del total el 9% y 91% respectivamente.

*Tabla 7. Distribución de personal por área mina Ticlio*

AREA	VOLCAN S.A.A.	EMPRESA ESPECIALIZADA
MINA	30	311
ADMINISTRACION	6	49
MANTENIMIENTO	1	1

#### 2.2.4.6. Equipos Mina

Actualmente la flota de equipos está centrada en operaciones mina para ejecutar las actividades unitarias de perforación para frentes y tajos, limpieza o carguío de mineral, acarreo, transporte, mantenimiento de vías, sostenimiento, servicios de personal, etc.

La Mina Austria Duvaz Unidad Ticlio cuenta con una flota de 13 equipos, que suman los equipos de Austria Duvaz y Terceros.

*Tabla 8. Flota de equipos mina Ticlio.*

EQUIPOS	TERCEROS	VOLCAN	TOTAL
Empernadores		2	2
Jumbo Frontonero		3	3
Scoop	1	3	4
Dumper		1	1
Minicargador	1		1
Retroscaler		1	1
Scaler		1	1
<b>Total General</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>13</b>

## 2.2.5. Seguridad y Salud Ocupacional

### 2.2.5.1. Resumen del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional aplicado en la Unidad Ticlio.

El año 2012 se realizó la evaluación de la Cultura de Seguridad de Mina Austria Duvaz unidad Ticlio por la empresa Consultora Du Pon, obteniendo un resultado de Cultura Dependiente, ver Ilustración 6. En ese entonces contábamos con el OSHAS 18001. El año 2013 se inició a reestructurar nuestro sistema de Gestión de Seguridad, creando nuestro propio sistema en base a los 4 pilares soportados por 9 temáticas. Por otro lado, también se conformaron los comités operativos Nivel IV de: Mina, Planta, Mantenimiento, Proyectos y Soporte. Nivel III de la unidad, quienes son los responsables de gestionar los 12 riesgos críticos y las 9 temáticas.

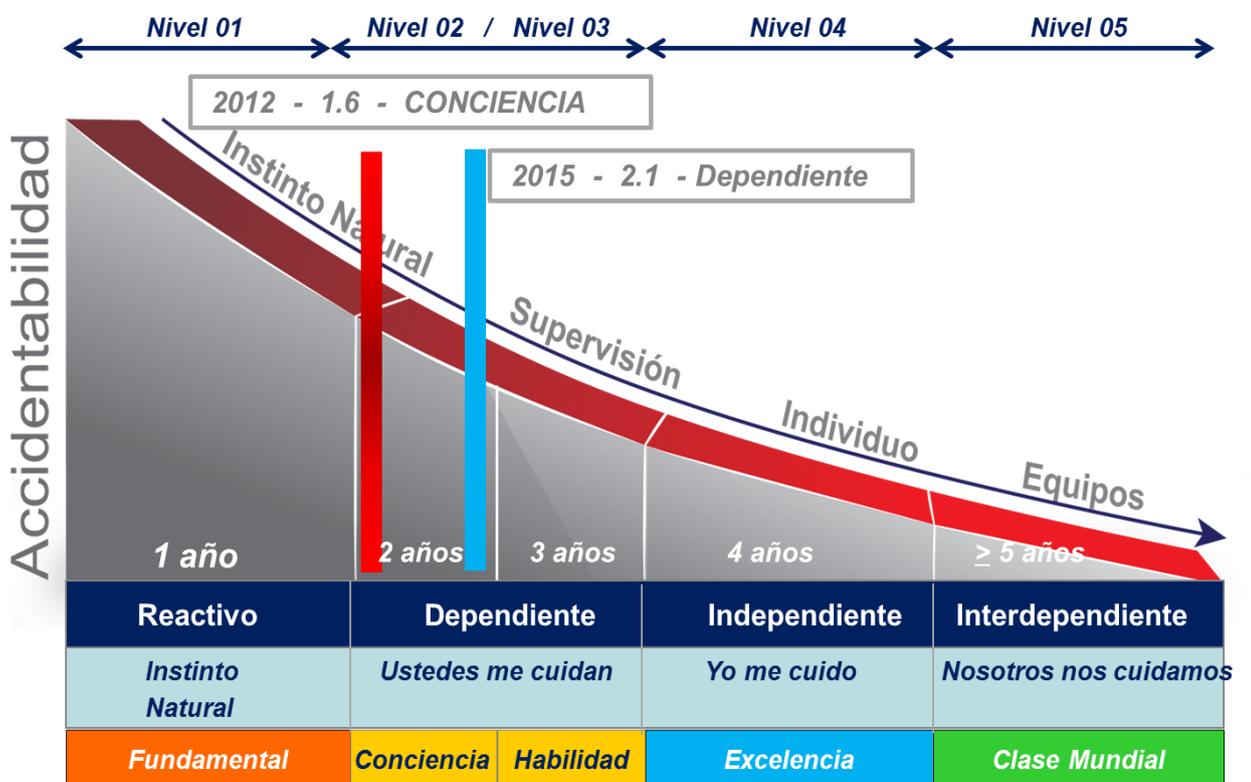


*Ilustración 6. Sistema integrado de gestión.*

### 2.2.5.2. Comentarios de los resultados de los últimos años

De acuerdo a la última evaluación para fines de diciembre del año 2014 iniciamos una Cultura Independiente, donde se puede observar mayor compromiso de la línea de mando de las diferentes áreas de la unidad.

De acuerdo a la última evaluación para fines de diciembre del año 2014 iniciamos una Cultura Independiente, donde se puede observar mayor compromiso de la línea de mando de las diferentes áreas de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio. Para el mes de abril del año 2016 se realizará la evaluación del progreso de la Cultura de Seguridad, donde estableceremos nuevas estrategias para alcanzar la Interdependencia de San Cristóbal. Para el mes de abril del año 2016 se realizará la evaluación del progreso de la Cultura de Seguridad, donde estableceremos nuevas estrategias para alcanzar la Interdependencia.



Los indicadores de seguridad muestran que debemos de establecer objetivos y estrategias para reducir el índice de frecuencia de accidentes

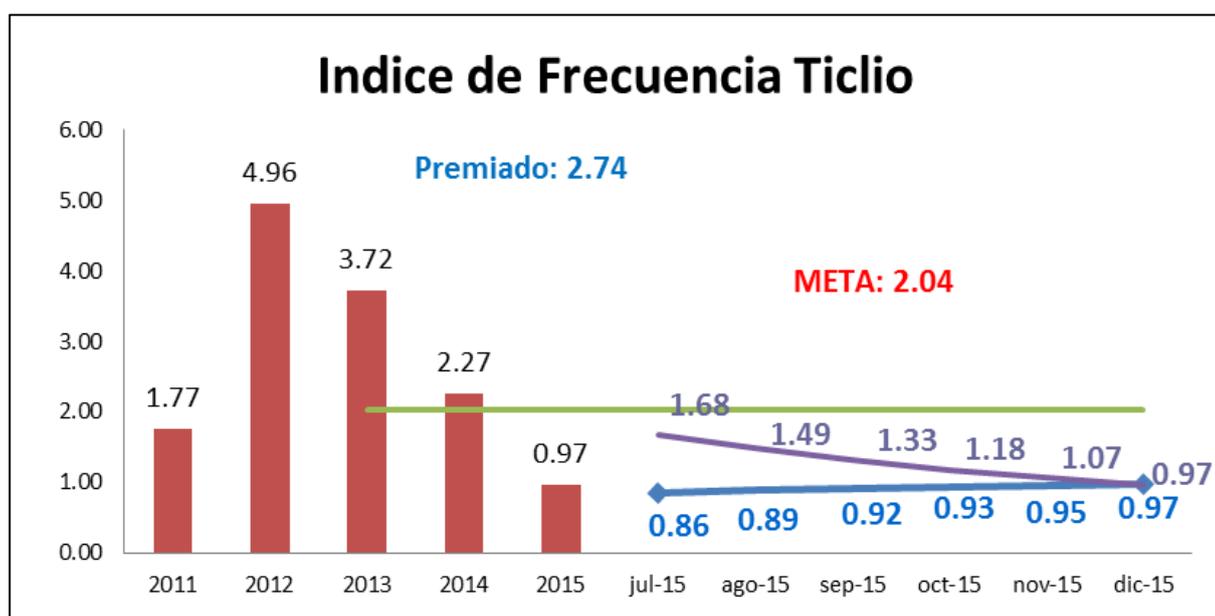
incapacitantes, ya que en los últimos tres años se mantiene mayor a uno, esto se verá reflejado en el índice de accidentabilidad.

**Tabla 9. Resultados de seguridad unidad Ticlio.**

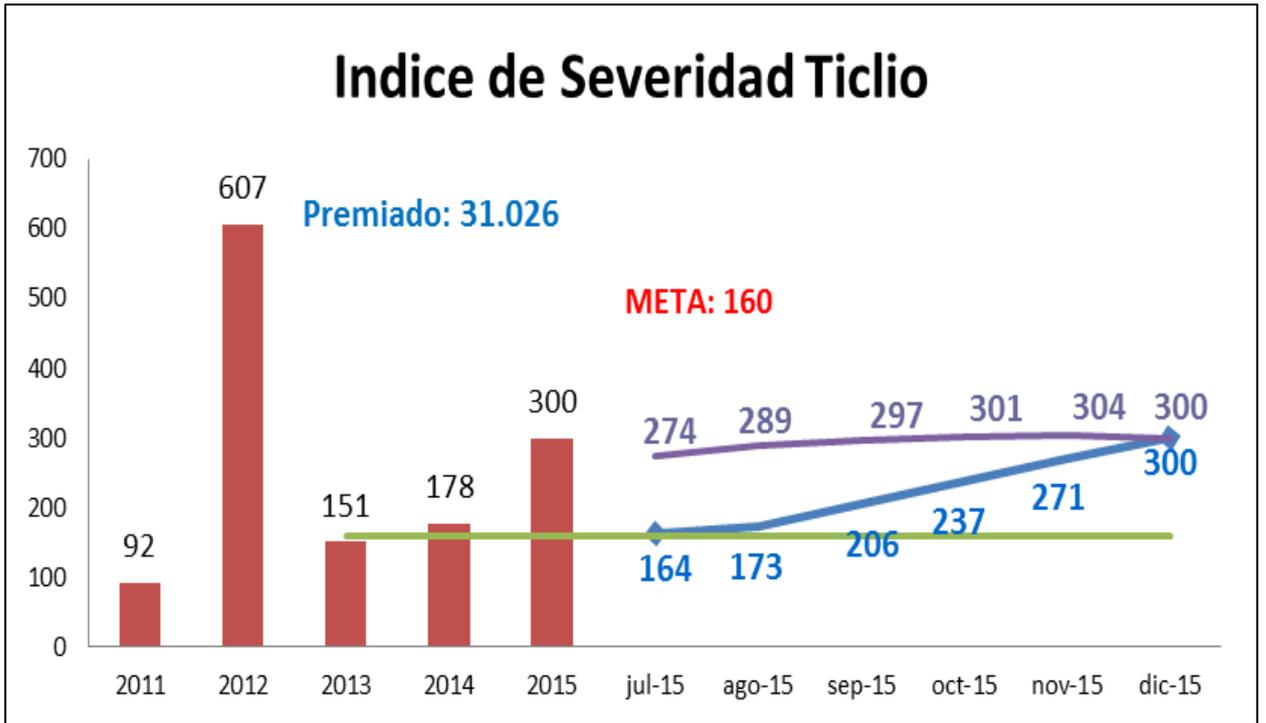
<b>Ticlio</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Accidentes Mortales	0	0	0	0	0
Accidentes Incapacitantes	7	7	5	3	1
Accidentes Leves	11	8	11	3	5
Accidentes a la Propiedad	0	16	9	7	6
Accidentes Comunes					

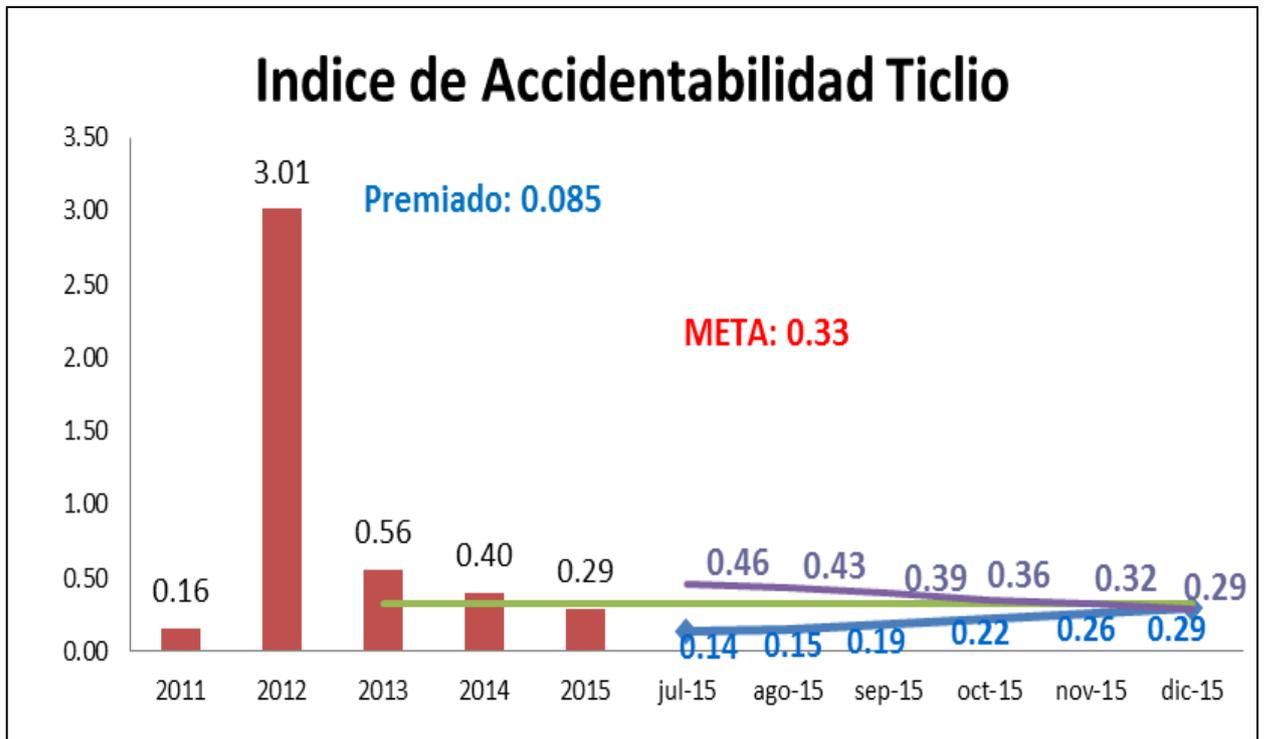
<b>Indices</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Accidentabilidad	0.94	3.01	0.56	0.40	0.29
Indice de Frecuencia	5.02	4.96	3.72	2.27	0.97
Indice de Severidad	186	607	151	178	300
Indice de Frecuencia + Leves	12.90	10.63	11.91	4.53	5.81
Indice de Frecuencia Daños P.	0.00	11.34	6.70	5.29	5.81
Horas hombre trabajadas	1,394,990	1,410,497	1,343,418	1,323,564	1,031,825
Dias perdidos por accidentes	260	856	203	235	310



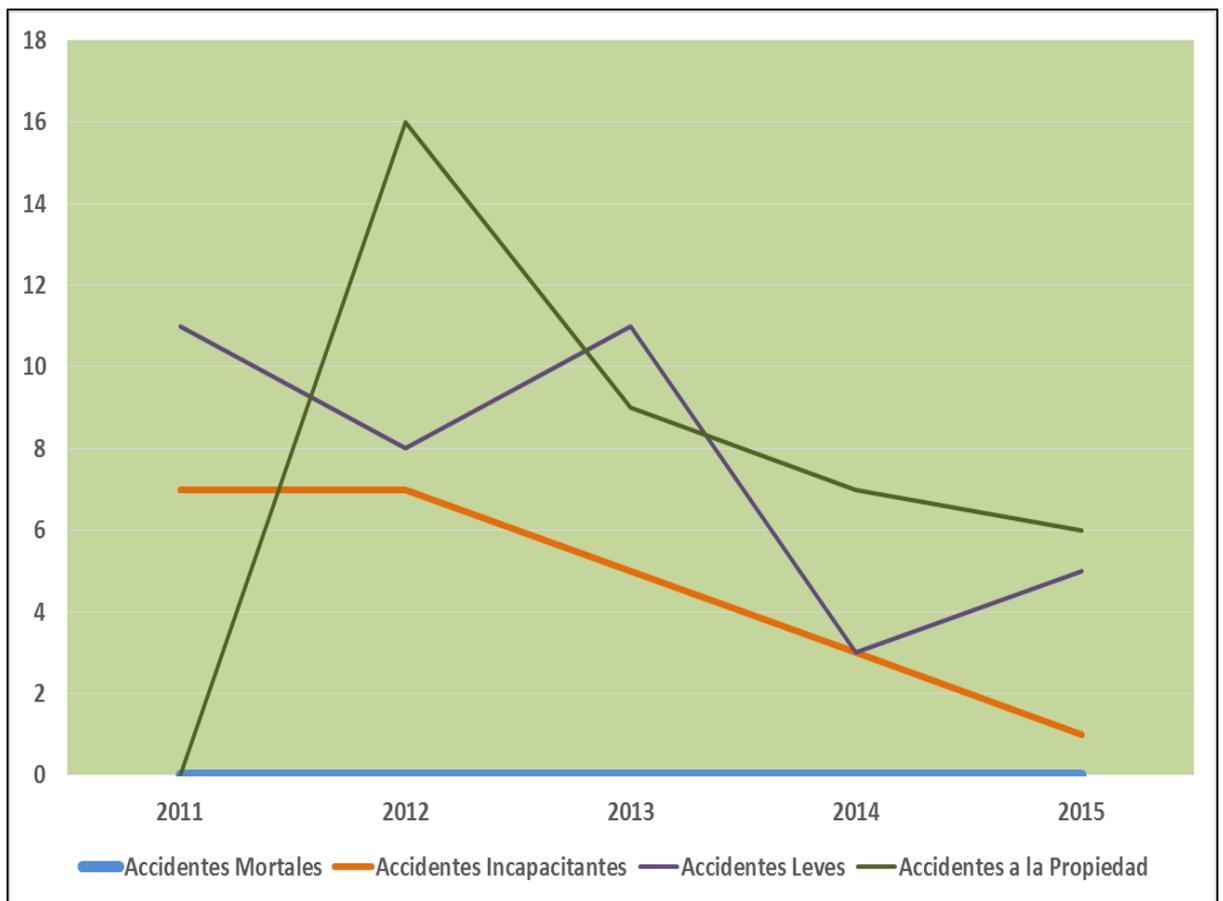
**Ilustración 7. Sistema integrado de gestión - meta.**



*Ilustración 9. Índice de severidad*



*Ilustración 10. Índice de accidentabilidad*



*Ilustración 11. Estadística de los resultados en seguridad*

**Legenda:**

**AM,** Accidentes Mortales

**AI,** Accidentes Incapacitantes

**AL,** Accidentes Leves

**AP,** Accidentes a la Propiedad.

**2.2.5.3. Debilidades identificadas en la gestión de seguridad en la Mina**

**Austria Duvaz unidad Ticlio.**

- Falta de mayor compromiso de los guardianes de los 12 riesgos críticos y 9 temáticas de nuestro sistema de gestión de seguridad.

- Falta de culminar los PETS para las diferentes actividades de los comités de Mina, Planta, Mantenimiento, Proyectos y Soporte.

#### **2.2.5.4 Acciones Planteadas a corto y mediano plazo para la mejora continua.**

##### **Objetivo General:**

- Identificar las causas básicas que generaron el accidente desde el año 2010 hasta la actualidad y en función a ello reforzar los comportamientos seguros en la supervisión de línea de mando, alineados al cambio de cultura de nuestra empresa la INTERDEPENDENCIA.
- Al 2018 reducir el índice de accidentabilidad a 0.25, siempre dado mayor impulso el proyecto de cambio de cultura.
- Implementación completa las 9 temáticas de herramientas de Gestión y los 12 riesgos críticos identificados.
- Al 2021, personal y supervisor con una actitud totalmente interdependiente, donde el primer valor sea la prevención y la seguridad.

##### **Objetivo Específico:**

- Capacitación y entrenamiento a la supervisión en general en competencias y/o habilidades personales: liderazgo, comunicación efectiva, trabajo en equipo, hablar en público, actitud proactiva, etc.
- El desarrollo de los Programas de Gestión y Control Operacional que serán ingresados al Sistema SSOMAC.
- Validar los programas de seguridad de las ECM que se encuentran en el cuadrante cuatro de Gestión de Contratistas.

- Realizar el seguimiento de los programas de Gestión y Control operacional de cada área en forma mensual y semanal de las ECM.
- Cumplir con los programas de ACS por áreas al 100% en forma mensual para reducir los comportamientos de riesgos y reconocer los comportamientos seguros.
- Levantar al 95% los comportamientos incapaces identificados en las ACS realizadas por los supervisores auditores.
- Cumplir al 98% de los Coach programados en los comités de Mina, Planta, Mantenimiento, Proyectos y Soporte.
- Direccionar las ACS en las actividades de los riesgos críticos de Bloqueo de Energías, Vehículos móviles, Ventilación, Trabajos en Altura y Caída de Rocas.
- Asegurar la capacitación y entrenamiento en ACS a los nuevos supervisores que ingresen a la unidad a través del proceso de Inducción.
- Implementación total de los procedimientos de trabajo seguro PETS, La Mina Austria Duvaz unidad Ticlio tendrá efectuado, todos los procedimientos de trabajo seguro disponible en el Sistema SSOMAC, de manera que esté al alcance de todos los usuarios de las distintas actividades de la Unidad, se verá el Índice de Disponibilidad, Índice de Calidad de Procedimiento, índice de Comunicación de los procedimientos, Índice de Cumplimiento, finalmente el Índice de DO.
- Realizar un Análisis Crítico en función a todos los accidentes ocurridos en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, sea accidentes leves, incapacitantes y con daños a la propiedad, relacionarlos las causas Básicas a los 12 Riesgos Críticos identificados, de aparecer un nuevo

Riesgo Crítico, evaluar su frecuencia y darle un tratamiento adecuado según sea el caso.

- Realizar trabajos adicionales de mejoras en interior mina, tales así como la implementación de los carteles alusivos a Seguridad y Salud Ocupacional, en Tunel Galera y la Rp Ticlio.
- Implementar en su totalidad los Riesgos Críticos de Caída de Roca, Vehículos Móviles, Energía eléctrica y Bloqueo de Energía, que son los críticos en Gestión de Riesgos, los encargados será los guardianes de cada uno.
- Realizar el seguimiento del levantamiento de las alertas de seguridad por los responsables de área reportadas en el Sistema SSOMAC cada vez que se presente en el plazo establecido.
- Elaborar en forma mensual el programa de momento de seguridad para los 12 Riesgos Críticos por los guardianes y realizar su seguimiento para su cumplimiento al 100%.
- Auditar en cumplimiento legal a las empresas contratista de acuerdo al estándar de Gestión de Contratistas de acuerdo al nivel de riesgo clasificados por cuadrantes.
- Levantar las observaciones dejadas por OSINERGMIN hasta cumplir el 100% dentro de los plazos establecidos.
- Realizar la inspección mensual por el comité central de Yauli y levantar al 90% de las observaciones dejadas dentro del plazo establecido.
- Elaborar el programa de inspecciones teniendo en cuenta los 12 riesgos críticos, incidentes, accidentes que se reportaron.

- Desarrollar programa para los PAREs preventivos en forma semanal que estén orientados al cuidado de manos, cabeza, reglas de oro y a los 12 riesgos críticos.

#### **2.2.5.4. Estrategias para Prevenir la Ocurrencia de Accidentes**

Las estrategias adoptadas para la prevención de accidentes, tendrán como marco principal la aplicación de la nueva Política de Seguridad y Salud Ocupacional de la Empresa (SSOMAC), de la aplicación de las herramientas de gestión y de los cuatro pilares de nuestro sistema SGI SSOMAC y sus 9 temáticas:

##### **Estrategias de Gestión.**

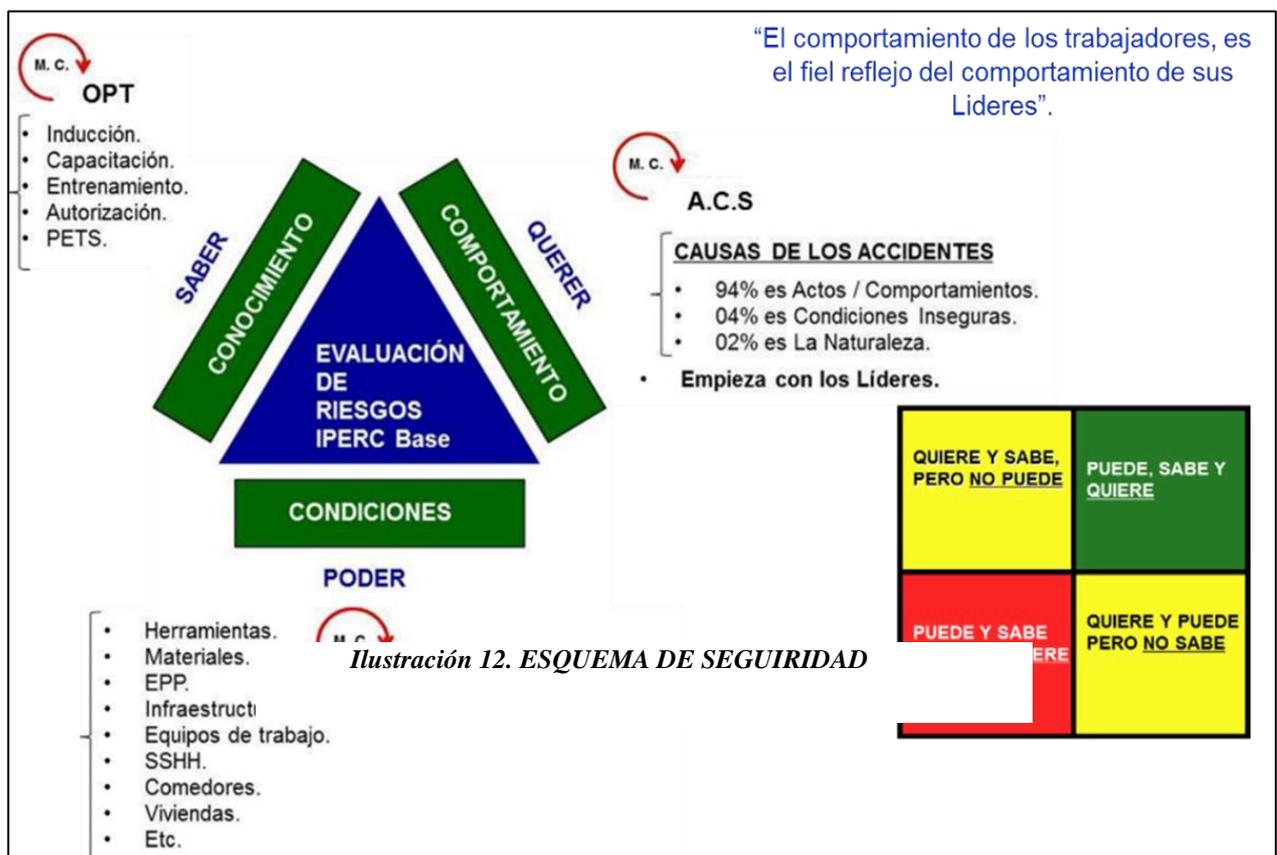
- La Superintendencia de Seguridad brindará el soporte para la elaboración de los programas de gestión y control operacional, para esto cada Superintendente y jefe área designará un responsable. Estos programas serán elaborados y aprobados por cada Superintendente, Jefe de Área, Seguridad y Gerencia de Operaciones.
- Para la elaboración de nuestros programas de Gestión se tendrá en cuenta que para reducir los riesgos se requiere de una inversión, mientras que en los programas de control operacional trabajaremos con las herramientas de gestión.
- En los comités ordinarios de seguridad se revisará el cumplimiento de los programas de Gestión y Control Operacional elaborados por cada Área, en caso de incumplimiento se establecerán planes de acción.
- En los comités operativos nivel IV y III se revisarán y analizará el cumplimiento del programa de ACS, levantamiento de comportamientos

incapaces, calidad de ACS, capacitación de auditores y cumplimiento de cantidad de Coach.

- Continuar con la elaboración de PETS para las áreas de Mina, Planta, Mantenimiento y Proyectos, este proceso será soportado por el Ingeniero de Cambio de Cultura y la Superintendencia de Seguridad.
- Continuar con la implementación de los Riesgos críticos de Trabajo en Altura, Bloqueo de Energía, Caída de Rocas, Vehículos móviles y Herramientas manuales, esto se implementará con los programas de Gestión para cumplir el estándar, con el soporte del Ingeniero de Cambio de Cultura y la Superintendencia de Seguridad.
- En los despachos de guardia y en los lugares donde se reportan las alertas se realizará el seguimiento para su levantamiento en el sistema, en forma semanal se enviará el informe de seguimiento a la Gerencia.
- En el mes de enero se elaborará el programa de auditorías para las empresas contratista, las empresas que obtienen una calificación baja se programará una reunión con su Gerencia, el área responsable y la Superintendencia de Seguridad para exponer su plan de acción y mejorar su Gestión de Seguridad.
- Continuar con campañas de sensibilización de PARE preventivo semanal que será dirigido por las áreas o ECM, orientados a los 12 riesgos críticos, cuidado de manos, cabeza y reporte de accidentes.
- Las actas de cierre de las supervisiones de OSINERGMIN serán ingresadas al sistema SSOMAC, el levantamiento de estas observaciones es responsabilidad de cada Superintendente o Jefe de área solicitando el apoyo a la Gerencia si requiere de una inversión. El seguimiento estará

a cargo del área de seguridad y Legal Lima que se realizará en forma semanal y en forma mensual se emitirá un informe del avance del levantamiento al comité nivel II.

- Para las inspecciones se elaborará un programa con la participación de la Gerencia de la Unidad de Yauli que se realizará una vez al mes, de las recomendaciones de estas inspecciones será ingresadas al sistema SSOMAC para realizar su seguimiento en forma semanal.
- En la elaboración del programa de inspecciones se realizará juntamente con la participación de los representantes de los trabajadores teniendo en cuenta los doce riesgos críticos, estadística de incidentes y accidentes.
- Cumplimiento a las recomendaciones, dentro de los plazos previstos, que emiten las áreas de Geomecánica y Seguridad. Prevenir los accidentes de diferente naturaleza soportado por los comités involucrados.



### 2.3. Definición de términos básicos

**Bocamina.** Boca o entrada de una mina.

**Buzamiento.** Es el Angulo de la veta, estrato o manto que forma con respecto a la horizontal y se mide en un plano vertical.

**Burden.** Es la distancia perpendicular hacia la cara libre.

**Caballo.** Es la zona estéril de considerable tamaño que se presenta dentro de la veta generalmente del mismo material de las rocas encajonantes.

**Caja Piso.** Es la roca que se encuentra debajo de la veta.

**Caja Techo.** Es la roca sobre el lado superior de una veta inclinada.

**Cuerpo (Ore Body).** Son depósitos de minerales, grandes e irregulares sin forma, ni tamaño definido.

**Desmonte.** Es todo material estéril que no posee valor económico.

**Diseminaciones.** Son yacimientos mineralizados donde los granos de mineral están dispersos dentro de la masa rocosa.

**Discontinuidad.** Es un término usado en geología para designar los límites, especialmente en el interior de la Tierra, entre capas con rocas de densidades diferentes.

**Diaclasa.** Es una fractura en las rocas que no va acompañada de deslizamiento de los bloques que determina, excepto una mínima separación transversal. Se distinguen así de las fallas, fracturas en las que sí hay deslizamiento de los bloques.

**Espaciamiento.** Es la distancia de taladro a taladro.

**Explotación.** Es un proceso de minado para extraer el mineral económico utilizando los diversos métodos de explotación para posteriormente ser beneficiado en la planta concentradora.

**Ganga.** Zona no valiosa del mineral que está asociada a la parte con buena ley. Este concepto es relativo puesto que varía de acuerdo con el tiempo, las cotizaciones y la ley del mineral.

**Geomecánica.** Es el estudio de cómo se deforman los suelos y las rocas, hasta terminar a veces en su falla, en respuesta a los cambios de esfuerzos, presión, temperatura y otros parámetros ambientales.

**Hilos.** Vetillas de mineral muy delgadas que se cruzan entre sí.

**Hito.** Poste de piedra o cualquier señal clavada en el suelo que sirve para marcar el límite de un territorio o de una propiedad, o para indicar las distancias o la dirección en un camino.

**Lentes.** Es el yacimiento de forma lenticular cuya potencia disminuye hacia su contorno. El largo de los lentes es de decenas de metros.

**Mantos.** Cuerpo mineralizado en forma tabular, generalmente se encuentran en posición horizontal o ligeramente inclinado menor de 30°, relativamente de considerable potencia.

**Mena.** Parte más valiosa del mineral a partir del cual se puede obtener económicamente uno o más metales.

**Mineral.** Materia inorgánica de origen natural que compone la corteza terrestre, posee un valor económico y constituido por 2 elementos: La mena y la ganga. También es una materia inorgánica.

**Minería.** Parte de la industria que se ocupa de la búsqueda, extracción, beneficio y venta de los minerales y rocas de rendimiento económico.

**Pilar.** Bloque sólido de mena o de roca dejado en su lugar para estructuralmente sostener el pozo de acceso a la mina, las paredes o el techo de la mina.

**Potencia.** Espesor o ancho de un yacimiento mineralizado que se mide perpendicular a las cajas.

**Rumbo.** Es la orientación de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético y se mide en un plano horizontal.

**Veta o Filón.** Son pequeñas ranuras de la corteza terrestre rellena con mineral, generalmente inclinada mayor a 30° con desarrollo regular en longitud, ancho y profundidad.

**Yacimiento de Mineral.** Compuesto de uno o más minerales que contiene sustancias metálicas aprovechables cualquiera que sea su tamaño o la forma que presenta el conjunto.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente permite incrementar la producción en la Mina Ticlio.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- a) Con la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente incrementaremos la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio.
- b) Con la determinación de los parámetros geotécnicos, efectuaremos la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente.

## 2.5. Identificación de las Variables

### 2.5.1. Variable Independiente:

X: Aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente.

### 2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Incrementar la producción.

### 2.5.3. Variable Interviniente

Mina Atacocha.

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente.	<p>Se planteo esta mejora en la excavación de vetas angostas para incrementar la producción. Para que el proceso de explotación de minerales sea más dinámico y se pueda cumplir las metas programadas de acuerdo a los estándares, y a bajos costos.</p> <p>En la actualidad toda empresa minera requiere una serie de cambios para mejorar sus costos en todos sus procesos del método explotación y se busca optimizar sus eficiencias en el ciclo de minado.</p> <p>Actualmente en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio el costo del método de explotación corte y relleno ascendente es alto. Con la nueva aplicación de los taladros largos para la explotación de vetas angostas se espera reducir los costos e incrementar la producción.</p>	Eficiencia	Ciclo de minado
				Producción dinámica
			Calidad	Reducir la dilución
				Mejoras en la Producción
				Ciclos afectivos
			Economía	Incremento de la Producción
Reducción de costos				

Fuente: Elaboración propia.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Incrementar la producción.	Las condiciones geomecánicas de la Mina Ticlio favorecen la aplicación de tres métodos de minado que actualmente se vienen utilizando:	Planeamiento	Evaluación Geomecánica
				Evaluación Geotécnica
				Parámetro Geotécnicos

		Bench and Fill (AVOCA) en Vetas y el Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill – C&F) con taladros horizontales (Breasting) en Vetas, Cuerpos se aplica el método de corte y Relleno ascendente con pilares con taladros horizontales, por lo que se consideró aplicar los taladros largos en el proceso de minado por corte y relleno ascendente, que mejorara la producción en vetas angostas de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio.	Organización	PETS
				Capacitación
				Cumplimiento de los procedimientos
			Operación	Aplicación de los estándares
				Paralelismo
				Cumplimiento del plan de voladura
			Control	Check List
				OPTs
				Observación de tareas, Seguridad

*Fuente: Elaboración propia.*

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El Tipo la investigación es una investigación aplicada, porque haremos uso de conceptos, teorías sobre Aplicación de taladros largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el método explotación de corte y relleno ascendente para incrementar la producción-mina Austria Duvaz unidad Ticlio. Este es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel es descriptivo y correlacional porque describiremos el comportamiento de la variable dependiente que es Incrementar la producción.

#### **3.3. Métodos de la Investigación.**

Principales métodos aplicados en la investigación son:

- Experimento.
- Observación.
- Entrevista cara a cara.

- Información por Internet.
- Encuestas autoadministradas a personas o grupos.

El método de investigación es lógico donde se desarrolla el análisis, la deducción y el resumen, de la misma manera se obtiene resultados mediante la observación que se aplica al objeto del estudio.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

1. Descripción del problema
2. Preparación del proyecto de investigación.
3. Procesos previos del estudio a realizar.
4. Realización del trabajo de campo.
5. Procesos de depuración, codificación y tabulación.

El diseño de investigación corresponde a la investigación cuantitativa, Descriptiva, correlacional; Causal-comparativa, experimental y Cuasi-experimental, en la cual se detalla la aplicación de los taladros largos en vetas angostas al método de explotación de Corte y Relleno Ascendente y los resultados de la investigación.

### **3.5. Población y Muestras**

#### **a. Población**

Está conformado por todo el personal que labora en la producción de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

#### **b. Muestra**

La muestra son los resultados del proceso de investigación, que nos dan a detalle la comparación con el método de excavación anterior con la aplicación de los taladros largos en vetas angostas.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.6.1 Técnicas**

##### **Descripción de las técnicas de recolección de datos**

- **Recopilación de datos**

En proceso del trabajo de campo, realizado en las labores de incidencia para la investigación.

- **Observación directa del proceso**

Se realizó observaciones directas a los resultados de nuevo método de excavación.

- **Búsqueda de información bibliográfica, antecedentes de la mina Ticlio.**

Información alcanzada gracias a la gerencia de la empresa.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Los principales instrumentos utilizados en la investigación son:

##### **Materiales y equipos**

- ✓ Antecedentes de la mina.
- ✓ Encuestas a los trabajadores de operación mina
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Laptop personal e Impresora

##### **Software**

- ✓ Datamine
- ✓ Microsoft Office

### **3.7. Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación.**

- Revisión de fuentes bibliográficas de estadísticas
- Observaciones del personal, con fundamentos teóricos sobre el tema.

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

El proceso y análisis de datos se realizará en el Datamine y Excel, para determinar los parámetros estadísticos de todo el estudio de investigación.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Datamine y Microsoft Excel para el tratamiento estadístico de los datos.

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

Mantener un buen registro de todas las actividades de la investigación e informar sus datos de la manera más cuidadosa y objetiva posible. Evitando fabricar, manipular o tergiversar datos de los trabajos que he realizado in situ en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

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

##### **4.1.1. Geomecánica**

El este capítulo se detalla el análisis geotécnico de acuerdo a las recomendaciones realizadas por el Departamento de Geomecánica, que fueron entregadas al Área de Planeamiento.

La información analizada proviene de mapeos geomecánicos realizados en: Zona Victoria - Rp.940, Zona La Paz - Rp. 560 y Rp.580, además de los niveles: Nv.1700, Nv.1750, Nv.1800, Nv.1850, así como también de la información obtenida de trabajos desarrollados por el área de Geología.

Estas recomendaciones fueron utilizadas en conjunto con las diferentes áreas (Geomecánica – Geología – Mina), para llevar un buen control de las actuales condiciones del macizo rocoso.

##### **4.1.2. Investigaciones básicas**

El registro de la información geomecánica se efectuó a partir del mapeo geomecánico de la masa rocosa expuesta en las excavaciones de las labores mineras

subterráneas ubicadas en distintos niveles de la mina. Por lo tanto, se aprovechó toda la información de interés desarrollada por del Departamento de Geología de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio

#### **4.1.3. Aspectos Litológicos**

Las características litológicas simplificadas en la masa rocosa de Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, indican la presencia de roca volcánica y filitas, El extremo Oeste de la Veta. abarcando la tercera parte de ella se halla en volcánicos Mitu, el tramo restante de esta veta, así como la zona Victoria y zona La Paz, se hallan ubicadas dentro de las filitas Excelsior. En varios sectores de la zona de filitas, está aparece con alteración de silicificación.

Hacia el extremo Oeste de la Veta. se observa el contacto entre el Volcánico Mitu y las Calizas Pucará, estando entre ellas el Intrusivo San Cristóbal.

#### **4.1.4. Distribución de Discontinuidades**

Como parte de las investigaciones básicas se realizó la caracterización, clasificación y zonificación del macizo rocoso, así como también se realizaron ensayos de resistencia de la roca, análisis de las condiciones de las aguas subterráneas y el cálculo de los esfuerzos in situ.

El mapeo geomecánico realizado derivó en la determinación de los principales sistemas de discontinuidades estructurales en las zonas Victoria y La Paz, los cuales se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 10. Principales sistemas de discontinuidades.**

SISTEMA PRINCIPAL DE DISCONTINUIDADES				
ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3
<b>Zona Victoria</b> Rp. 940	Rumbo / Buzamiento	N51°W / 57° NE	N64°W / 13° NE	N49°E / 64° SE
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	39° / 57°	26° / 13°	136° / 64°
<b>Zona la Paz</b> Rp. 560	Rumbo / Buzamiento	N52°E / 20° SE	S210°W / 57° NW	S170°E / 65° SW
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	142° / 20°	120° / 57°	80° / 65°
<b>NV. 1700, a</b> <b>NV. 1850</b>	Dirección de buzamiento / Buzamiento	210° / 25°	108° / 35°	155° / 38°

A partir de ello se detalla lo siguiente:

- Existen 3 sistemas principales bien definidos. El sistema 1 presenta rumbo NW y tiene moderado buzamiento al NE. Este sistema se halla transversal a la Zona Victoria.
- El sistema 2 presenta rumbo y tiene alto buzamiento al SE. Este sistema está relacionado con el rumbo de la Zona Victoria.
- El sistema 3 tiene el mismo rumbo del sistema 2 pero su buzamiento es contrario al mismo, teniendo alto buzamiento hacia el SE representa a la Zona La Paz.

#### **4.1.5. Aspectos Estructurales**

Las principales características estructurales de las discontinuidades se presentan tanto mayores como menores:

##### **a) fallas:**

Las fallas tienen espaciamientos por lo general de 1 a 10 m, la persistencia es de decenas de metros, la apertura es de 1 a 5 mm, las superficies de las caras son lisas con espejos de falla, presentando ondulaciones. Estas estructuras están rellenas con materiales de panizo, brechas, materiales oxidados y arcillas, el espesor de estos rellenos varía entre 5 y 20 cm. Las fallas constituyen lugares por donde ocurren las filtraciones de agua. El área de

influencia de las fallas alcanza hasta 1 m de espesor, estas fallas representan a la zona Victoria.

Las fallas tienen espaciamientos de 0.5 a 1.0 m, la persistencia es de decenas de metros, la apertura es de 1 a 5 mm, las superficies de las caras son lisas con espejos de falla, presentando reactivaciones. Estas estructuras están rellenas con materiales de panizo, brechas, materiales oxidados y arcillas, el espesor de estos rellenos varía entre 50 cm. y 1m. El área de influencia de las fallas alcanza hasta 1.5 m de espesor, todo lo anterior caracteriza a zona Victoria. También las fallas tienen espaciamientos de 1 a 2.5 m, la persistencia es de decenas de metros, la apertura es de 1 a 5 mm, las superficies de las caras son lisas con espejos de falla, presentando reactivaciones. Estas estructuras están rellenas con materiales de panizo, brechas, materiales oxidados y arcillas, el espesor de estos rellenos varía entre 50 cm. y 1m. Las fallas constituyen lugares por donde ocurren las infiltraciones de agua. El área de influencia de las fallas alcanza hasta 1.5 m de espesor.

**b) Estratos:**

Las características estructurales de las discontinuidades observadas indican lo siguiente: los espaciamientos varían generalmente entre 6 a 20 cm, la persistencia de 3 a 10 m generalmente y en algunos casos mayor de 10 a 20 m, la apertura es menor a 1 mm, la rugosidad de las paredes es ligera, el relleno es suave con espesores menores de 5 mm. Las superficies de los estratos están moderadamente alteradas, y las condiciones de agua subterránea son de mojaditas hasta goteos esporádicos locales, todo lo anterior caracteriza a la zona La Paz.

Los espaciamientos varían entre 6 a 20 cm, la persistencia de 3 a 10 m o hasta mayor de 10m, la apertura es menor a 5 mm, la rugosidad de las paredes es ligera, el relleno es suave con espesores menores de 5 mm. Las superficies de los estratos están moderadamente alteradas, y las condiciones de agua subterránea son de mojadas hasta goteos locales, todo lo anterior caracteriza a Veta La Paz.

**c) *diaclasas:***

Tienen las siguientes características estructurales: espaciamiento varía generalmente entre 6 a 20 cm y localmente < 6 cm y también > 20 cm, la persistencia es menor a 3 m, la apertura es menor a 1 mm, la rugosidad de las paredes es ligera, el relleno es suave con espesores menores de 5 mm, las superficies de las discontinuidades están ligeramente a moderadamente alteradas y las condiciones de agua subterránea son de mojada a goteo local así como presencia de humedad solamente en algunos sectores, estas fallas representan a la zona Victoria. Características estructurales: espaciamiento varía generalmente entre 6 a 10 cm y localmente < 6 cm y también > 10 cm, la persistencia es menor a 3 m, la apertura es menor a 1 mm, la rugosidad de las paredes es rugosa, el relleno es suave con espesores menores de 5 mm, las superficies de las discontinuidades están ligeramente a moderadamente alteradas y las condiciones de agua subterránea son de húmedo a mojado local.

**4.1.6. Clasificación de la masa rocosa**

La clasificación geomecánica de la masa rocosa se realizó utilizando el criterio de Bieniawski de 1989 (RMR – Rock Mass Rating o Valorización del Masa Rocosa).

El criterio de Bieniawski (1989) modificado para esta evaluación a fin de clasificar a la masa rocosa, se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 11. Criterio para la clasificación de la masa rocosa.**

TIPO DE ROCA	RANGO RMR	RANGO Q	CALIDAD SEGÚN RMR
II	> 60	> 5.92	Buena
III A	51 - 60	2.18 - 5.92	Regular A
III B	41 - 50	0.72 - 1.95	Regular B
IV A	31 - 40	0.24 - 0.64	Mala A
IV B	21 - 30	0.08 - 0.21	Mala B
V	< 21	< 0.08	Muy Mala

La calidad de la masa rocosa en Mina Austria Duvaz unidad Ticlio es variable ya que se observa calidad desde Mala B – IV B hasta Buena – II con la distribución en la tabla.

#### **4.1.7. Zonificación geomecánica de la masa rocosa**

Para la zonificación geomecánica de la masa rocosa se han considerado los aspectos litológicos, geoestructurales y de calidad de la masa rocosa. A partir de la masa rocosa descrita, se ha determinado la zonificación respectiva tomando en consideración cada estructura mineralizada en los distintos niveles de la mina. Según esto, en la tabla, se presenta un resumen de la zonificación obtenida de las secciones y que fueron analizadas por el área de geomecánica de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio.

**Tabla 12. Calidad de la masa rocosa por sectores.**

SECTOR	RANGO RMR	CALIDAD DE LA MASA ROCOSA
<b>CU Zona Victoria Rp. 940</b>		
Caja Piso (Intrusivo)	16 - 54	V , IVB , IIIB y IIIA
Mineral	16 - 49	V , IVB , IVA y IIIB
Caja Techo (Caliza)	16 - 65	V , IVB , IVA , IIIB , IIIA y II
<b>VE' Zona la Paz Rp. 560</b>		
Veta	30 - 40	IVA
Caja Techo	40 - 50	IIIB
Caja Piso	40 - 50	IIIB
<b>VE' NV. 1700, NV. 1750</b>		
Veta	36	IVA
Caja Piso (Caliza)	21 - 36	IVA - IVB
Caja Techo (Caliza)	45	IIIB
<b>CU NV. 1800, NV. 1850</b>		
Caja Techo (Caliza)	20	V
Mineral	25	IVB
Caja Piso (Diorita)	25	IVB

Los parámetros de resistencia del macizo rocoso fueron determinados a partir de información histórica e información nueva obtenida a través de ensayos de laboratorio, golpes con el martillo Schmidt, ensayos de carga puntual, compresión uniaxial, compresión triaxial, tracción indirecta y constantes elásticas. Los parámetros de resistencia del macizo rocoso producto del análisis de esta información son mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 13. Parámetros geotécnicos del macizo rocoso.**

SECTOR	LITOLÓGIA	GSI	$\sigma_c$ (MPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	mi	mb	S	Emr (Mpa)	$\nu$
Zona Victoria Rp. 940	Caja Piso (Intrusivo)	52	60	2.7	20	2.346	0.0021	4,681	0.24
	Mineral	36	20	2.8	15	0.861	0.0003	691	0.28
	Caja Techo (Caliza)	34	30	2.7	13	0.683	0.0002	920	0.27
Zona la Paz Rp. 560	Veta	45	50	2.7	15	1.287	0.0009	3,082	0.25
	Caja Techo	55	80	2.7	18	2.311	0.0012	2,570	0.30
	Caja Piso	50	75	2.7	20	0.992	0.0003	1,871	0.30
NV. 1700, NV. 1750	Veta	35	40	2.7	20	1.099	0.0002	1,041	0.27
	Caja Piso (Caliza)	45	60	2.7	20	1.717	0.0009	2,958	0.25
	Caja Techo (Caliza)	35	30	2.7	8	0.920	0.0007	10,597	0.27
NV. 1800, NV. 1850	Caja Techo (Caliza)	26	20	2.7	12	0.441	0.0009	510	0.27
	Mineral	27	25	2.7	10	0.325	0.0003	530	0.27
	Caja Piso (Diorita)	50	75	2.7	20	0.992	0.0003	1,871	0.30

#### **4.1.8. Condiciones de agua subterráneas**

La presencia del agua dentro de la masa rocosa, influye adversamente en las condiciones de estabilidad de las labores subterráneas. Su principal efecto es la presión que ejerce en las discontinuidades, disminuyendo la resistencia al corte y por tanto disminuyendo el factor de seguridad o grado de estabilidad, por ello es importante tomarlo en cuenta.

Según el estudio realizado se ha podido observar que hay significativa presencia de agua principalmente hacia los extremos oeste y este donde se observa flujos que afloran de modo local. También se aprecia filtraciones de los niveles superiores que caen puntualmente en distintos sectores. Como consecuencia de todas estas filtraciones y afloramientos de agua, en las rampas de profundización se puede observar significativa presencia de agua que continuamente está siendo bombeada.

La presencia de agua corresponde a condiciones de humedad y con goteo esporádico llegando a observarse incluso zonas mojadas para la Zona Victoria - Rp.940 y la Zona La Paz - Rp. 560 y en adición a ello se han observado tramos con goteo esporádico, continuo y con flujos mayores en las zonas de los niveles: Nv.1700, Nv.1750, Nv.1800 y Nv.1850.

#### **4.1.9. Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones**

Las condiciones más favorables para la estabilidad ocurren cuando se avanza 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.

Según el arreglo estructural que presenta la masa rocosa de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio y teniendo presente el similar arreglo estructural en las distintas

vetas mineralizadas, la dirección preferencial de avance ocurre cuando las excavaciones son dirigidas de este a oeste o viceversa. Desde que por razones técnicas, los tajos serán alineados en forma paralela al rumbo de las vetas, adoptar esta dirección significa condiciones desfavorables para la estabilidad de las labores de avance y tajeos, por lo que hay que tomar medidas de control del caso en el tema del sostenimiento.

#### **4.1.10. Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento**

Las excavaciones han sido divididas en tres categorías: excavaciones permanentes, excavaciones temporales y tajeos.

- **Excavaciones permanentes**

Dentro de este grupo de excavaciones se han considerado, por ejemplo: rampas, galerías de nivel, talleres de mantenimiento, estaciones de bombeo, comedores, polvorines, etc.

En lo posible estas excavaciones deben ser orientadas según las direcciones preferenciales de avance mencionadas anteriormente. Tomando en cuenta esta consideración, se mejorará la velocidad de avance de excavación y se disminuirá los requerimientos de sostenimiento.

En este tipo de excavaciones debe instalarse un sostenimiento también permanente, que sea resistente a la corrosión y que sea capaz de soportar cargas adicionales debidas a los cambios de las condiciones de esfuerzos a lo largo de la vida de la mina, las excavaciones permanentes deben ubicarse en la caja piso alejada, en donde predomina la presencia de masas rocosas de calidad Regular A (IIIA). Se tiene que tener en cuenta que las Vetas en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio se presentan algo paralelas, porque ubicar una excavación

permanente al piso de una veta representa ubicarla en la caja techo respecto de la otra veta adyacente.

Considerando para clasificar a la masa rocosa del yacimiento, podemos establecer las siguientes aberturas máximas de excavaciones para los diferentes rangos de valores RMR, ajustados por orientación de las discontinuidades.

**Tabla 14. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes.**

<b>DOMINIO</b>	<b>RANGO RMR</b>	<b>PROMEDIO RMR</b>	<b>ABERTURA MÁXIMO (m)</b>
DE - II	> 60	65	8.1
DE - IIIA	51 - 60	55	5.2
DE - IIIB	41 - 50	45	3.3
DE - IVA	31 - 40	35	2.1
DE - IVB	21 - 30	25	1.4
DE - V	< 21	15	< 1

Las aberturas máximas mostrada en la tabla, corresponden a excavaciones que no necesitan sostenimiento sistemático sino solo sostenimiento esporádico según lo requiera la roca localmente.

El sostenimiento esporádico será efectuado con pernos de roca tipo varilla corrugada o barra helicoidal, cementado o con resina de 7 a 8 pies de longitud.

Para excavaciones de tamaño mayor que 5.2 m en el caso de una roca DE – IIIA RMR 55, si se requerirá sostenimiento sistemático. Para la aplicación del sostenimiento también se debe tomar en cuenta la formación de cuñas en el techo y paredes.

El sostenimiento recomendado para labores permanentes se presenta en la Tabla 15. Se indica además el sostenimiento para rocas de inferior calidad para que se tenga en cuenta en el caso de presentarse en nuevas zonas durante el desarrollo de la mina.

**Tabla 15. Sostenimiento para labores de avance permanentes.**

DOMINIO	RANGO RMR	SOSTENIMIENTO
DE - II	> 60	Pernos esporádicos
DE - IIIA	51 - 60	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.5m. Donde se requiera añadir una capa de 2" de espesor de shotcrete
DE - IIIB	41 - 50	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.5m + 2" a 3" de espesor de shotcrete reforzado
DE - IVA	31 - 40	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.0m a 1.5m + 4" de shotcrete reforzado. Donde se requiera utilizar malla metálica
DE - IVB	21 - 30	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.0m + malla metálica + Shotcrete de 5" a 6" de espesor. Alternativamente, cimbras tipo 6W20 espaciadas reforzadas de 2" a 3" de espesor.
DE - V	< 21	Cimbras tipo 6W20 espaciadas cada 1.0m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 3" de espesor preventivo. Avanzar el frente con spilling bar de hierro corrugado de 1" de diámetro y/o de ser necesario avanzar con marchavantes.

En este caso, los pernos de roca recomendados deben ser de tipo varilla corrugada o barra helicoidal de 7 pies de longitud, cementado con resina (cuando haya presencia del agua).

- **Excavaciones temporales**

Para el caso de estas labores de avance asociadas al minado en los tajeos, como galerías y cruceros de acceso a los tajeos en roca estéril o en mineral, las excavaciones temporales del tipo de ingreso de personal dentro de las minas, tienen tamaño suficiente para permitir realizar un buen desatado periódico o reforzarlo adicionalmente.

Se presenta los estimados para el sostenimiento de las labores de avance temporales, el cual incluye también a los tajeos, en función de los tipos de rocas que se tiene en la mina. Para el caso de tajeos, los sostenimientos utilizados serán por lo general los que corresponden a rocas de los dominios DE – IIIB y DE – IVA.

**Tabla 16. Sostenimiento para labores de avance temporales.**

DOMINIO	RANGO RMR	SOSTENIMIENTO
DE - II	> 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico
DE - IIIA	51 - 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico
DE - IIIB	41 - 50	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.5m + una capa de shotcrete de 2" de espesor.
DE - IVA	31 - 40	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.0m a 1.5m + 2" a 3" de shotcrete reforzado.
DE - IVB	21 - 30	Pernos sistemáticos de 7 pies de longitud, espaciados cada 1.0m + malla metálica + Shotcrete de 3" a 4" de espesor.
DE - V	< 21	Una capa preventiva de shotcrete de 3" de espesor + pernos + malla + otra capa de shotcrete de 3" de espesor. De ser necesario usar cuadros de madera, paquetes de madera, gatas, puntales y otros.

Los pernos de roca a utilizarse en este caso deben ser del tipo Split sets de 7 pies de longitud y en terrenos malos como DE – IVA y DE – IVB es recomendable el uso de los pernos tipo hy drabolts.

- **Tajeos**

En la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio, el minado se realiza generalmente método de corte y relleno ascendente como también por subniveles con taladros largos con uso de relleno detritico denominado Bench and Fill (AVOCA).

Los anchos de los tajeos vienen a ser el mismo ancho de los subniveles, alrededor de 2.4m a 2.8m, consecuentemente la estabilidad del techo estará condicionada por la estabilidad de los subniveles, por lo que realizar el análisis para el techo es necesario. La estabilidad de los tajeos estará condicionada al tamaño de las cajas, es decir a la altura de la caja techo y la longitud del tajo abierto. Por otro lado, hay que tener presente la calidad de la masa rocosa de las cajas que está variando entre IVA hasta IIIB.

A partir de ello se puede establecer las dimensiones de tajeos según las condiciones geomecánicas que se presentan en cada veta y tajeo.

Los resultados resumidos presentados en la Tabla 16, sustentan o avalan las dimensiones actuales de minado por corte y relleno ascendente con pilares en la zona Victoria, es recomendable no sobrepasar estos límites.

#### **4.1.11. Relleno**

El relleno del tipo detrítico provendrá de las labores de desarrollo y preparación hechas en roca estéril el cual será acumulado en las cámaras de desmonte cercanas a los tajeos, y transportado hacia el tajo mediante los scoops de 2.4 yd<sup>3</sup>, el relleno detrítico tendrá la función de cubrir el espacio vacío generado por efecto de la extracción del mineral para darle estabilidad a las cajas.

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

#### **4.2.1. Métodos de minado**

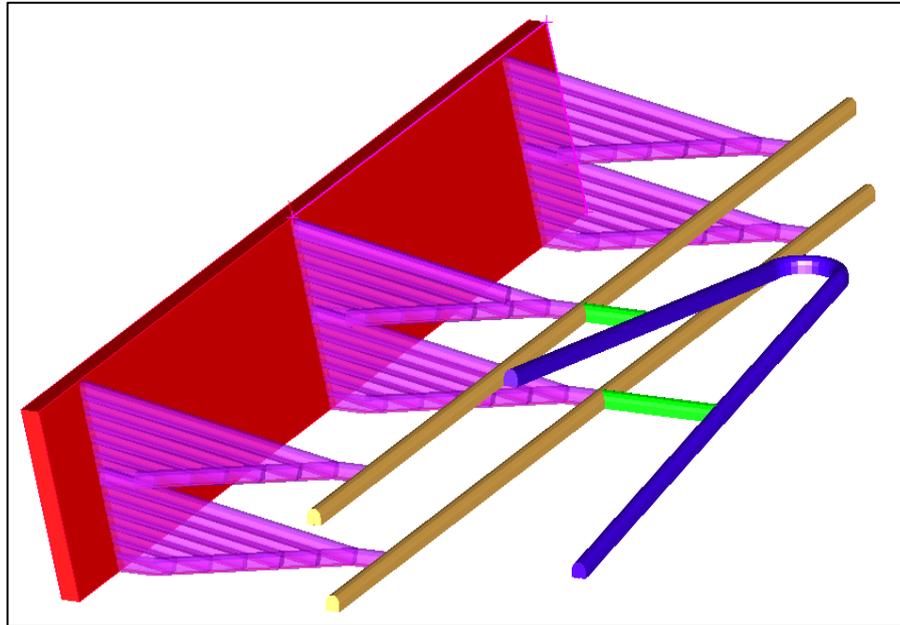
En la unidad de producción Ticlio se está aplicando los métodos de minado de corte y relleno ascendente con Taladros Largos.

##### **a. Over Cut and Fill (Breasting)**

Este método se aplica en las vetas que presentan un buzamiento menor a 50<sup>0</sup>, también es posible aplicar para buzamientos mayores solo si la calidad de rocas de las cajas no permite el minado por taladros largos.

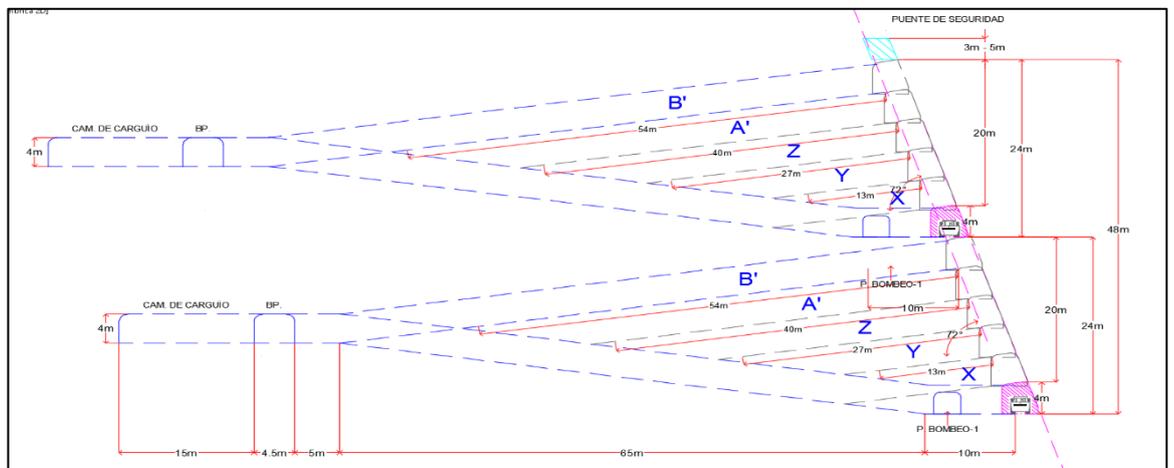
La preparación se inicia desde la rampa con sección de 3.5m x 3.5m (-12%), ingresando por un crucero de sección de 4.5m x 4.5m hacia un By - Pass de sección de 4.5m x 4.5m, desde ahí se generan los accesos que van a intersectar a la veta en donde se dará inicio a las galerías y subniveles de explotación con una sección de 3.m x 2.8m que recorrerán toda el rumbo de la veta. La cantidad de los accesos puede ser variable dependiendo la longitud de la veta. La

distancia entre los accesos será de 150m permitiendo poder minar en cada ala una distancia de 75 m.



**Ilustración 13. Vista isométrica método de minado breasting.**

El desmonte será evacuado con volquetes de 27 t desde las cámaras de carguío ubicadas en los By – Pass.Cada tajeo está formado por 05 cortes de 4m de altura y 75m de longitud. El acceso inicial tendrá una gradiente del 15% (-). Para los siguientes cortes se hará una batido de los accesos hasta completar los 05 cortes.



**Ilustración 14. Sección longitudinal método de minado Breasting**

El Ciclo de minado es perforación, voladura, desatado, limpieza y sostenimiento. Una vez terminado el minado de los 75m de longitud por cada ala (150 m en total).

Cada corte será rellenado con relleno detrítico que provendrá del desmonte que se generará a partir de los avances lineales en las labores de infraestructura, desarrollo y preparación en interior mina, se rellenará el corte hasta dejar una luz de 0.5m de cara libre que servirá para el minado del siguiente corte.

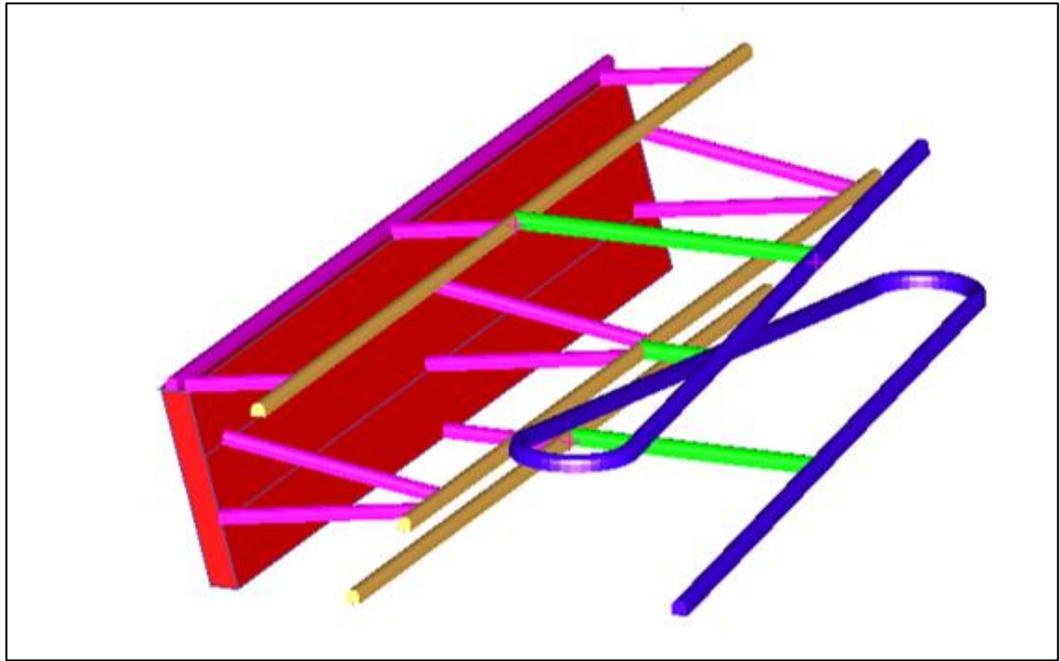
- Para potencias menores a 3.5m, la sección de minado será de 3.8 x 4.0 m.
- Para potencias mayores a 3.5m, el minado se hace al ancho de veta.

Cada disparo nos proporciona un promedio de 140 t de mineral. Este mineral es acarreado hacia las cámaras de acumulación ubicados en los By – Pass, que luego es transportado en los volquetes de 29t de capacidad hacia Planta Mahr Tunnel

**b. Bench and Fill – AVOCA (Taladros Largos)**

El Bench and Fill (AVOCA) corresponde a una variante del Cut and Fill donde se obtiene una mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción.

Esta variante del método se aplica cuando las vetas presentan un buzamiento mayor a 55° y una calidad del macizo rocoso de las cajas de Regular A hasta Mala A, con un RMR >30, especialmente en la caja techo, para minimizar los desprendimientos por debilidad de la caja techo después de la voladura, con una dilución dentro del rango planificado. El factor de dilución promedio está en el rango de 10%.

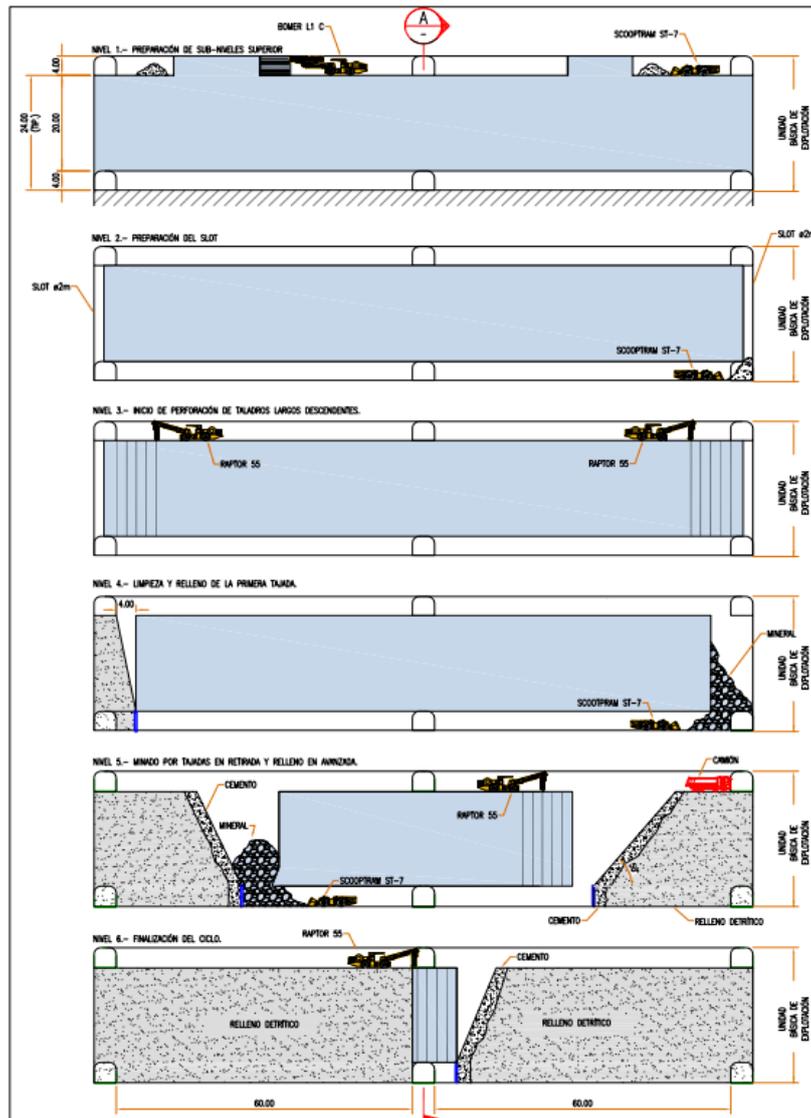


***Ilustración 15. Vista isométrica método de minado Bench and fill (avoca).***

La secuencia de extracción del mineral es en retirada mientras que el relleno detrítico se realiza en avanzada.

La preparación se inicia desde la rampa (-7%), ingresando con un crucero hacia el By – Pass, desde aquí se generan los accesos de una longitud de 25 – 35 m según la evaluación geomecánica, estos accesos de 2.40 m x 3.0 m cortan la veta lo que dará lugar al inicio de las galerías o subniveles de explotación. Los accesos se ubican a una distancia de 150m.

Los bancos de explotación son de 10 metros de longitud vertical en negativo. Para la limpieza y extracción del mineral se utilizan scoops diésel de 2.4 yd<sup>3</sup> de capacidad con telemando y en los puntos de carguío a scoops de 2.4 yd<sup>3</sup>, que transportan el mineral hacia el pique, de donde es izado a superficie. Una vez realizada la etapa de limpieza de mineral se utiliza el relleno detrítico proveniente principalmente de las labores de desarrollos y preparaciones para luego continuar con el ciclo de minado.



*Ilustración 16. Vista longitudinal minado Bench and Fill (avoca) con relleno Detritico.*

#### 4.2.2. Ciclo de minado

##### 4.2.2.1- Perforación

En el tema de perforación, para el método de minado AVOCA, se trabaja con taladros largos, se detallará a continuación cada tipo de perforación:

- Chimenea Slot:

Para la perforación de las chimeneas Slot (Cara Libre) se ejecuta con un equipo de perforación Muki LHBP, el diámetro de broca utilizado

es de 64 mm y alivios rimados a 5", como sección del slot (chimenea) se tiene 1.50m x 1.50m, 13 taladros y 04 taladros de alivio.

- Taladros Largos:

Debido a las características geomecánica de la roca y geometría de la estructura mineralizada en la Unidad Ticlio se ha estandarizado de la siguiente manera: se perfora de forma negativa y paralelamente; el rendimiento promedio de perforación es de 5 a 7 m., con equipos Muki LHP.

#### 4.2.2.2. Voladura

La voladura también se especifica según la perforación, para este caso se carga la chimenea Slot para después cargar las secciones en el tajeo, las cuales se detallará a continuación:

- Chimenea Slot:

Para la voladura de la cara libre o chimenea slot de sección 1.5 m x 1.5m utilizando los siguientes parámetros y rendimientos.

**Tabla 17. Parámetros voladura chimenea slot**

Parametros de Voladura	
Seccion	2 1.5 x 1.5 m.x m.
Tipo de Roca	Tipo III - IV
Tipo de Material	Mineral
Tonelaje	72.58
Longitud de Taladro	10.00
Rendimientos de Voladura	
Longitud de slot	6.30.
Kilogramos de explosivo	8.21;
Factor de carga (Kg/ml)	3.56;/ml
Factor de carga (Kg/tn)	0.2 Kg/t

- Voladura de secciones en tajos:

La voladura se inicia con la correcta limpieza del piso y los taladros negativos con aire comprimido y el drenaje de agua acumulada, de acuerdo al protocolo de voladura el factor de carga no deberá sobrepasar 0.20 kg/t pues existe la posibilidad de disturbar las cajas e iniciar el colapso de cajas contaminando el mineral roto.

Se muestran las siguientes tablas de parámetros y rendimientos de voladura:

**Tabla 18. Parámetros y rendimiento de voladura**

Parametros de Voladura		
Seccion	1.5 x 1.5	m.x m.
Tipo de Roca	Tipo III - IV	
Tipo de Material	Mineral	
Tonelaje	72.58	t
Longitud de Taladro	6.30	m.

Rendimientos de Voladura		
Longitud de banco	6.30	m.
Kilogramos de explosivo	8.21	Kg
Factor de carga (Kg/ml)	3.56	Kg/ml
Factor de carga (Kg/tn)	0.2	Kg/t

Accesorios de Voladura		
Fanel	26	pza
Pentacord	8	m.
Mecha ensamblada	2	un
Mecha rapida	1	m.

#### 4.2.2.3. Carguío y Acarreo

La limpieza del mineral roto producto de la voladura primaria es trasladado mediante 12 cargadores de bajo perfil (Scooptram) con capacidad de 2.4 yd<sup>3</sup>, 4 Dumper de 3m<sup>3</sup> el cual deberá recorrer un máximo

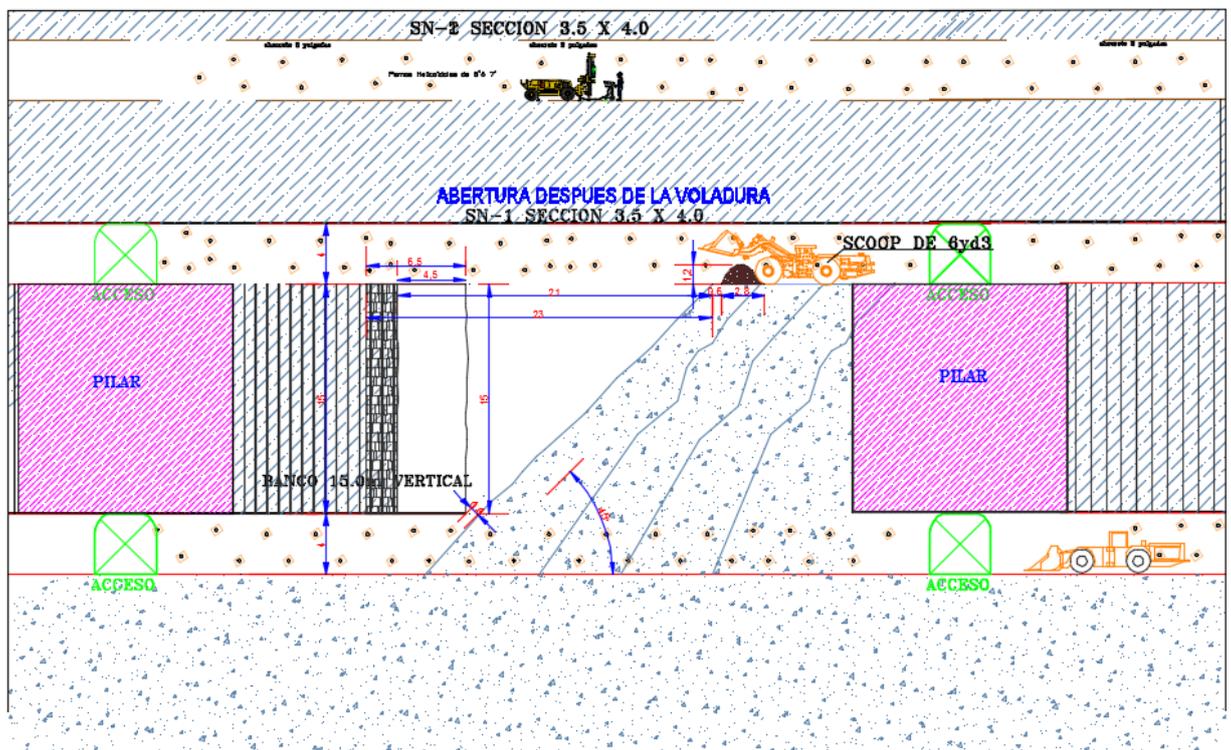
en promedio de 200m hacia la cámara de acumulación de mineral o a la zona de carguío. El rendimiento es 22.40 t/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2.4. Transporte

El transporte de mineral desde la zona de carguío hasta los echaderos de mineral, es realizado mediante Scooptram 2.4 yd<sup>3</sup>, la flota consta de 10 unidades asignadas al transporte de mineral y 02 unidades al desmante, también se cuenta con 3 Dumper de 4tn de capacidad; el mineral es trasladado Pique Principal 740, desde donde es izado por skip a superficie.

#### 4.2.2.5. Relleno

Estabilidad a las cajas.



*Ilustración 17. Descarga del relleno detrítico en un tajo.*

#### **4.2.2.6. Plan de desarrollos e infraestructura mina**

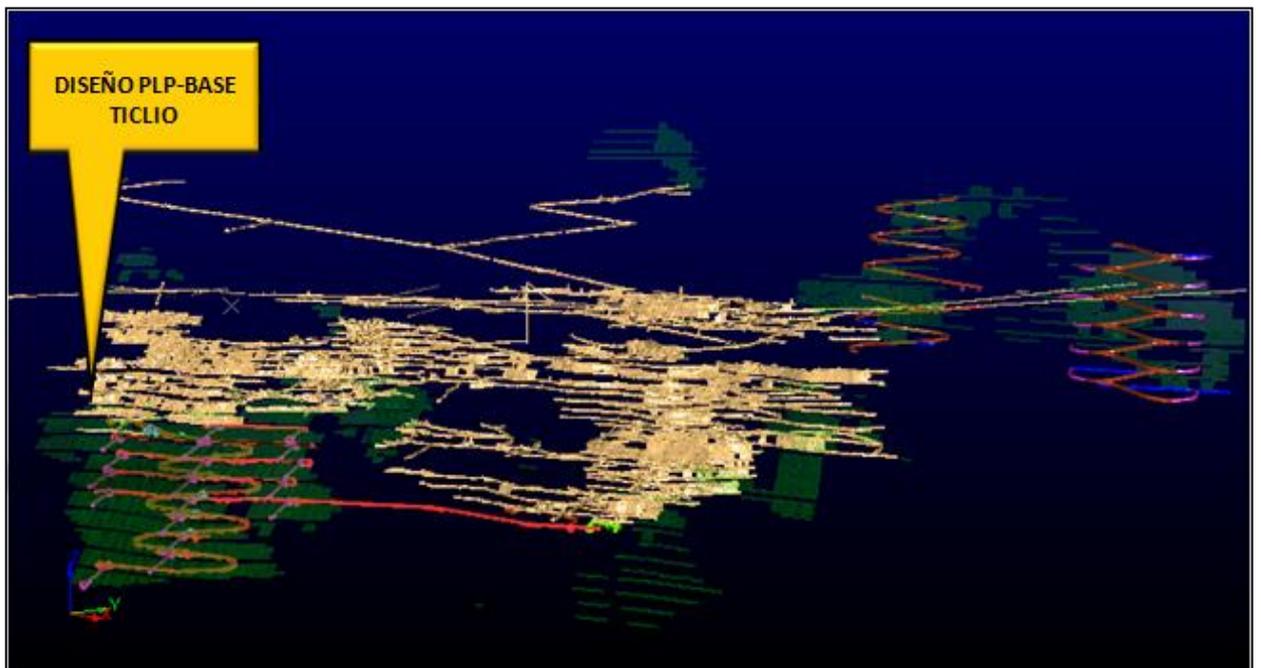
##### **a. Plan de Desarrollo Minero**

El Plan de desarrollo establecido para el plan a largo plazo de la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio obedece y se sustenta en los siguientes lineamientos y propósitos:

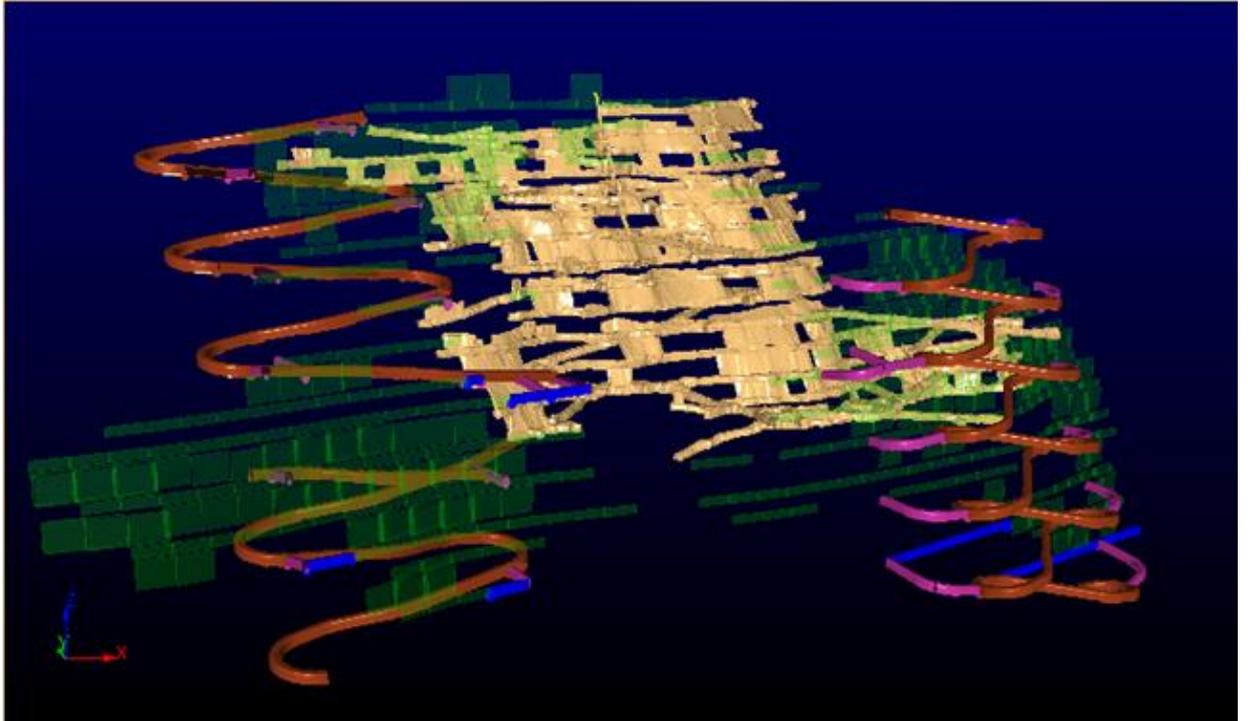
- La zona Victoria continuar con la profundización de la rampa 940, para poder tener acceso a los niveles inferiores que estarán en desarrollo y preparación para su posterior explotación hasta el Nv.1850
- La rampa 580 continuara profundizando en la caja piso de la zona La Paz, a fin de poder tener acceso mediante los By – Pass entre la zona este y oeste en el nivel 1750.
- La rampa 560 y 580 del nivel 1750 seguirá desarrollando con la zona la Paz, de la rampa 560 de desarrollar la infraestructura en la caja techo de la veta mientras que por la rampa 580 se desarrollar por la caja piso de la estructura.
- Por presencia de mineralización en la Zona Victoria (Este – Oeste) se continuará las labores de desarrollo y preparación con el fin de tener una producción temprana mientras aún se realizan los trabajos de profundización, cabe resaltar que los servicios están a disposición de manera inmediata en esta zona.
- Ubicar niveles principales de cada 30m con el fin de obtener en cada nivel 3 bancos de 10 m de altura de tajeo.
- Las zonas de profundización que se están ejecutando del Nivel 1800, las rampas de profundización 940, los By-Passes, cruceros y accesos del Nivel 1850, se tiene proyectado explotar una parte de la zona Victoria

por Bench and Fill (AVOCA), la otra parte por Breasting, en el método de corte relleno ascendente con pilares, hasta al fondo económico de la mineralización incluyendo los inferidos.

- Iniciar la preparación y la explotación en forma ascendente de los niveles inferiores a los superiores, generando espacios vacíos (tajeos) en los niveles inferiores, los que deben ser rellenos en parte, con los escombros generados por el desarrollo de los niveles superiores.
- Lograr mayor fluidez en los ciclos de minado, con la adecuada ubicación de los accesos, chimeneas de ventilación, cámaras de acumulación de relleno y servicios. Independizando el acceso de equipos para cada sector de explotación, evitando la concentración de equipos en áreas reducidas de trabajo.
- Obtener los mayores rendimientos de los equipos Muki LHP, por la capacidad apropiada de estos equipos.



*Ilustración 18. Isométrico de la infraestructura – zona victoria.*



*Ilustración 19. Isométrico de la infraestructura de la zona la paz.*

#### **b. Estrategia de Desarrollo y Preparación**

- **Desarrollo Mina**

Para el desarrollo de mina se ha conceptualizado profundizar mediante una rampa principal en caja piso de las estructuras mineralizadas, de sección 3.00 m x 3.00 m con pendiente negativa de 12% y avance promedio mensual al orden de 70 metros; existiendo 540 metros de distancia inclinada entre niveles y 50 metros en distancia vertical entre niveles principales.

El desarrollo de mina previo al minado contempla la apertura de By Passes de sección 3.00m x 3.00m previa ejecución de un acceso de sección 3.00m x 3.00m que nace desde la rampa principal de profundización, con rumbo paralelo a la estructura mineralizada y pendiente 1% en positivo, así mismo considera obras de infraestructura para drenaje, bombeo, inicio - fin de chimeneas Alimak y carguío de

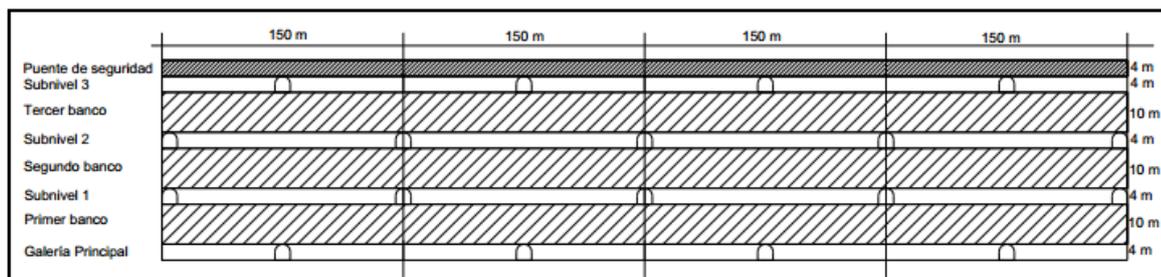
mineral mediante cámaras de sección 3.0m x 3.0m y 20 metros de longitud máxima.

- **Preparación Mina**

La preparación se realiza a partir del piso del último nivel y de las rampas de profundización de la mina. Para iniciar la preparación se ingresa por cada segmento del By – Pass principal del último nivel, con accesos negativos hasta cortar la veta a la altura de la cota piso del tercer subnivel.

Una vez cortada la veta se procede a construir el Subnivel del tajo en varios frentes siguiendo el rumbo de la estructura mineralizada. El subnivel tendrá una sección de 2.4m de ancho x 3.0m de alto como mínimo.

A medida que avanza la profundización se ingresa a los pisos del segundo y primer subnivel, para ello se construye previamente un by pass intermedio en roca estéril, paralelo a las estructuras de la veta, en toda la longitud delimitada, luego, a partir de este by pass se construyen accesos positivos cortando la veta del segundo piso en un punto intermedio de los accesos del subnivel superior y a partir de esas intersecciones se construye el segundo subnivel. De la misma manera a partir del by pass intermedio se construyen accesos negativos que se dirigen a cortar la veta en el tajo, en la misma dirección de los accesos del Segundo Subnivel y a partir de esas intersecciones se prepara el Primer Subnivel, siguiendo siempre la estructura de la mineralización.



**Ilustración 20. Esquema típico de un block de minado por Bench and Fill (avoca).**

- **Subniveles de explotación**

Los subniveles son excavaciones que se ejecutan dentro de las estructuras mineralizadas de las vetas que se explotan por el método Bench and Fill (AVOCA). Se construyen para delimitar los bancos de explotación conformados por puentes de 5 metros de altura entre subniveles, partiendo de la Galería del Nivel principal y completando con tres subniveles superiores o pisos. Al final, entre el Tercer Subnivel y el Nivel Superior queda un puente de seguridad 5 m de altura.

La sección estándar de los subniveles es de 2.4m de ancho por 3.0m de altura. El ancho de los subniveles puede variar en los casos en que la veta tenga mayor potencia. Los subniveles sirven para explotar sistemáticamente el mineral existente en cada banco mediante taladros verticales paralelos al buzamiento de la veta y voladuras parciales de 5 a 7 m. de longitud hasta unos 500m de largo, luego restituir la estabilidad de los espacios abiertos con relleno detrítico.

Se han considerado los rendimientos por el tipo de labor:

- |                   |     |          |
|-------------------|-----|----------|
| ○ Rampa Principal | 12% | 60 m/mes |
| ○ By – Pass       | 1%  | 80 m/mes |
| ○ Acceso – Rampa  | 1%  | 80 m/mes |

- Acceso – Galería 1% 80 m/mes
- Galería – Subniveles 1% 90 m/mes
- Chimeneas Rb 80 °– 90° 100 m/mes

*Tabla 19. Metraje de infraestructura mina plp - base*

TIPO DE LABOR	m/AÑO	TOTAL	DISTRI. (%)
DESARROLLO	2,089	18,797	31%
PREPARACION	2,443	21,986	36%
EXPLOTACION	2,229	20,062	33%
<b>TOTAL AVANCES</b>	<b>6,761</b>	<b>60,845</b>	<b>100%</b>

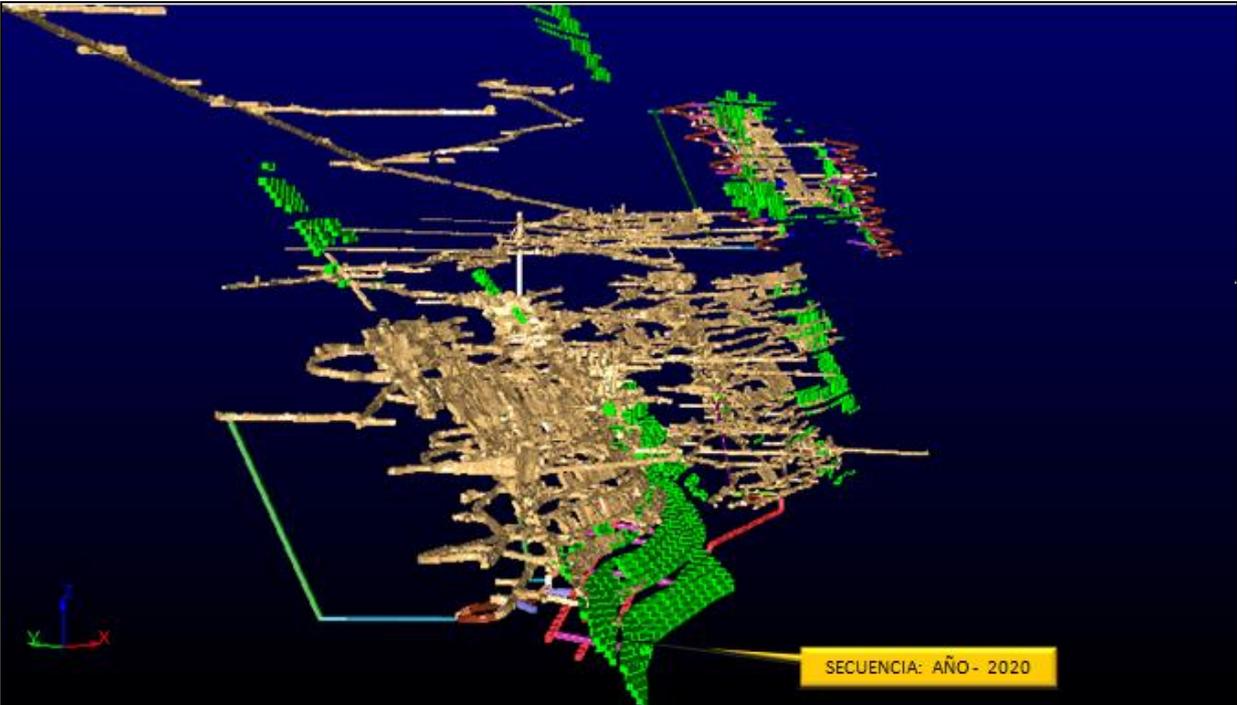
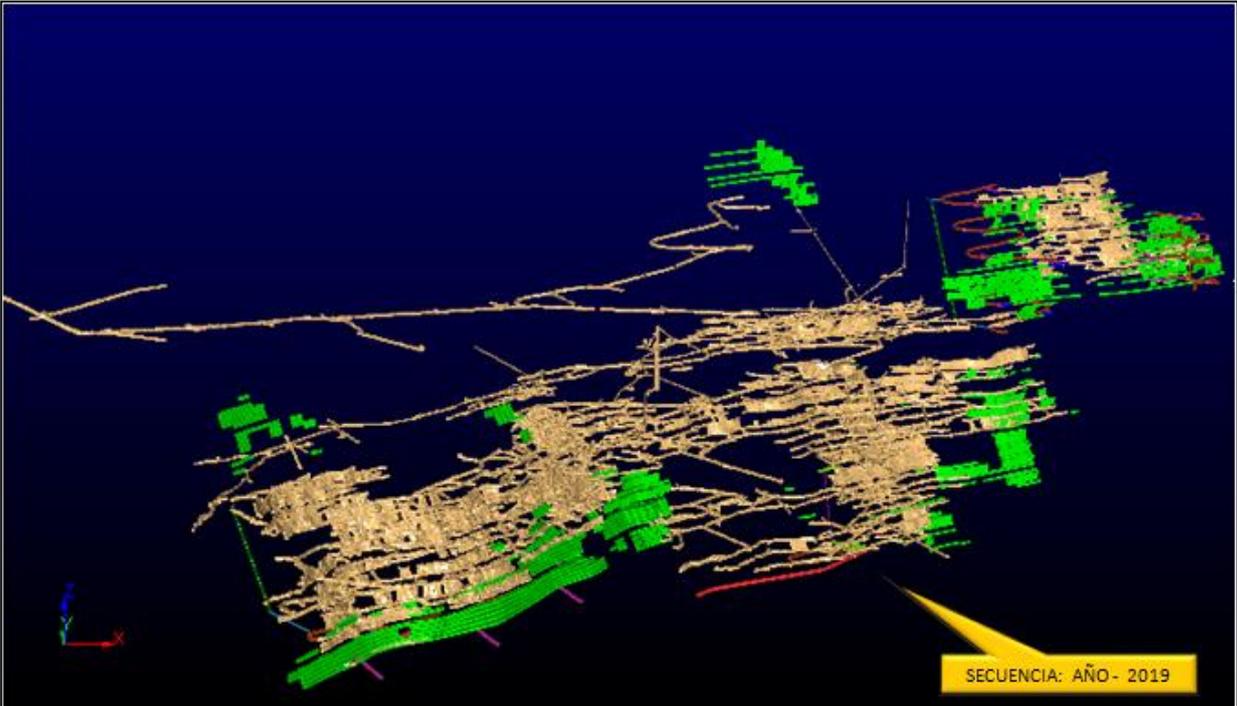
ETAPA DE DESARROLLO	m/AÑO	TOTAL	DISTRI. (%)
DESARROLLO HORIZONTAL	1,044	9,399	50%
DESARROLLO INCLINADO	731	6,579	35%
DESARROLLO VERTICAL	313	2,820	15%
<b>TOTAL DESARROLLOS</b>	<b>2,089</b>	<b>18,797</b>	<b>100%</b>

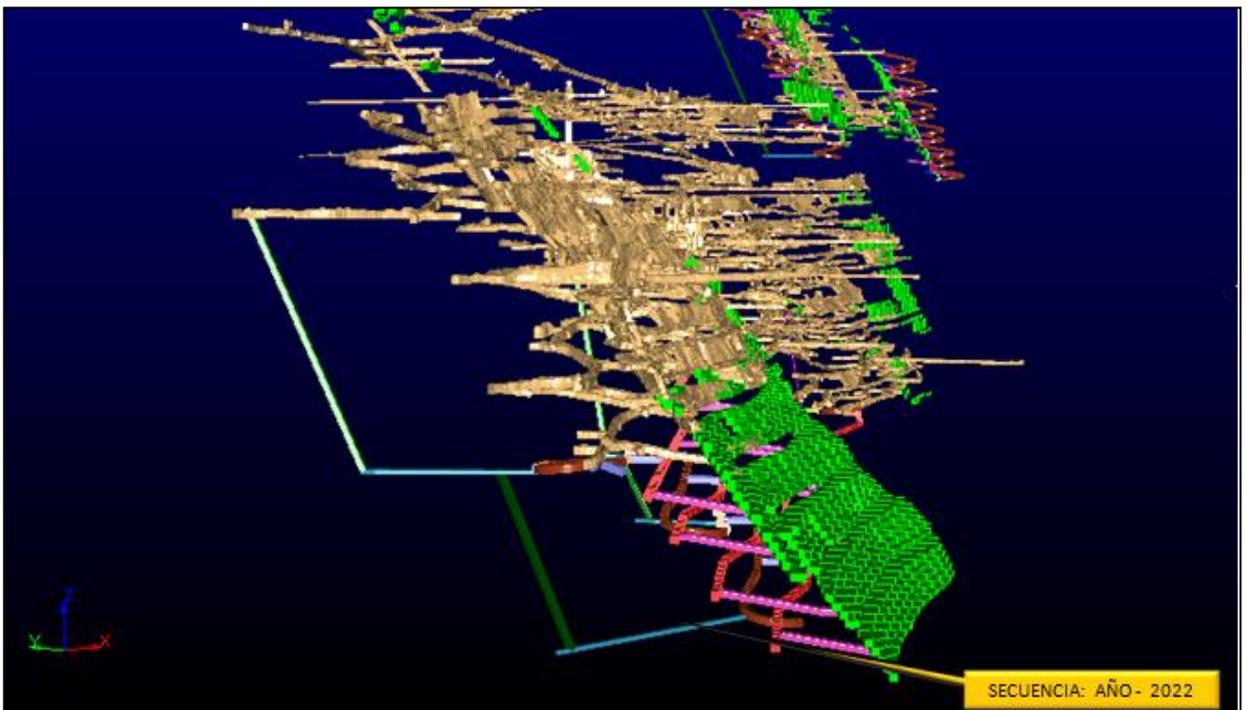
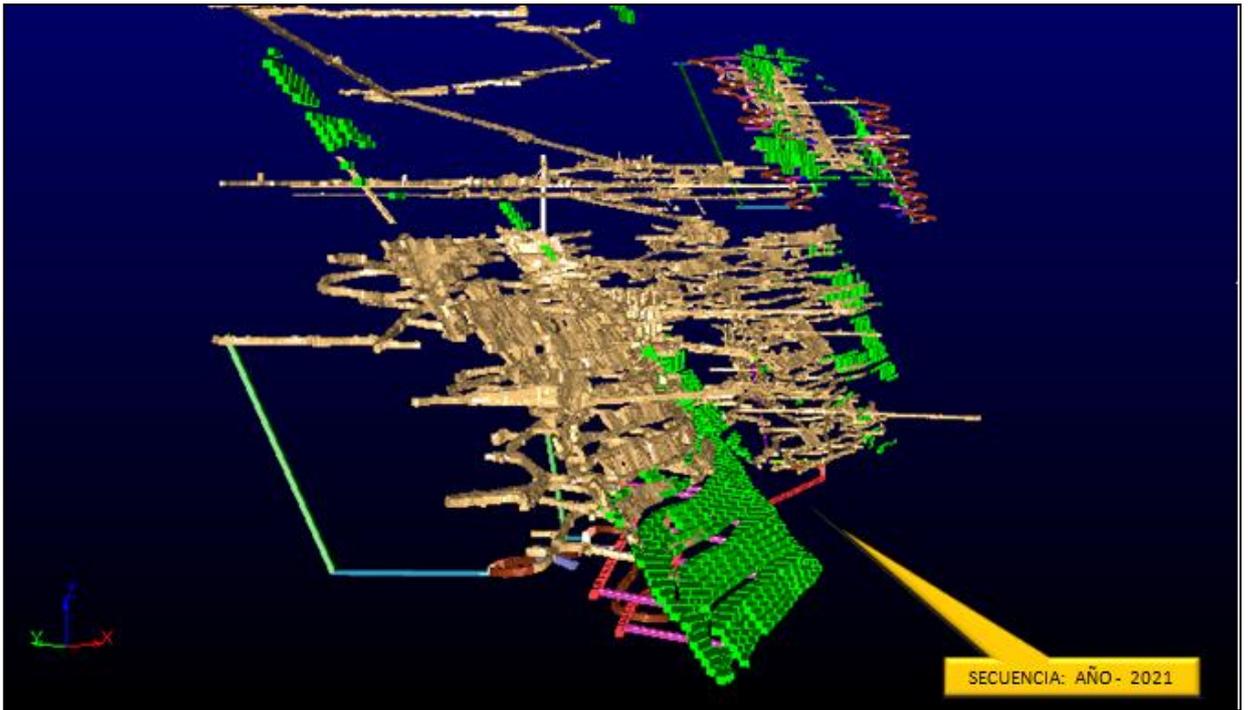
*Tabla 20. Programa de infraestructura mina plp - base*

ETAPA DE DESARROLLO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
DESARROLLO HORIZONTAL	975	1,169	1,183	1,134	1,145	1,130	1,223	939	503	<b>9,399</b>
DESARROLLO INCLINADO	683	818	828	793	801	791	856	657	352	<b>6,579</b>
DESARROLLO VERTICAL	293	351	355	340	343	339	367	282	151	<b>2,820</b>
Total	<b>1,950</b>	<b>2,338</b>	<b>2,365</b>	<b>2,267</b>	<b>2,289</b>	<b>2,260</b>	<b>2,445</b>	<b>1,878</b>	<b>1,005</b>	<b>18,797</b>

PROGRAMA DE AVANCES POR ETAPA										
ETAPA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
DESARROLLO	1,950	2,338	2,365	2,267	2,289	2,260	2,445	1,878	1,005	<b>18,797</b>
PREPARACION	2,213	2,566	2,603	2,554	2,575	2,535	2,775	2,215	1,950	<b>21,986</b>
EXPLOTACION	2,028	2,335	2,389	2,350	2,310	2,360	2,410	2,005	1,875	<b>20,062</b>
Total	<b>6,191</b>	<b>7,239</b>	<b>7,357</b>	<b>7,171</b>	<b>7,174</b>	<b>7,155</b>	<b>7,630</b>	<b>6,098</b>	<b>4,830</b>	<b>60,845</b>

SECUENCIA GRAFICA DE EXPLOTACIÓN





*Ilustración 21. Secuencia grafica de explotación*

### 4.3. Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis se realiza de acuerdo a la variable independiente y dependiente, que fueron expuestas, por lo cual se acepta la hipótesis:

La aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente permite incrementar la producción en la Mina Austria Duvaz unidad Ticlio.

- ✓ **H0:** Aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente.
- ✓ **H1:** Incrementar la producción.

### 4.4. Discusión de Resultados

La calidad de masa rocosa en la Unidad Ticlio es variable ya que se observa calidad desde Mala B – IVB hasta Regular A – IIA.

Las condiciones más favorables para la estabilidad ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales.

Se considera explotar el total de los Recursos Económicos del yacimiento Ticlio, hasta el 2024, a una tasa de 1,200 tpd, hasta que se agoten los recursos económicos. El Plan de Minado se establece ya que se tiene infraestructura a un costo unido que se puede aprovechar para su temprano desarrollo, preparación y posterior producción.

La estrategia de explotación contempla el avance de la explotación de los niveles inferiores a los superiores, para el mejor aprovechamiento de la gravedad en el proceso de extracción de mineral, también para generar espacios que serán rellenados con los escombros productos de los desarrollos y preparaciones sobre roca estéril.

El diseño contempla la separación entre los subniveles cada 500m a una altura de banco de 10m, tomando las recomendaciones geológicas y geomecánicas para el mejor control de la dilución y las inflexiones de la estructura mineralizada durante la perforación de los taladros largos de producción y para Corte y Relleno ascendente se hará un sub – nivel con posterior producción de 3 cortes y puentes de mineral cada 20 metros.

Los métodos de explotación utilizados para el planeamiento largo plazo se concentran en el método Bench and Fill – AVOCA (Taladros Largos) en vetas mayor a 55<sup>0</sup> y en Breasting menores a 55<sup>0</sup>.

## CONCLUSIONES

- Con el método de corte relleno accedente aplicado en las operaciones en la empresa minera Austria Duvaz se minimizó el costo de traslado de desmonte a superficie, utilizando el desmonte como relleno detrítico para los tajos de explotación.
- La implementación de equipo Mukis LHP en los trabajos de explotación incrementaron la producción de los minerales polimetálicos de 600 T/d a 1200T/d en la empresa Austria Duvaz
- Los equipos Mukis LHP facilitaron la recuperación de las vetas angosta minimizando al máximo la desilusión del mineral por cada disparo.
- Las mallas de perforación implementadas en los tajos de vetas angostas facilitaron la recuperación del mineral en cada disparo.
- Con la implementación de los equipos Mukis LHP se pudo explotar las vetas angostas de forma mecanizada y recuperar de forma óptima el mineral por cada disparo.
- Al implementar los equipos Mukis LHP se eliminó la perforación con máquinas tipo Jackleg, por consecuencia no se continua con el método de explotación shrinkage.

## **RECOMENDACIONES**

- Para mantener el buen funcionamiento de los equipos Mukis LHP se recomienda cumplir con los mantenimientos programados tanto semanal, mensual y cambios de componentes de alto costo según catálogo del fabricante.
- Realizar el seguimiento geomecánicos para la evaluación del tipo de terreno que se esté perforando, según la dureza del terreno se utiliza una malla de perforación.
- Realizar mantenimiento preventivo de los clinómetros digitales de los equipos Mukis LHP, no realizar perforaciones de taladros largos con clinómetros manuales ya que se evidencio desvíos en las perforaciones.
- Respetar estrictamente las mallas de perforación del slot o cara libre.
- Cuando se esté perforando en un subnivel y es mas de 3mts la altura de la labor utilizar el suple del stinger superior, se evidencio que al realizar la perforación se produce una vibración y al no tener el suple no se ancla al techo y se produce la vibración por consecuencia se desvía el taladro. Al desviarse los taladros no se obtiene la voladura planificada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arapa, R. (2018). Planificación minera a corto plazo en minería subterránea – Unidad minera San Rafael – MinSur S.A. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú <http://bit.ly/2WAbZqe>
- Banco Mundial (2017), Rentas Mineras (%) PIB, Grupo Banco Mundial, 2017, Consultado: 08 de mayo de 2019 <http://bit.ly/2HeCjzF>
- Barecena, A (2018). Estado de situación de minería en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para un desarrollo sostenible [diapositiva]. Consulta: 08 de mayo de 2019 <http://bit.ly/2Jqb485>
- Bieniawski, Z. (1989). “Engineering Rock Mass Classifications”. Wiley, New York. <http://bit.ly/2DUDIKH>
- Bongiorno, F., (s/f). Índice de Calidad de la Roca RQD. Clasificaciones de los macizos rocosos según Barton, Bieniawski, Hoek y Brown. Universidad de los Andes. <http://bit.ly/2Ypza7h>
- Ccoto, A. (2018). Factores representativos en los métodos de explotación en la unidad minera San Rafael – MinSur S.A. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://bit.ly/2HgwIsO>
- Flores, R. (2018) Over cut and fill. Recuperado de: <http://bit.ly/2Xt1AQD>
- González, L., Muñoz, L. (1987). Aplicación de las clasificaciones geomecánicas al estudio de excavaciones subterráneas. Universidad Complutense. <http://bit.ly/2HaD1zh>

- Gutiérrez L (2011). Proyecto de aplicación del método tajeo por subniveles en el tajo 420-380 en Mina Chipmo U.E.A. ORCOPAMPA. Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima-Perú.
- Hernández, R., Fernadez, R., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Hoek. E (2006), SISTEMA GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX). Recuperado de:  
<http://bit.ly/2Jx7Oro>
- Jorquera, M., (2015). Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera MICHILLA. (Tesis de grado). Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.  
<http://bit.ly/2PWyAe2>
- Mallcco, F., De la Cruz, P. (2014). Aplicación de taladros largos en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza- CIA MINERA CASAPALCA S.A. Universidad Nacional de Huancavelica.
- MINAM. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- Ministerio de Minas de Chile (2019) Glosario Minero. Recuperado de:  
<http://bit.ly/2KCePZt>
- Read, J., Stacey, P. (2009). Guidelines for Open Pit slope Design 1ra edición. CSIRO Publishing. Australia. <http://bit.ly/2JsChXG>
- Sonami (2016) Perforación y tronadura. Recuperado de: <http://bit.ly/2Nb9eeF>
- UNDAC (2015). Introducción a la minería. Recuperado de: <http://bit.ly/2Hek2lY>
- Universidad Industrial de Santander (2013). Clasificación de los macizos rocosos. Recuperado de: <http://bit.ly/2PZLo3h>

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155-165.

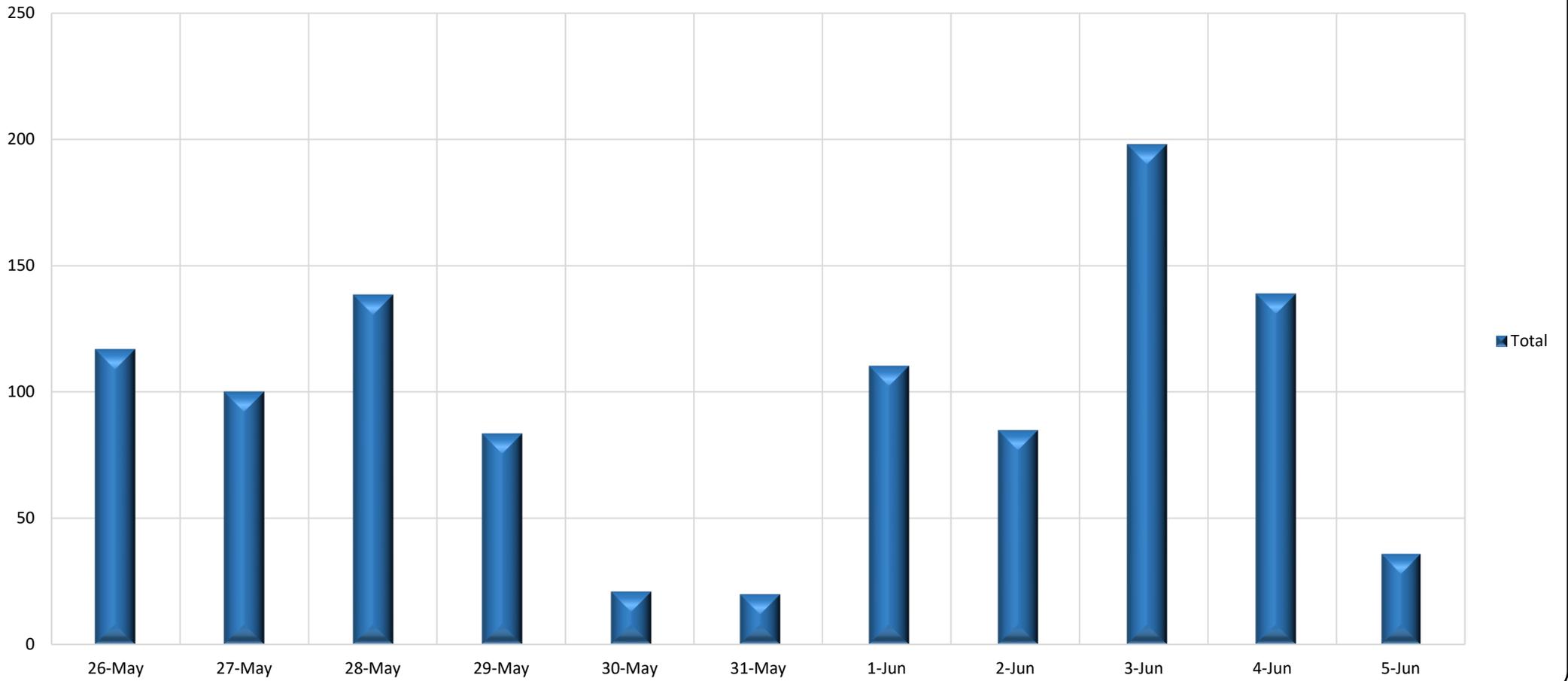
Villalta, R., (2018). Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la compañía minera Volcan S.A.A. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://bit.ly/2Jbch3S>

Vilca C. (2018) Diseño e implementación del método de explotación bench and fill stoping en vetas angostas tipo rosarios, para incrementar la producción-Minera Chahuane SAC. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
**METROS DE PERFORACIÓN POR DÍA**

### Total



**Total general**

**117**

**100.2**

**138.6**

**83.6**

**21**

**20**

**110.4**

**85**

**198**

**139**

**36**

**1048.8**

**ANEXO 2**  
**METROS DE PERFORACIÓN POR MES**

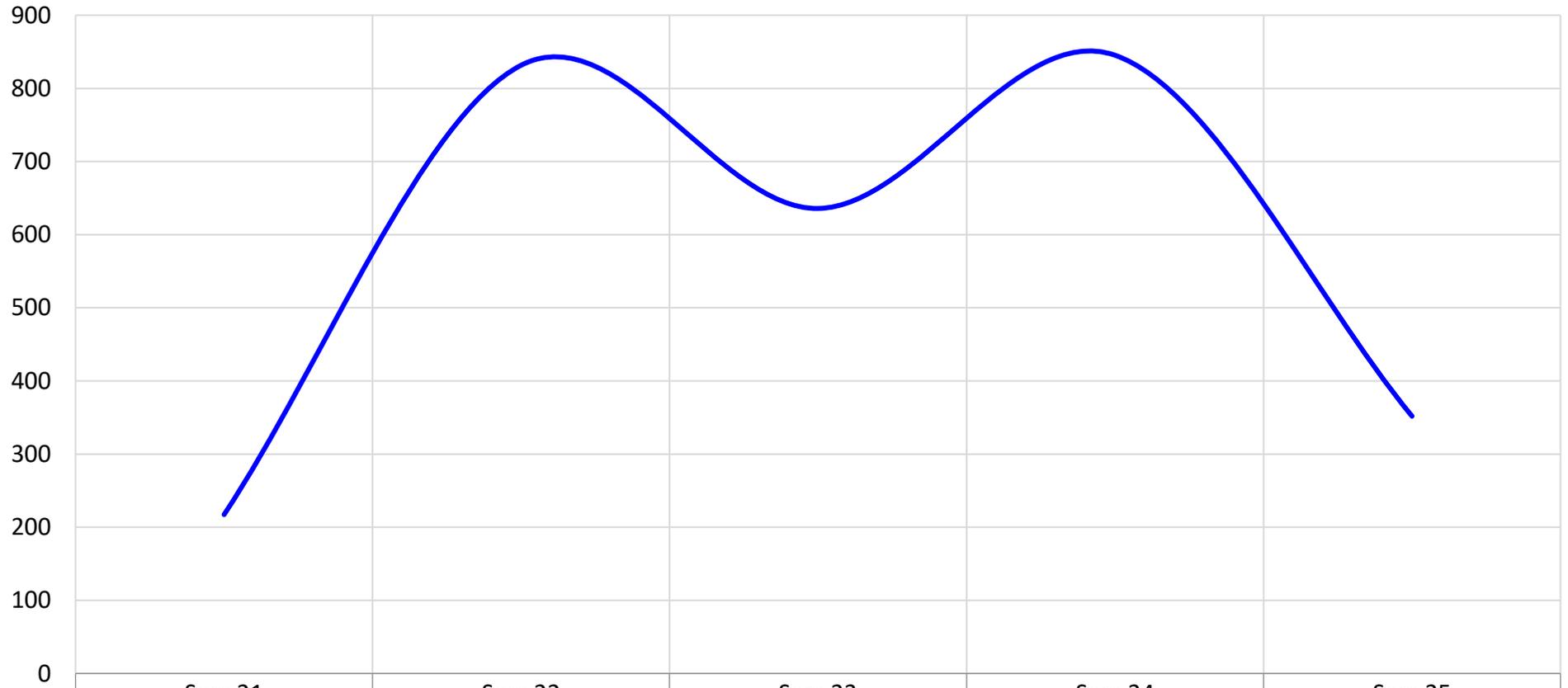
## METROS PERFORADOS POR SEMANA-LABOR

**Equipo**

**MUKI LHP**

Suma de Total Mts. Etiquetas de fila	Etiquetas de columna					Total, general
	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	
(en blanco)	0	90	0	0	0	90
TJ_061_3W	145.2	584.6	149.8	320.7	41.2	1241.5
TJ_060_3W	72	157	240	80		549
991-3E			246	259.6	60	565.6
991-2E				185	250.6	435.6
<b>Total general</b>	<b>217.2</b>	<b>831.6</b>	<b>635.8</b>	<b>845.3</b>	<b>351.8</b>	<b>2881.7</b>

Avance(m)/Semana



— Total

	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25
Total	217.2	831.6	635.8	845.3	351.8

**ANEXO 3**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

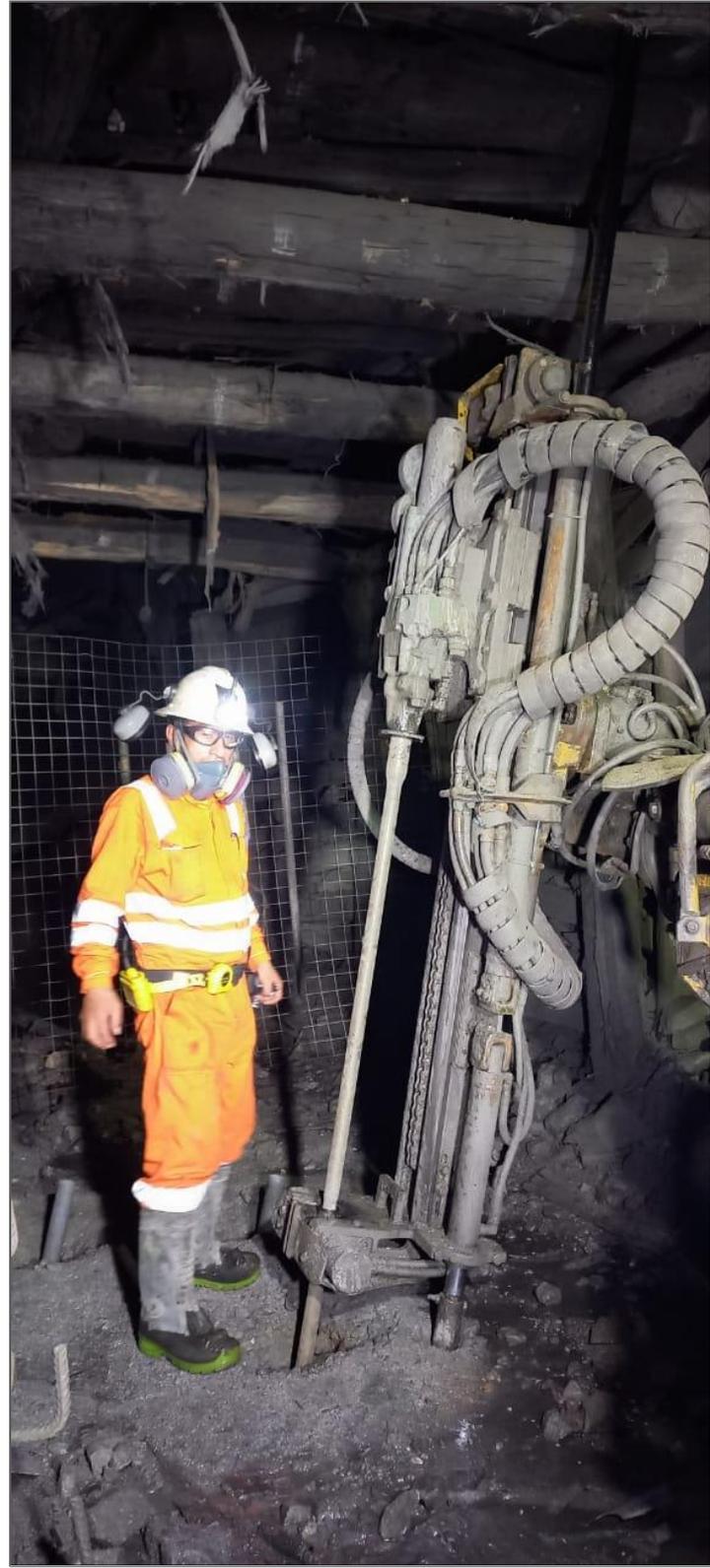
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO: APLICACIÓN DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS CON EQUIPOS MUKI, EN EL MÉTODO EXPLOTACION DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION – MINA TICLIO.**

**Tesista: Bequer Abdías, AGUERO CONDOR**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b>
<p><b>GENERAL:</b> ¿Es posible aplicar Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para incrementar la producción en la Mina Ticlio.?</p> <p><b>Problemas específicos</b> a) ¿Cómo realizar la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para incrementar la producción en la Mina Ticlio? b) ¿Cómo determinar los parámetros geotécnicos para la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Aplicar Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para incrementar la producción en la Mina Ticlio.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Realizar la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente para incrementar la producción en la Mina Ticlio. b) Determinar los parámetros geotécnicos para la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente.</p>	<p><b>GENERAL</b> La aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente permite incrementar la producción en la Mina Ticlio.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> a) Con la aplicación de Taladros Largos en vetas angostas en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente incrementaremos la producción en la Mina Ticlio. b) Con la determinación de los parámetros geotécnicos, efectuaremos la aplicación de los Taladros Largos en vetas angostas en el Corte y Relleno Ascendente.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b> X: Aplicación de Taladros Largos en vetas angostas con equipos Muki LHP, en el Método de explotación Corte y Relleno Ascendente.</p> <p><b>Dependiente</b> Y: Incrementar la producción.</p> <p><b>INTERVINIENTES:</b> Mina Ticlio.</p>	<p>- Método de explotación - Parámetros - Unidad básica de explotación - Costos</p>	<p>Gestión Minera Planeamiento Minero. Proceso de producción Geomecanica y Geotecnia Sostenimiento Geología Costos del proceso</p>	<p><b>TIPO:</b> Aplicativo.</p> <p><b>NIVEL:</b> Evaluativa.</p>

**ANEXO 4**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



*Ilustración 22. Supervisor Becquer Agüero verificando la operatividad del equipo Muki LHP*