

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Parámetros de construcción de un pique, tomando Como Modelo la  
Construcción del Pique Principal en Compañía Minera Retamas – Marza**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Elvis Percy Mijael BASILIO CARHUAPOMA**

**Asesor:**

**Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI**

**Cerro de Pasco - Perú - 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Parámetros de Construcción de un Pique, Tomando Como Modelo la  
Construcción del Pique Principal en Compañía Minera Retamas – Marza**

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

---

**Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA**  
**MIEMBRO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"



## INFORME DE ORIGINALIDAD N° 019-2025

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 Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bach. Elvis Percy Mijael, BASILIO CARHUAPOMA**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

Título del trabajo

**"PARAMETROS DE CONSTRUCCIÓN DE UN PIQUE, TOMANDO  
COMO MODELO LA CONSTRUCCION DEL PIQUE PRINCIPAL  
EN COMPAÑÍA MINERA RETAMAS - MARZA"**

Asesor:

**Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI**

Índice de Similitud: **27 %**

Calificativo

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 8 de julio de 2025.

Sello y Firma del responsable  
de la Unidad de Investigación

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes, con su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio, me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su fe en mí ha sido el motor para alcanzar esta meta. A ellos, con todo mi cariño y gratitud.

A mis profesores y asesores, por su valiosa guía, paciencia y la sabiduría compartida a lo largo de mi formación académica. Su dedicación a la enseñanza ha dejado una huella imborrable en mi desarrollo profesional.

A mi alma máter, por brindarme las herramientas, el conocimiento y el ambiente propicio para crecer y culminar este importante proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme dado la fortaleza, la salud y la guía para alcanzar este logro.

Mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificio fueron el motor que me impulsó a superar cada desafío. Esta tesis es también suya.

Extiendo mi gratitud a mi asesor de tesis, el/la [Nombre del Asesor/a], por su paciencia, valiosos consejos y dedicación. Su experticia y visión fueron cruciales para la culminación de esta investigación

## **RESUMEN**

La presente tesis titulado “PARAMETROS DE CONSTRUCCION DE UN PIQUE, TOMANDO COMO MODELO LA CONSTRUCCION DEL PIQUE PRINCIPAL EN COMPAÑÍA MINERA RETAMAS - MARZA”, tiene como objetivo determinar los parámetros que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique, como hipótesis principal plantea: en la construcción de un pique, deben ser la planificación, la ejecución, el control del proyecto. Respecto a la metodología, el tipo de investigación es aplicada, con un nivel descriptivo explicativo, un diseño no experimental y la técnica utilizada es la observación, recopilación documental, la muestra viene a ser el pique principal de la Compañía Minera Retamas, Finalizando la investigación con las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Palabras claves: Pique, Izaje, Rampa, equipamiento, construcción, costos.

## **ABSTRACT**

This thesis entitled “CONSTRUCTION PARAMETERS OF A SHAFT, TAKING THE CONSTRUCTION OF THE MAIN SHAFT IN COMPAÑÍA MINERA RETAMAS - MARZA AS A MODEL”, aims to determine the parameters that must be taken into account in the construction of a shaft, such as main hypothesis posed: in the construction of a shaft, there must be planning, execution, and control of the project. Regarding the methodology, the type of research is applied, with a descriptive explanatory level, a non-experimental design and the technique used is observation, documentary compilation, the sample becomes the main focus of the Retamas Mining Company, finishing the research with the respective conclusions and recommendations

Keywords: Pick, Lifting, Ramp, equipment, construction, costs.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA) tiene proyectado la profundización de la mina desde el Nivel 2950 hasta el Nivel 2520 con la finalidad de explorar y explotar las vetas que se van encontrando, en tal sentido se plantea la alternativa de acceso mediante pique, para transporte de mineral y o desmonte, transporte de personal, materiales y equipo.

Entre las principales características del pique están: Sección horizontal de compartimientos 4.80 m de diámetro, elementos estructurales de acero ASTM-A36, con sistema de construcción mecanizada. El Pique tendrá dos winches: una de 500 HP para izaje de mineral con skips de 3 TM de capacidad y otra de 250 HP para el transporte de personal por una jaula de tres pisos con capacidad total de 70 personas.

El desarrollo de la tesis está estructurado por capítulos lo cual pasamos a explicar brevemente:

El capítulo I: se aboca a la problemática de la investigación sobre construcción de un pique, tomando como modelo la construcción del pique principal en compañía minera Retamas, para lo cual planteamos el problema, sus objetivos, proponemos la hipótesis y sus variables. Como también la Delimitación y limitaciones.

El Capítulo II, se analiza el Marco Teórico, referente a construcción de piques en otras minas, para lo cual se ve los antecedentes, las bases teóricas propuestas por autores que mencionamos y la terminología más usada en la tesis.

Seguidamente, el Capítulo III, enfoca la Metodología empleada, sobre el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV, se presenta los resultados de la investigación en cuanto ubicación del pique, características, etapas y componentes en su construcción y su cronograma de ejecución como los costos.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones.

También se indica las referencias bibliográficas de todos los autores utilizados para esta investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.3. Formulación del problema .....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problema específicos .....	2
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	3
1.5.1. Justificación practica .....	3
1.5.2. Justificación teórica.....	3
1.5.3. Justificación económica.....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas científicas .....	8

2.2.1. Consideraciones en un Pique.....	8
2.2.2. Elementos de un pique.....	10
2.2.3. Formas de un pique .....	15
2.2.4. Perforación y voladura en piques .....	19
2.2.5. Fortificación de piques.....	21
2.2.6. Sostenimiento de piques .....	24
2.2.7. Seguridad de un pique .....	25
2.3. Definición de términos conceptuales.....	27
2.4. Enfoque filosófico – epistémico.....	29

### **CAPITULO III**

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

3.1. Tipo de Investigación.....	31
3.2. Nivel de investigación .....	31
3.3. Características de la investigación.....	31
3.4. Diseño de Investigación.....	31
3.5. Procedimiento del muestreo .....	32
3.5.1. Población .....	32
3.5.2. Muestra .....	32
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.6.1. Técnicas.....	32
3.6.2. Instrumentos .....	32
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	32
3.8. Orientación ética.....	32

### **CAPITULO IV**

#### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	33
4.1.1. Generalidades.....	33
4.1.2. Situación del sistema de extracción y transporte .....	35

4.1.3. Alternativas de acceso y transporte (Nivel 2959 hacia abajo).....	37
4.1.4. Rampa de acceso y transporte del nivel 3220 al 2950 (rampa 1) .....	43
4.1.5. Alternativa Pique .....	50
4.1.6. Parámetros de diseño .....	51
4.1.7. Ubicación del pique .....	60
4.1.8. Dimensionamiento y Configuración del Pique Capacidad Requerida de Izaje .....	62
4.1.9. Cronograma de ejecución .....	77
4.1.10. Costo de inversión.....	78
4.2. Discusión de resultados.....	80

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del castillo de la mina El Teniente .....	9
Figura 2. Compartimiento y elementos de un pique .....	10
Figura 3. Winches de izaje .....	11
Figura 4. Vista de una wincha de dos compartimientos .....	11
Figura 5. Características del cable de izaje 24 x 7 .....	13
Figura 6. Vista de la jaula, polea, cable, tambor .....	14
Figura 7. Estructura de un pique .....	15
Figura 8. Pique de sección rectangular .....	16
Figura 9. Pique rectangular con sostenimiento de madera .....	16
Figura 10. Pique de sección circular .....	17
Figura 11. Vista de un pique circular .....	17
Figura 12. Pique ubicado al pendiente de la veta .....	18
Figura 13. Pique interceptando la veta .....	18
Figura 14. Pique al yacente a la veta .....	19
Figura 15. Método de banqueo .....	20
Figura 16. Método en espiral .....	20
Figura 17. Malla de perforación en un pique circular, corte cónico .....	21
Figura 18. Fortificación con madera .....	22
Figura 19. Fortificación con cuadros completos .....	23
Figura 20. Fortificación con soleras .....	24
Figura 21. Ubicación de la mina .....	34
Figura 22. Ubicación del proyecto .....	39
Figura 23. Ubicación del proyecto, sección longitudinal, formaciones geológicas .....	39
Figura 24. Ubicación del proyecto, sección vertical .....	40
Figura 25. Rampa de integración .....	48
Figura 26. Izaje de mineral y desmonte mediante skip .....	51
Figura 27. Compartimiento de ubicación de los skips .....	52

Figura 28. Jaula de transporte de personal y servicios .....	53
Figura 29. Compartimiento de ubicación de la jaula .....	53
Figura 30. Parámetros de la wincha de izaje .....	54
Figura 31. Sets metálicos .....	54
Figura 32. Sets metálicos vista isométrica .....	55
Figura 33. Compartimiento del pique .....	55
Figura 34. Jaula para transporte de materiales .....	58
Figura 35. Adquisiciones .....	60
Figura 36. Configuración del proyecto .....	65
Figura 37. Metodología constructiva .....	67
Figura 38. Chimeneas piloto de pique con Raise Borer y con Raise Climber .....	67
Figura 39. Construcción de Chimenea para el pique con Raise borer .....	68
Figura 40. Construcción de chimenea piloto de peque con Raise Climber .....	68
Figura 41. Guías metálicas, vista isométrica .....	69
Figura 42. Zona del castillo .....	70
Figura 43. Zona de carguío .....	73
Figura 44. Elementos de un cable .....	75
Figura 45. Cable de izaje compactado 24x7 .....	75
Figura 46. Leonas de seguridad .....	76
Figura 47. Sistema del tipo Cuña .....	77
Figura 48. Sistema E – Fast .....	77
Figura 49. Presupuesto por etapas de construcción .....	79
Figura 50. Presupuesto por disciplina .....	79
Figura 51. Proceso de control del proyecto .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidades de extracción de un pique .....	12
Tabla 2. Recursos Minerales debajo del Nivel 2950 .....	35
Tabla 3. Distancia desde niveles a planta concentradora .....	36
Tabla 4. Alternativas para la profundización debajo del Nivel 2950 .....	38
Tabla 5. Producción proveniente de Niveles más profundos al 2950 .....	41
Tabla 6. Parámetros principales de diseño de un pique .....	42
Tabla 7. Metas de producción .....	44
Tabla 8. Accesos complementario por galería y rampa .....	44
Tabla 9. Ubicación Topográfica .....	45
Tabla 10. Características de la Rampa .....	47
Tabla 11. Resumen de costos de inversión de Rampa .....	49
Tabla 12. Parámetros operacionales producción del pique .....	51
Tabla 13. Parámetros área de servicios .....	52
Tabla 14. Parámetros de Sets metálicos .....	54
Tabla 15. Ventajas y desventajas de ubicación en el sector Oeste al Pique San Andrés .....	61
Tabla 16. Capacidad Requerida de Izaje .....	62
Tabla 17. Altura de Pique y Conformación de “Estaciones” .....	63
Tabla 18. Ubicación de las estaciones .....	64
Tabla 19. Compartimiento .....	66
Tabla 20. Parámetros para el cálculo de winches .....	74
Tabla 21. Características de los Winches .....	74
Tabla 22. Cronograma de ejecución .....	78
Tabla 23. Costo de inversión .....	78

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Toda empresa minera que tiende a profundizar la mina de un nivel a otro nivel con la finalidad de explorar, explotar los cuerpos mineralizados los que se hallan o se van encontrando, se verá en la obligación de buscar alternativas de acceso para la extracción o transporte del mineral o desmonte, para el transporte de personal, materiales, y equipos; para lo cual se buscará alternativas los que puede ser extracción por medio de piques o extracción por rampas.

En el caso de escoger las alternativas por rampas será una vía de acceso subterráneo que parte desde la superficie o del interior mina, donde se tendrá que considerar su longitud, gradiente, sección, equipamiento, tiempo de ejecución, costos, gastos administrativos, etc.

En caso de optar por la construcción de un pique se tendrá en cuenta su ubicación, su sección horizontal, longitud, compartimientos, diámetros, elementos estructurales, sistema de construcción, instrumentación, equipos como winchas, jaulas, castillos, costos de capital, de operación, tiempo de ejecución, equipamiento, administración entre otros elementos.

Estas consideraciones hacen que se tiene que optar por una de ellas. En esta investigación optamos por evaluar los parámetros de construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Central de la Compañía Minera Marza

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

En cuanto al lugar de escogido para la investigación será en la Compañía Minera Marza la cual se halla ubicado en el anexo de Llacuabamba, Distrito de Parcoy de Patáz, perteneciente al Departamento de La Libertad, emplazada en la vertiente del flanco oriental de la cuenca hidrográfica del Marañón.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El tiempo estimado para su realización será de seis meses de julio a diciembre del 2023.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Qué parámetros se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas Marza?

### **1.3.2. Problema específicos**

- a. ¿En la etapa de inicio y planificación que parámetros se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía Minera Retamas - Marza?
- b. ¿En la etapa de ejecución y control que parámetros se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas - Marza?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

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

Determinar los parámetros que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas Marza

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar en la etapa de inicio y planificación los parámetros que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía Minera Retamas - Marza.
- b. Determinar en la etapa de ejecución y control los parámetros que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas - Marza.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

Justifica la realización de la investigación por las siguientes razones.

##### **1.5.1. Justificación practica**

La presente investigación justifica desde el punto de vista práctico porque nos permitirá conocer los parámetros de la construcción de un pique para la extracción del mineral, desmonte, transporte de personal, material, equipos.

##### **1.5.2. Justificación teórica**

La justificación teórica de la investigación permitirá obtener información sobre la construcción de un pique, conocer la tecnología de construcción lo cual va enriquecer la base de datos sobre construcción de piques.

##### **1.5.3. Justificación económica**

Los resultados obtenidos en la investigación nos indicaran la posibilidad de reducir costos o realizar mejoras en el rendimiento de los aceros de perforación

o realizar correcciones en las desviaciones de los taladros, los cuales al final reducirán costos que beneficie a la empresa.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

En lo referente a las limitaciones que se puede presentar durante el desarrollo de la investigación proveemos no tener dificultades o limitaciones o si se presentan deben ser mínimas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

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

Tenemos los siguientes antecedentes seleccionados durante la búsqueda de información.

##### **Primer antecedente.**

La tesis de (DAMIAN, 2019) titulado Evaluación del sistema de izaje para implementar en el Pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la Unidad Minera Cobriza Sector IV - Huancavelica 2019” tiene como objetivo: para la extracción del mineral se debe implementar la evaluación hecho al sistema de izaje; y como conclusiones se llegó a:

Con la implementación de la evaluación del sistema de izaje se logró obtener mayor rentabilidad debido a una mayor extracción del mineral incrementando la producción.

El sistema de extracción funciona con toda normalidad debido a que sus componentes actúan sin ningún inconveniente.

Resalta las siguientes características del sistema de extracción, jaulas de 0.8 – 1.2 ton, peso de cable 11,589 kg, tiempo de izaje 99 seg, numero de viajes 25 viajes por hora, diámetro de la tambora 2.03 m.

### **Segundo antecedente**

La tesis de (LOYOLA , 2013 ) que lleva como título "CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE 158E PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL LABOREO MINERO EN LA UNIDAD DE PAULA – CEDIMIN S.A.C." tiene como objetivo optimizar la explotación de mina Paula mediante la descripción de la construcción del pique 158E.

Como conclusiones de tiene:

Las características del pique 158E muestra una casa de winche, un winche de doble tambora, un castillo metálico.

Se realizo la caracterización geomecánica para la ejecución de la casa de winche, el castillo, para lo cual se realizo 4 calicatas, 2 trincheras, 3 perforaciones diamantinas, ensayos de laboratorios sobre mecánica de suelos, caracterización mecánica y física de la roca.

El costo de ejecución del pique fue de 5,895,108.11 de nuevos soles.

### **Tercer antecedente**

La tesis de (CACEDA, PEREZ, 2015) que tiene por titulo "PROYECTO PIQUE CENTRAL PARA EXPLOTACION DEBAJO DE NIVEL 1400 SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C." su objetivo general indica la influencia del pique Central en la explotacion del mineral debajo del nivel 1400 en la mina Austria Duvaz.

Como conclusion se tiene:

La ubicación del pique es desde el nivel 1400 hasta el nivel 1700, con una longitud de 428 metros, una seccion de 4.81 m. x 2.31 m. con trea compartimientos (uno para camino y 2 para skips)

La ubicación es simetrica respecto a las 8 vetas que se explotan y de las vetas Victoria y Carmen Rosa.

El tiempo de ejecucion sera de 2 años y 3 meses, con un costo total de 3,260,468 \$ y un costo por metro lineal de 7,604.40 \$/m.

#### **Cuarto antecedente**

La tesis de (CALCIN, 2020) tiene por titulo PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL 650 ALEX, DEL NIVEL 18 AL NIVEL 20, DE LA COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A. su objetivo general indica profundizar el pique para encontrar nuevas reservas de mineral a mayor profundidad.

Como conclusion se tiene:

Se confirmo el hallazgo de reservas de mineral debajo del nivel 18 mediante las exploraciones lo que obligo a profundizar el pique 650 Alex obteniendo mayores beneficios en la extraccio del mineral, en el ingreso del personal, equipos, herramientas.

#### **Quinto antecedente**

La tesis de (JANAMPA, 2014) cuyo titulo es DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PIQUE 740 EN LA CIA MINERA AUSTRIA DUVAS S.A. PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCION, su objetivo es mejorar la extraccio del mineral mediante la constuccion del pique Central 740.

Sus conclusiones fueron:

La mina cuenta con 6 nivels de produccion y uno de extraccion que viene a ser el nivel 400.

Se cuenta con 3 winches, de las cuales una es para el traslado de personal y dos para la extraccion de personal

Para la extraccion del mineral el pique cuenta con 2 estaciones de carguio nivel 1450 y nivel 1700 para llevarlo al nivel 400.

Las características del pique son, longitud de cable 410.20 m., capacidad del skips 3.5 tn. Diametro del cable 32 mm. Potencia del motor del winche 400 HP. Seccion del pique 2.40m. x 4.80 m. la inversion fue de 5,332,229 \$

### **Sexto antecedente**

La tesis de (PRADO, 2015) cuyo título es "PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL 650 ÁLEX, DEL NIVEL 10 AL NIVEL 16, UNIDAD MINERA AMERICANA DE EMPRESA MINERA CASAPALCA S. A. 2013" y tiene como objetivo general profundización del pique vertical 650 Alex.

Como conclusión se tiene:

Se logró profundizar el pique vertical 650 del nivel 10 al nivel 16 mejorando la extracción del mineral y evacuación del personal.

El uso del pique influye en la conservación del medio ambiente en relación a la extracción por rampa al usar volquetes los cuales generan gases.

Su ubicación es estratégica paralelo a los cuerpos mineralizados lo que optimiza la extracción del mineral.

Su construcción es justificada para el tiempo de vida de la mina que son de 20 años más.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

### **2.2.1. Consideraciones en un Pique**

Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral.

**Figura 1.** Vista del castillo de la mina El Teniente



### **Factores para la elección y construcción de un pique**

La decisión de construir un pique depende de la necesidad de extracción de mineral y de la reducción de costos.

Se debe tener en cuenta estos factores diseño en la construcción de piques:

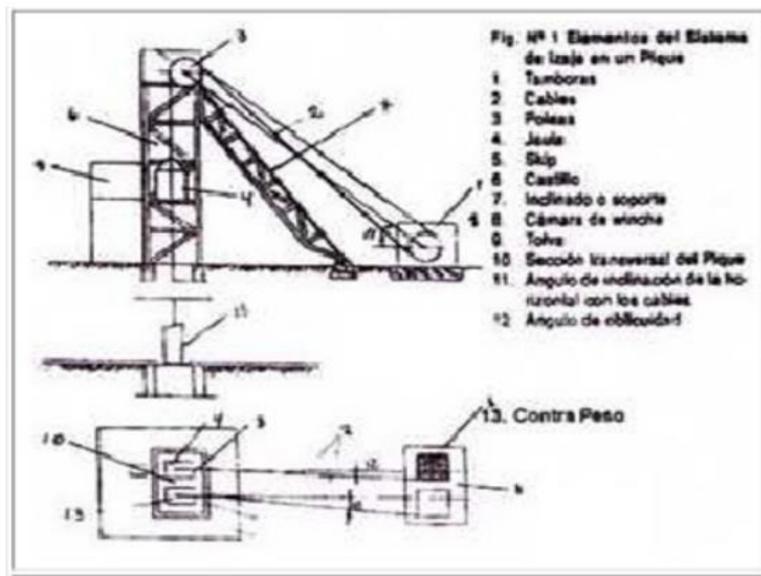
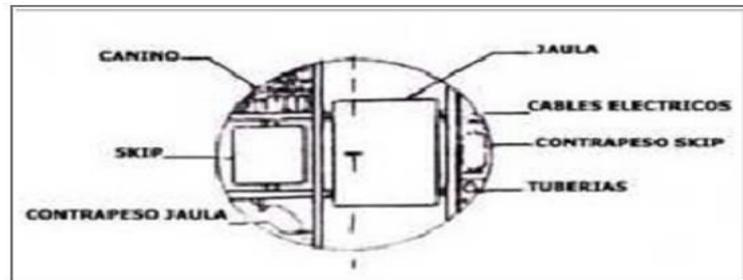
- Análisis de costos en relación a otros piques.
- El área debe ser favorable y suficientemente grande para las instalaciones de superficie.
- La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones, realizando para ello estudios de geotecnia conducentes a la clasificación del macizo en el área destinada para el diseño del pique.
- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.
- Según la importancia del pique se debe escoger su porte, su diámetro, el método de profundización, el recubrimiento de las paredes del pique, los enganches en los niveles, y la maquinaria de extracción.

### **Distribución de un pique**

Dependiendo del diseño. Puede tener dos o más compartimentos, los que dependen de la capacidad y de las instalaciones con que cuenta la operación, por lo que cada sección puede ser:

- Para la jaula y su contrapeso
- Para los baldes o Skips
- Para tuberías de agua, aire, relleno.
- Para cables eléctricos
- Para caminos.

**Figura 2.** Compartimiento y elementos de un pique



### 2.2.2. Elementos de un pique

Dentro de la estructura del pique el sistema que cumple efectivamente la función de bajar y subir los materiales está formado por cinco elementos con sus respectivos accesorios y son:

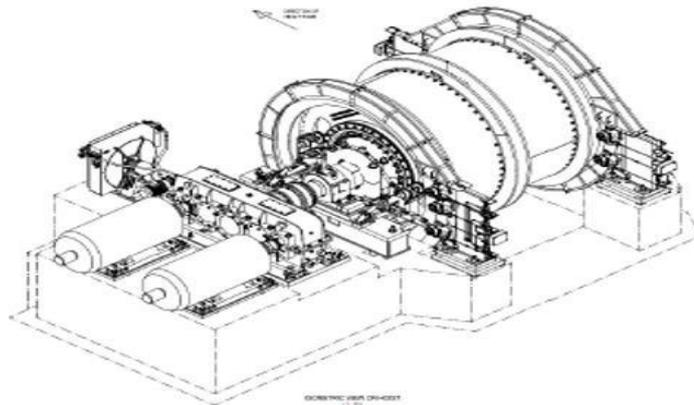
Winche o tambora o aparatos de enrollamiento, Cable, Polea, Jaula y/o balde (Skips), Torre o Castillo.

### **Winche, tamboras o aparatos de enrollamiento**

Son cilindros metálicos donde se enrolla el cable. Podríamos hablar del enrollado activo que es el cable que verdaderamente trabaja y el enrollado de reserva para los cortes reglamentarios que dispone la ley de seguridad y para reducir el esfuerzo ejercido por el cable, a la unión con el tambor. Los elementos principales de la tambora son:

- Eje principal.
- El tambor.
- El motor y el reductor

**Figura 3.** Winches de izaje



**Figura 4.** Vista de una wincha de dos compartimientos



### **Tambor:**

son cilindros en el que se enrolla los cables, cuya superficie puede ser liso o con ranuras helicoidales. Es girado por el eje principal. El sentido de rotación de los tambores es el mismo: para asegurarse la subida de una jaula y el descenso de la otra, los cables pasan por encima del tambor correspondiente y el otro por debajo del otro tambor.

La velocidad de extracción para el transporte del personal está regulada por los reglamentos de seguridad. El límite máximo es de 240 mts /min. La velocidad para la extracción de minerales, está determinada por las características de los piques, tamboras, altura del pique o profundidad y de los castillos o torres. En los piques más profundos la velocidad de extracción llega a 900 y 1000 mts/ min

**Tabla 1.** Velocidades de extracción de un pique

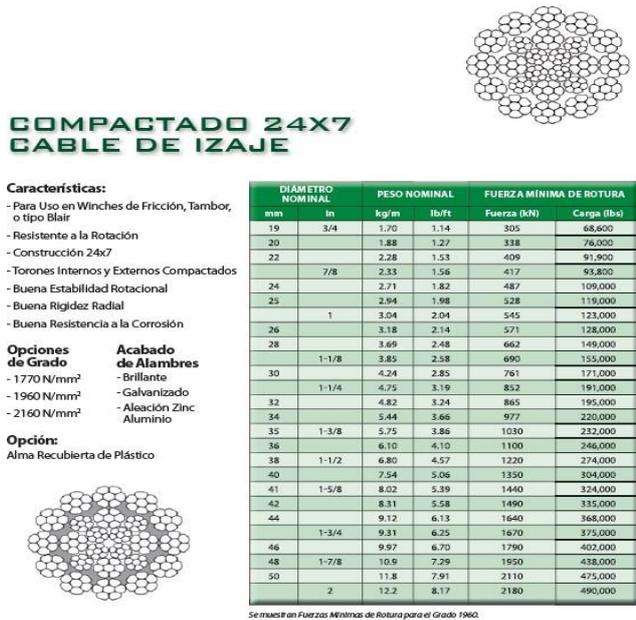
Profundidad	Velocidad de cable
150 metros	365 metros/min.
150 – 300 metros	480 metros/min.
300 – 600 metros	600 metros/min.
900 metros	900 metros/min.

### **Cable**

Es un producto fabricado con alambre de acero, colocados ordenadamente para desempeñar el trabajo de izar los skips y las jaulas.

Para formar cables, se arrolla un gran número de hilos de acero de alta resistencia (normalmente entre 130 y 180 kg/mm<sup>2</sup>). Estos hilos se disponen en cordones y torones, según los casos.

**Figura 5. Características del cable de izaje 24 x 7**



## Polea

Rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skips (resistencia) y en la otra la wincha o tambora (potencia)

La garganta es una ranura cóncava abierta en el contorno de la polea donde se localiza el cable

## Jaula y/o balde (Skips)

No se utilizará ninguna jaula o balde para elevar o bajar personas si no está construido de manera que evite que el trabajador que viaja en el, entre en contacto accidentalmente con la estructura del pique.

Las jaulas o baldes que se usan en un pique para elevar o bajar personas cumplirán con las siguientes condiciones:

La capota será hecha de láminas de acero de un grosor mínimo de 3/16 de pulgadas o de un material de resistencia equivalente.

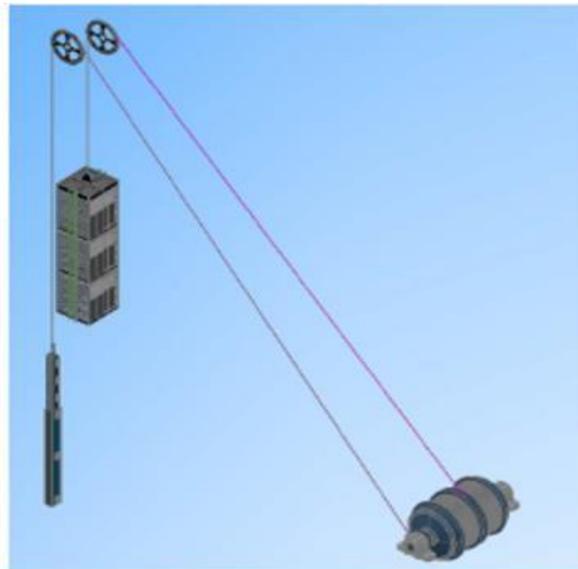
Los costados de la jaula estarán forrados con láminas de hierro o acero de un grosor mínimo de 1/8 de pulgadas o de un material de resistencia equivalente. El forro tendrá una altura mínima de 5 pies desde el piso de la jaula

La jaula tendrá puertas de material adecuado, con una altura mínima de 5 pies desde el piso de la jaula.

Las puertas estarán colocadas de una manera que no se abra para afuera.

Se obtendrá del fabricante un certificado de la capacidad de la jaula o skip y sus accesorios que incluirá el peso del cable de cola.

**Figura 6.** Vista de la jaula, polea, cable, tambor



### **Torre o Castillo.**

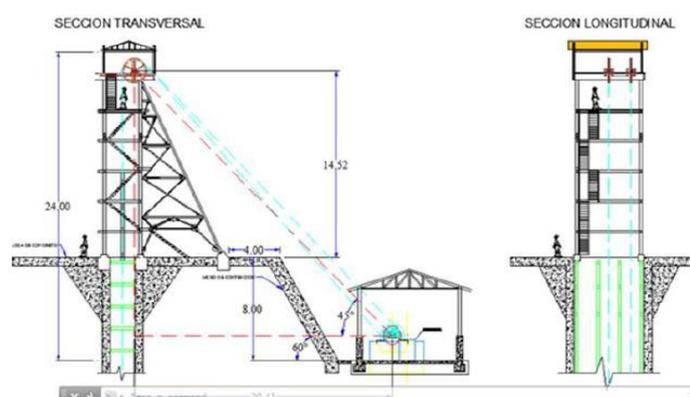
Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable. Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique. En su interior suben los baldes desde el nivel del bolsillo del pique (pocket) hasta la ventana de descarga del mineral; o las jaulas, de estación en estación en el momento de entrada y salida del personal o cuando se trata de transportar el material.

De la cúspide de la torre o del castillo baja una estructura inclinada que sirve de sostén a toda la torre y contrarresta la tensión de los cables.

### **Estructura de un pique**

La estructura de un pique puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo raise borer, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada. En todos los casos, el terreno debe ser competente y donde no exista agua de filtración.

**Figura 7. Estructura de un pique**



### **2.2.3. Formas de un pique**

Los piques de mina, por lo general son de forma rectangular y circular, son menos frecuentes y muy raramente los de sección elíptica o curvilínea.

Para elegir la forma de la sección transversal, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La calidad del macizo rocoso;
- El tiempo de servicio y el destino final del pozo; y
- El material de fortificación a ser utilizado

### **Sección rectangular**

Es una forma muy empleada, sin embargo, ofrece las siguientes desventajas:

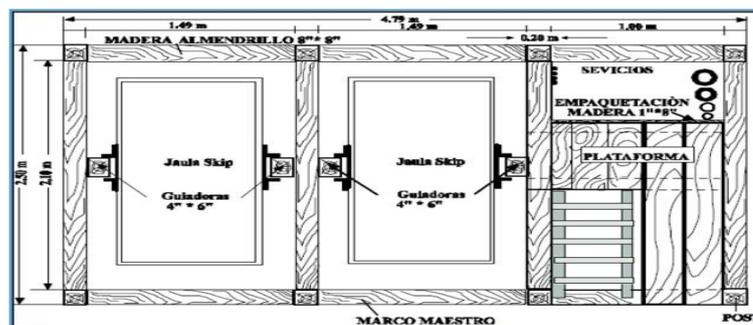
Dificultad en la formación de ángulos rectos, particularmente en rocas duras

- Posibilidad de una deformación significativa de la fortificación en caso de rocas débiles e inestables.
- Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.

Forma Rectangular de la Sección Transversal de un Pique  
Compartimientos:

- 1: de ascenso;
- 2: de escalera;
- 3: de tuberías y cables

**Figura 8.** Pique de sección rectangular



**Figura 9.** Pique rectangular con sostenimiento de madera



### Sección Circular

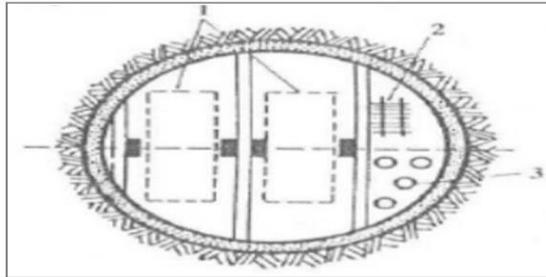
La sección circular garantiza una mayor estabilidad, debido a que la fortificación va a resistir mejor la presión causada por la roca circundante; ya que ésta, se distribuye más uniformemente.

Además, los piques de sección circular poseen un menor coeficiente de resistencia aerodinámica.

Forma Circular de la Sección Transversal de un Pique Compartimientos:

- 1: de ascenso;
- 2: de escalera;
- 3: de tuberías y cables

**Figura 10.** Pique de sección circular



**Figura 11.** Vista de un pique circular



### **Ubicación de un pique**

Tipos principales: piques verticales e inclinados (chiflones) los piques verticales se pueden ubicar respecto a la veta de la siguiente manera:

- Al pendiente de la veta mineral
- Interceptando la veta mineral
- Al yacente de la veta mineral

### **Pique ubicado al pendiente de la veta Ventajas:**

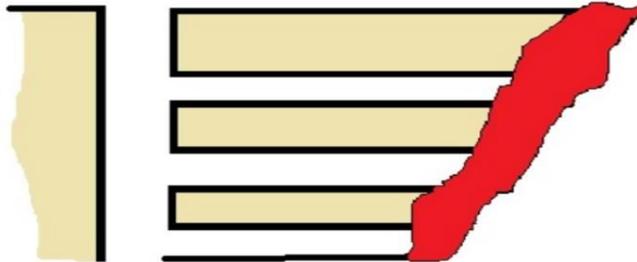
- Presente un desarrollo ordenado en la construcción, presentando buenos pilares de protección.
- Se pueden encontrar vetas paralelas al yacimiento mineral

### **Desventajas:**

- Presenta un costo elevado debido a la explotación en la parte del estéril.

- Deslizamiento de masas rocosas al encontrar la veta perdiendo así la estabilidad y el control del terreno.
- Se puede perder el yacimiento debido a la una mala acción en la labor

**Figura 12.** Pique ubicado al pendiente de la veta



### **Pique interceptando la veta**

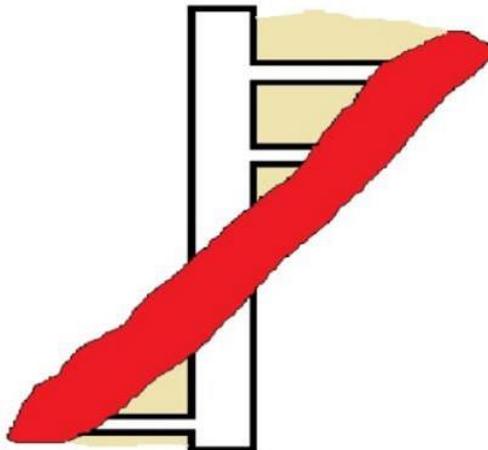
#### **Ventajas**

- Se accede fácilmente al yacimiento
- El costo de desarrollo inicial es menor
- El desarrollo es mas armónico en los niveles

#### **Desventajas**

- Se genera problemas en el terreno por debilitamiento
- Se pierden material útil al hacer pilares de protección en el mineral
- Costos elevados de mantenimiento

**Figura 13.** Pique interceptando la veta



### **Pique al yacente a la veta**

En la formación de los yacimientos la inclinación por lo general tiene manto variable por lo que no se puede hacer un pique regular por el yacimiento ubicándose al yacente del mineral por el estéril, una de sus ventajas es que no necesita mucha fortificación ya que el material en las cajas de estéril es mucho mejor que el del mineral mismo, pero es más caro ya que se encarece la producción al tener que hacer estocadas de producción.

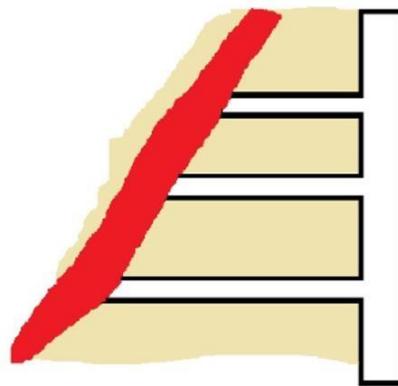
#### **Ventajas**

- La extracción se vuelve más fácil porque se aprovecha la gravedad
- Más económico con respecto a los anteriores

#### **Desventajas**

- Mientras más se avanza en profundidad, mayor será el avance por estéril para poder llegar al yacimiento.

**Figura 14.** Pique al yacente a la veta



### **2.2.4. Perforación y voladura en piques**

#### **Perforación**

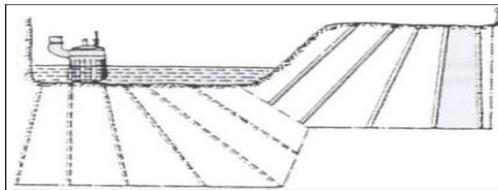
Los métodos de ejecución de piques pueden dividirse en 3 grupos

- Método de banqueo
- Método en espiral
- Método a sección completa

### **Método de banqueo**

Este método es adecuado para pozos de sección rectangular o cuadrado, consiste en perforar en cada avance la mitad del piso, primero el que se encuentra a una mayor altura, dejando la otra mitad como cara libre o para el bombeo de agua, si lo hubiera, el método es en gradines rectos o pequeños bancos, donde la perforación suele ser manual con martillos neumáticos.

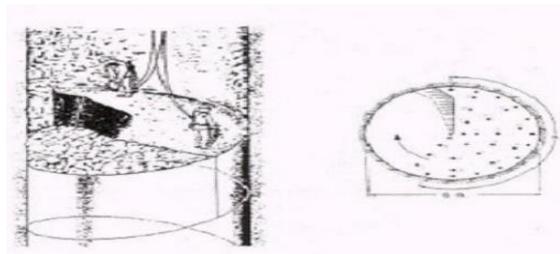
**Figura 15. Método de banqueo**



### **Método en espiral**

Consiste en perforar el fondo del pique en forma de un espiral, cuya altura de paso dependerá del diámetro del pozo y del tipo de terreno a fragmentar, dentro de cada corte se vuela una sección del espiral con un ángulo lo suficientemente grande, los taladros en cada corte se perforan paralelos y con la misma longitud (SALINAS, 2000)

**Figura 16. Método en espiral**



### **Método de sección completa**

Se utilizan con mucha frecuencia en la excavación de pozos y piques tanto de sección rectangular como circular. En forma similar a lo que sucede en túneles y galerías es necesario crear inicialmente una cara libre. (Cementation Sudamerica S.A., 2013)

### **Voladura empleados en piques**

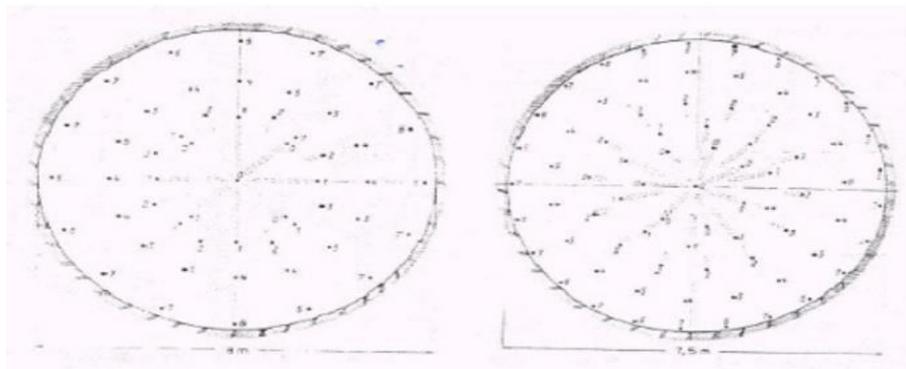
Los tipos de voladura empleados son: con cuele o ranura en 'V', cónico, paralelo y con barreno de expansión.

- Los cueles en 'V' se aplican a los pozos con sección rectangular. El ángulo de inclinación de los taladros debe estar entre  $50^\circ$  y  $75^\circ$  y deben estar en la dirección de las discontinuidades a fin de aprovecharlas en el arranque.
- Los cueles cónicos son los más empleados en los pozos y piques circulares debido a que se puede mecanizar la perforación de los taladros y por otro lado el menor consumo de explosivos con respecto al cuele de taladros paralelos.

El cuele de taladros paralelos trabaja de forma semejante a como lo hacen en las galerías o túneles, presentando ventaja adicional de una mayor sencillez en la perforación.

Diseño de la malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa.

**Figura 17.** Malla de perforación en un pique circular, corte cónico



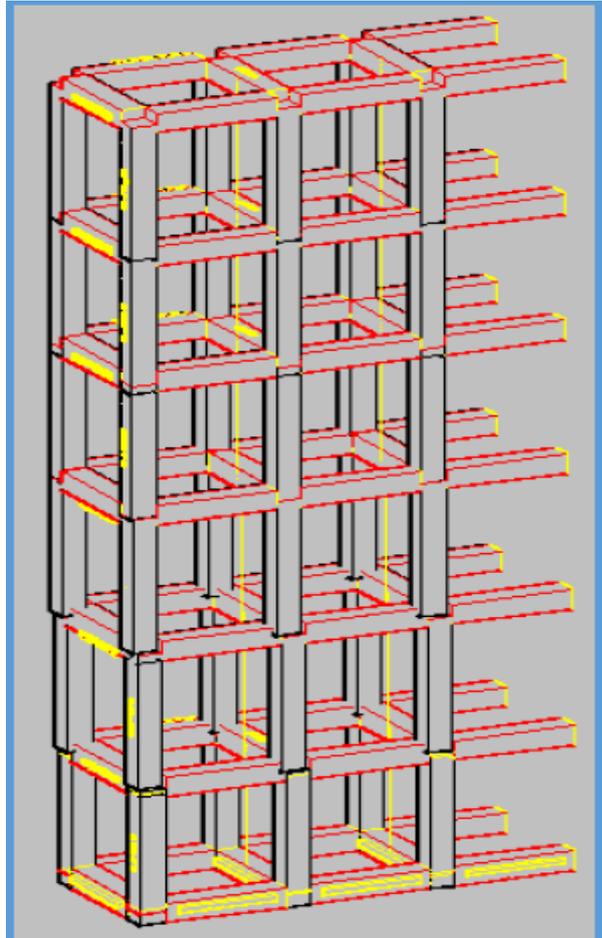
#### **2.2.5. Fortificación de piques**

La fortificación del pique puede ser de madera o de acero y de ser necesario, deberá efectuarse con pernos y/o malla y/o shotcrete.

## Fortificación con madera

Se usa conjunto de cuadros en los piques para dividir al pique en compartimientos y como un medio de fijar las guías, tubos, cables, etc. (ZELAYA, MARTINEZ, 2011)

**Figura 18.** Fortificación con madera



### a) Ventajas

- Adaptabilidad a todo tipo de terreno, especialmente el conocido como pino rojo.
- Versatilidad para soportar todo tipo de esfuerzos.
- Su deformación es fundamental para la seguridad

### b) Desventajas

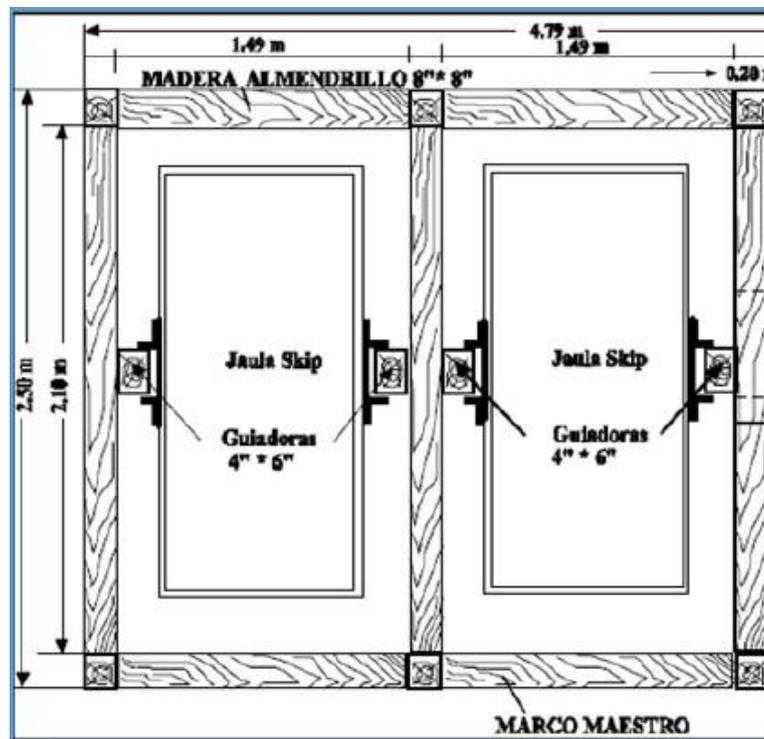
- Elevado costo.

- Elevado uso de mano de obra.
- Limitada duración.

### Fortificación con cuadros completos

Cuando la calidad de la roca no es competente y presenta zonas peligrosas se debe enmaderar el cuadro con marcos completos y tras los puntales se empaqueta con tablas de 2" o chajllas de 4" en todo el contorno. (CHAPANA , 2018)

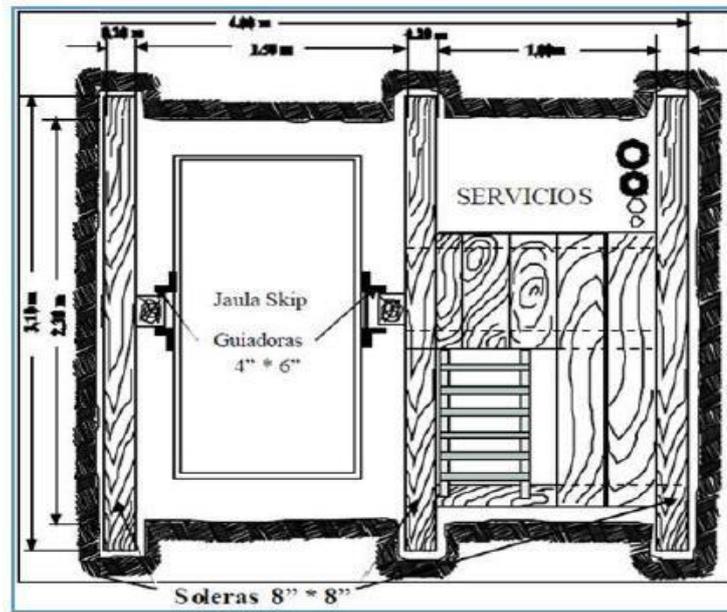
*Figura 19. Fortificación con cuadros completos*



### Fortificación solo con soleras

En cuadros donde la roca es competente se colocan solamente soleras cada cierta distancia y solamente sirven para colocar las guadoras para el skip o jaula, para armar el camino y para la instalación de cañerías para aire comprimido, para agua, para relleno, cables telefónicos y eléctricos.

**Figura 20. Fortificación con soleras**



## 2.2.6. Sostenimiento de piques

### Sostenimiento provisional

Como el personal está expuesto a la caída de las rocas al avanzar en profundidad el pique, el sostenimiento provisional de las paredes es esencial.

Por lo general este sostenimiento provisional está constituido por cuadros metálicos de perfiles en U llamados Enciguatados. Toman la forma exterior del pozo y están conformados por 4 o 5 piezas unidas por pernos. Detrás de ellos se suelen colocar planchas metálicas ajustadas por medio de cuñas, rellenando los vacíos entre la pared y planchas metálicas con madera o roca para asegurar un buen ajuste (BARZOLA, 2018).

### Sostenimiento Definitivo

Se utiliza madera redonda o escuadrada, ladrillos, hormigón armado y/o dovelas (estructuras PRE-fabricadas en forma de cuña a fin de empalmarlos y asegurarlos con pernos); también se utilizan pernos de anclaje.

### **Materiales a utilizar en el sostenimiento**

#### **a) Malla metálica**

Se utilizarán malla de 2" x 2" de cocado, las mallas tienen un ancho de 2,5 , x rollo de 20 m y se fijaran en el techo por los mismos pernos de anclaje.

#### **b) Pernos**

Se emplearán según las técnicas de diseño de 7 pies de longitud y el espaciamiento de 1 m como máximo se instalará cada 3 disparos.

#### **c) Cuadros**

Además del sostenimiento con pernos y malla se reforzarán con cuadro de madera de 20 x 20 cm de sección solamente cuando se atraviesa terrenos malos como terrosos o de alto fracturamiento.

### **2.2.7. Seguridad de un pique**

El artículo 296 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería especifica algunos criterios que todo titular minero debe cumplir en la construcción de piques de transporte de carga o de personal.

1. Ser diseñado sobre la base de estudios geológicos, Geomecánicas e hidrogeológicos.
2. Ser construido de acuerdo al diseño y sostenido con materiales no degradables que soporten el esfuerzo producido.
3. Tener guías de recorrido de las jaulas o baldes.
4. Tener suficiente espacio en profundidad que exceda la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.
5. Tener compartimientos debidamente separados por una barrera sólida y resistente.
6. El collar y las estaciones deben tener puertas que cierren su acceso.
7. Para efectos de reparación o cambio de baldes o jaulas, el pique debe estar provisto de dispositivos llamados «sillas» para sostener dichos elementos.

8. En laboreo de piques, se colocará obligatoriamente guarda cabezas o sombreros de seguridad. En las reparaciones de tolvas, piques o chimeneas se empleará tapones debidamente contruidos.

Con respecto al castillo instalado en superficie o en subsuelo, el artículo 297 del reglamento establece que debe:

1. Ser diseñado de acuerdo a los criterios y normas técnicas actuales, cuyos planos serán elaborados por profesionales especializados en la materia.
2. Ser construido de acuerdo al diseño con una estructura que soporte el esfuerzo de la carga a transportarse.
3. Tener la suficiente elevación, la misma que debe ser dos veces la distancia de parada de la jaula o balde a su máxima velocidad.
4. ¿Cuándo no usar un cable de izaje?
  - Cuando la resistencia existente haya disminuido a menos del 90% de la original.
  - Cuando la sección de un segmento de cable de prueba haya disminuido a menos del 60% de la sección original cuando sea sometido a un máximo de tracción.
  - Cuando el número de hilos rotos en el tramo de dos metros donde haya más roturas exceda del 10% de la cantidad total de hilos.
  - Cuando exista corrosión acentuada.
  - Cuando la tasa de alargamiento de un cable de izaje que trabaja por fricción comience a mostrar rápido incremento.
  - Cuando exista aplastamiento o flexión brusca en cualquier punto de su longitud.

### **2.3. Definición de términos conceptuales**

#### **Castillo o Estructura de Desplazamiento:**

Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable. Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique

#### **Jaula, Baldes o Skips:**

Es uno de los componentes esenciales del sistema de izaje; las jaulas, baldes y skips, cumplen la función de transportar en su interior al personal y/o mineral según los requerimientos de producción.

#### **Motor:**

Es el propulsor de la acción mecánica, es el que realiza el trabajo de izaje. Las características del motor se eligen de acuerdo al requerimiento y la capacidad de la carga que se quiere izar y a las dimensiones y modelo del pique

#### **Pique**

Los piques mineros son labores mineras verticales o inclinadas muy utilizadas en la minería subterránea y en obras civiles, que sirven de comunicación entre el interior y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos, ventilación, aire comprimido, agua para la perforación, desagües, el mineral y todo lo que sea necesario para el trabajo en las labores mineras subterráneas. (PEREZ , 2015)

#### **Polea:**

Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skip (resistencia) y en la otra el winche o tambora (potencia).

#### **Tambora (una o dos):**

Son cilindros metálicos donde se enrolla el cable. Podríamos hablar del enrollado activo que es el cable que verdaderamente trabaja y el enrollado de reserva para los cortes reglamentarios que dispone la ley.

### **Winches de izaje:**

El winche de izaje, es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; el winche de izaje, es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina. (DE LA CRUZ, 2000)

### **Formulación de la hipótesis**

#### ➤ **Hipótesis General**

Las consideraciones que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas Marza, deben ser la planificación, la ejecución, el control del proyecto,

#### ➤ **Hipótesis específicas**

- a. En la etapa de inicio y planificación las consideraciones que se debe tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía Minera Retamas – Marza, deben ser los objetivos, diseño, presupuesto, cronograma.
- b. En la etapa de ejecución y control las consideraciones se deben tener en cuenta en la construcción de un pique teniendo como modelo la construcción del pique Principal en Compañía minera Retamas – Marza, deben ser la construcción, adquisiciones, costos y tiempos de ejecución.

### **Identificación de variables**

#### ➤ **Variables para la hipótesis general**

- Consideraciones en la construcción de piques
- Planificación, ejecución, control.

#### ➤ **Variables para la hipótesis específicas**

- Para la hipótesis específica a.  
Inicio, planificación en la construcción de piques  
Objetivos, diseño, presupuesto

- Para la hipótesis específica b.  
Ejecución, control en la construcción de piques  
Construcción, adquisiciones, costos, tiempo

#### **2.4. Enfoque filosófico – epistémico**

Al desarrollar la presente investigación podemos acercarnos a la ciencia desde varias perspectivas. Es posible que nuestra meta sea resolver el problema sobre minería específicamente sobre mallas de perforación. Pero, a la vez, lo que encontremos en ella de explicativo o creíble puede ser distinto si aplicamos a otra realidad o lo realiza otra persona que no es de la especialidad como puede ser un comerciante, un importador de equipos industriales, un investigador o un maestro. Es decir, que nuestras preocupaciones acerca de la actividad científica pueden ser distintas según el ángulo desde el cual la pensemos. Lo importante al juzgar o evaluar a la ciencia es diferente según nuestra relación con ella en determinados momentos: si la vemos como ingenieros, funcionarios, productores, divulgadores o consumidores. Por lo tanto, tenemos de entrada un área compleja al pensar sobre la ciencia según nuestro punto de partida. En la presente investigación nos colocamos como investigadores de un área de la ciencia a la que queremos ver más vinculada a los problemas e intereses del desarrollo de la minería.

Además, para solucionar el problema o comprender algo no sólo tenemos a la ciencia. Hay diversas vías para conocer; todas pueden reclamar legitimidad y eficiencia. La ciencia no nos da la única manera de entender el mundo y nuestras vidas, aunque sí es, junto con la tecnología, la que puede explicar y debatir los métodos que usa, y los que usan otras vías. De hecho, coexisten muchas maneras simultáneas en las sociedades modernas. Con frecuencia, en nuestras comprensiones personales y en la cultura hay nociones de pensamiento mágico o de superstición, costumbres, conocimientos aceptados como ciertos porque alguien con cierta autoridad lo ha dicho, consensos alcanzados por el

diálogo, intuiciones profundizadas por medio de la literatura y el arte en general, observaciones directas, y un largo etcétera.

## **CAPITULO III**

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

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación que desarrollaremos será de tipo APLICADA, debido a que determinaremos los parámetros en la construcción de un pique.

#### **3.2. Nivel de investigación**

En cuanto al nivel de perforacion diremos que tendrá un nivel descriptivo, explicativo porque vamos a describir y explicar sobre aspectos en la construcción de un pique.

#### **3.3. Características de la investigación**

El método a emplear será el metodo de la investigacion científica, teniendo en cuenta los métodos específicos deductivo y de análisis, porque haremos uso de la estructura del metodo científico al determinar los parámetros en la construcción de un pique.

#### **3.4. Diseño de Investigación**

El diseño a emplear será el diseño no experimental transversal, ya que en nuestra investigación no modificaremos las variables y lo realizaremos en un momento determinado.

### **3.5. Procedimiento del muestreo**

#### **3.5.1. Población**

La población estará constituida por los dos piques existentes en la Compañía Minera Retamas – MARSA.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra a tomar fue elegida directamente, y viene a ser el pique Principal de la Compañía Minera Retamas – MARSA.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Entre las técnicas usadas para esta investigación se encuentran las siguientes:

#### **3.6.1. Técnicas**

Tenemos como técnicas lo siguiente

- La observación directa
- Recopilación documental.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Dentro de los instrumentos tendremos.

- Libreta de campo
- Planos
- Otros documentos.

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

Habiendo recabado información y realizadas visitas y observaciones insitu sobre la construcción del pique Principal en la Compañía Minera Retamas – MARSA procederemos a ordenarlos, procesarlo y obtener resultados correspondientes.

### **3.8. Orientación ética**

Durante el desarrollo de la investigación siempre tendremos presente la verdad, veracidad, la confidencialidad, respeto a las personas e instituciones.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

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

##### **4.1.1. Generalidades**

###### **Ubicación de la mina**

Minera Aurífera Retamas S.A. se encuentra ubicada en el anexo de Llacuabamba, Distrito de Parcoy de Patáz, perteneciente al Departamento de La Libertad, emplazada en la vertiente del flanco oriental de la cuenca hidrográfica del Marañón.

###### **Accesibilidad**

El acceso a la Unidad Minera desde la ciudad de Lima se realiza por dos vías:

a) Vía terrestre:

Lima - Trujillo

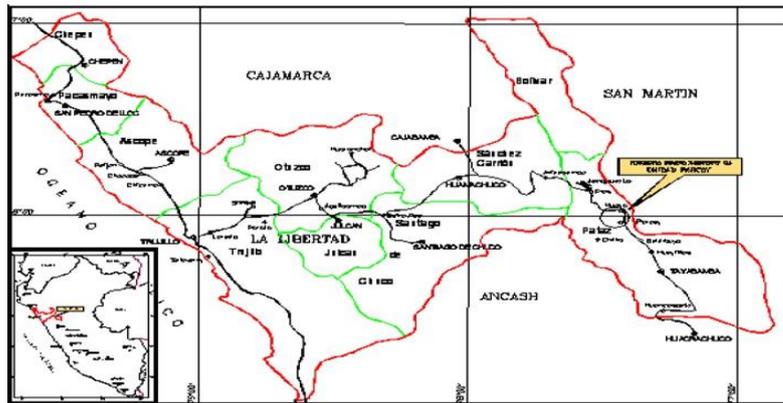
Trujillo - Chagual – Mina MARSA

b) Vía aérea:

Lima - Chagual: Aprox. 1h. 30min, vuelo Charter.

Trujillo - Chagual: Aprox. 0h. 45min, vuelo Charter

**Figura 21. Ubicación de la mina**



### **Datos de MARSA**

- Depósito mineralizado: El Gigante
- Tipo de yacimiento: Vetas Angostas de Au
- Producción diaria: 1,800 TMS / día
- Ley de cabeza: 10 gr Au /Ton
- Producción de finos: 500 kg Au / mes
- Finos en onzas: 16,000 oz Au / mes

### **Producción**

La mina produjo el año 2019 un promedio de 46,800 TMS por mes y 500 kilogramos de Au, promedio por mes, con ley de mineral de cabeza 10 gramos de oro.

La explotación es subterránea, convencional, por métodos de “Corte y Relleno ascendente”, “Cámaras y Pilares” y método de explotación selectivo “Circado”.

### **Reservas y recursos de mineral debajo del Nivel 2950**

En base a los sondeos diamantinos realizados en el sector Oeste del Pique Andrés, debajo del Nivel 2950; el Departamento de Geología MARSA considera los siguientes recursos:

**Tabla 2. Recursos Minerales debajo del Nivel 2950**

VETA	PROSPECTIVO		POTENCIAL	
	TMS	LEY (gr Au/TMS)	TMS	LEY (gr Au/TMS)
Valeria	500,000	15 – 30	500,000	15 – 30
Cabana 3	200,000	14	200,000	14
Total	700,000	15 - 30	700,000	15 - 30

En el sector Este al eje del Pique San Andrés, debajo del 2950 también existen trazas de las vetas Esperanza con posibilidades de constituir recursos y reservas en corto plazo. Actualmente en este sector se realiza taladros de sondaje diamantino y una labor con excavación inclinada, que permitirá explorar 150 de profundidad.

#### **4.1.2. Situación del sistema de extracción y transporte**

Actualmente la mina extrae el mineral y desmonte de labores a través de galerías de todos los Niveles que tienen acceso horizontal desde superficie empleando locomotoras a batería y carros mineros del tipo U-35, sobre rieles usualmente de 30 Lbs/yd y trocha 20 pulgadas.

El mineral extraído por las galerías es almacenado en tolvas ubicadas en las bocaminas para ser cargadas y transportadas con volquetes marca Volvo NL12 y FM12 (propiedad de MARSÁ) a la Planta Concentradora por una carretera rural que hace un recorrido, desde las bocaminas R2 (Nivel 2950): 13.70 Km. y desde Las Chilcas (Nivel 3220): 10.1 Km. (Ver siguiente tabla).

**Tabla 3.** Distancia desde niveles a planta concentradora

<b>NOMBRE DEL NIVEL</b>	<b>NIVEL (m.s.n.m.)</b>	<b>DISTANCIA (Km)</b>
HUACRACHUCO		4.20
PORVENIR INTERMEDIO		3.30
PORVENIR MEDIO		1.60
NIVEL CINCO		3.25
ESPAÑOLA		3.00
ESPAÑOLITA		3.90
CABANA		6.65
LA VIRTUD		6.60
SAN VICENTE		7.90
LAS CHILCAS	3220	10.10
SAN FRANCISCO		12.90
R-2	2950	13.70

El desmonte producto de exploraciones y otras labores subterráneas corridas en estéril son transportadas con el mismo equipo tanto en interior mina como en superficie, pero en este caso los destinos son las canchas de relave, y la cancha Alaska a 16.5 Km. de la bocamina Las Chilcas.

El Nivel 2950 ha llegado a constituirse en el más profundo y el último Nivel de acceso horizontal por galería. Esta galería dada su distancia entre la bocamina y el área de proyección del pique San Andrés y posibles puntos de inicio de nuevas labores de profundización, están a aproximadamente 5 Km., tiene una

sección de 2.4 m. x 2.4 m., es sinuosa y presenta sostenimiento en  $\pm 50\%$  de su recorrido, con sectores muy críticos.

El transporte de personal minero se inicia desde la zona de campamentos San Andrés mediante buses hasta las bocaminas de los diferentes Niveles. Dicho personal ingresa a sus labores vía caminata, excepto en el Nivel 2950 en el que se utilizan carros mineros adaptados para pasajeros, jalados por locomotoras a batería; sin embargo, es insuficiente.

### **Consideraciones de acceso al interior de la mina desde superficie**

Considerando que el Nivel 2950 es el último Nivel que tiene acceso al interior de la mina desde superficie, a través de galerías, y ante la necesidad de realizar labores de minado debajo de este Nivel, se plantea alternativas de acceso y transporte que cumplan los objetivos de extracción de mineral y desmonte, acceso de personal, transporte de materiales, y esencialmente permitan el acceso a labores de exploración, desarrollo y explotación de las vetas.

Se considera que el tramo del Nivel 3220 al 2950 ya cuenta con aprobación de construcción de rampa con 12% de gradiente.

#### **4.1.3. Alternativas de acceso y transporte (Nivel 2959 hacia abajo)**

En coordinación con la Gerencia de MARSÁ se ha establecido parámetros principales de diseño y alternativas de vía de acceso y transporte subterráneo a adoptar. Para contar con mayores argumentos en la toma de decisiones, las alternativas se subdividen teniendo en cuenta en el caso de Pique: la ubicación y la profundidad de izaje (Fase 1 y Fase 2), en el caso de Rampa: la gradiente.

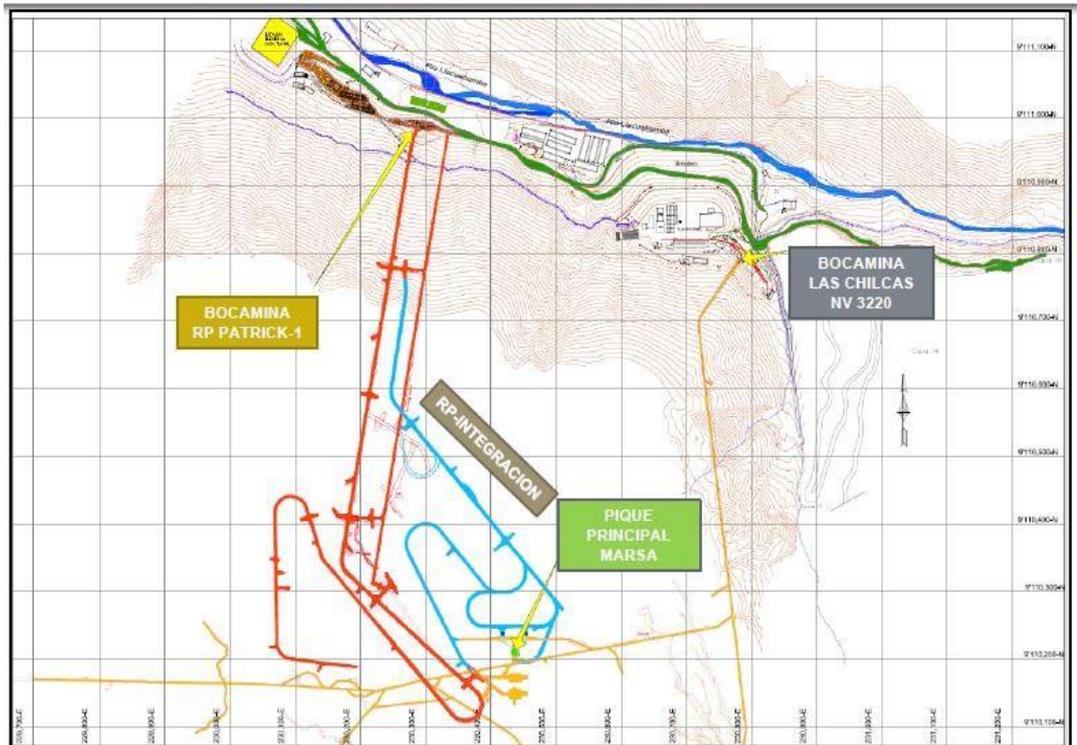
Para efectos de evaluación económica de alternativas entre Pique y Rampa, se tomará como distancia a profundizar 700 metros.

Las alternativas para la profundización debajo del Nivel 2950, son:

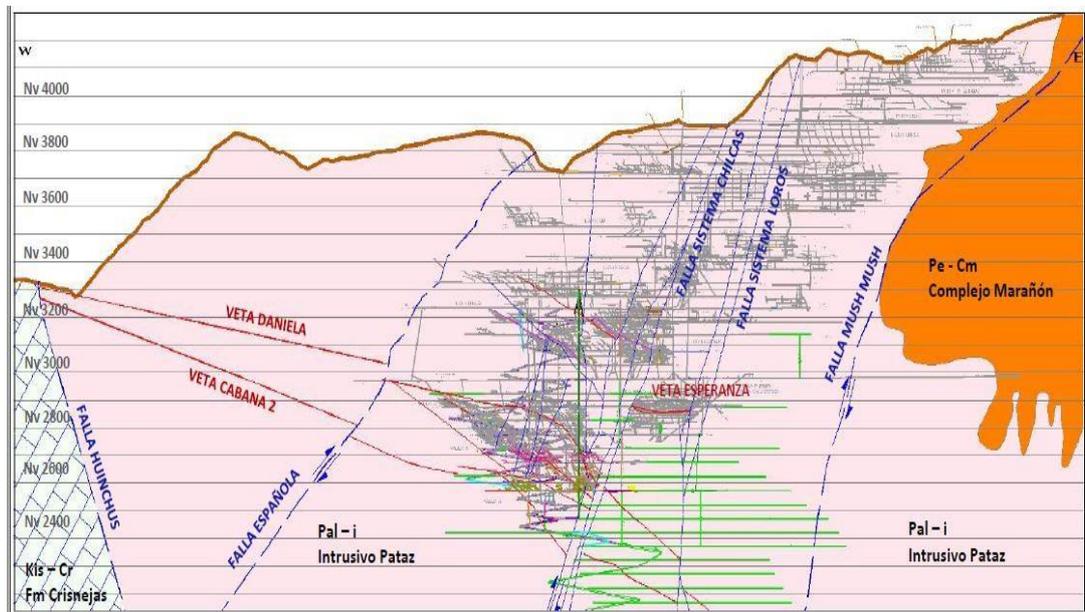
**Tabla 4.** Alternativas para la profundización debajo del Nivel 2950

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>SUB-ALTERNATIVAS</b>
<b>PIQUE</b>	a.1. Por ubicación  a.1.1. Pique Cabana-Valeria  a.2.1. Pique Central Valeria – Esperanza
<b>RAMPA</b>	b.1. Por calidad de terreno (fallas geológicas)  b.1.Sin cruzar fallas geológicas conocida.  - Gradiente 10%  - Gradiente 12%  b.2. Cruzando fallas menores.  - Gradiente 10%  - Gradiente 12%

**Figura 22. Ubicación del proyecto**



**Figura 23. Ubicación del proyecto, sección longitudinal, formaciones geológicas**





**Tabla 5. Producción proveniente de Niveles más profundos al 2950**

Transporte de mineral	1,800 TMS/día
Transporte de desmonte	1,000 TMS/día
Total	2,800 TMS/día

**b. Exploración**

Las expectativas geológicas y los recursos encontrados debajo del Nv 2950, son favorables para explorar y desarrollar en el corto plazo, por lo tanto, las labores de acceso deberán proyectarse a distancias óptimas a las trazas de las vetas.

Los Niveles se irán formando cada 50 metros, sin embargo, se realizará solamente a los sectores de estructuras más representativas o recomendadas por Geología, o por accesos a servicios, pudiendo establecerse Niveles de ataque cada 100 metros verticales; para reducir costos.

**c. Transporte de personal y servicio**

En una jornada de trabajo, es vital que el movimiento de ingreso y salida del personal se realice en el menor tiempo posible, con la finalidad de aprovechar al máximo las horas-hombre disponibles, tan necesarias en cualquier actividad productiva. Se prevé movilizar 700 personas por guardia, que incluye personal de producción, geología, topografía, de otros servicios y supervisión.

La labor de acceso y transporte deberá estar preparada para el ingreso de materiales como explosivos, madera, rieles, tuberías, de equipo minero tales como palas mecánicas, carros mineros, locomotoras etc.

**Parámetros de diseño de un pique**

Los parámetros esenciales que sirven de punto de partida son:

**Tabla 6. Parámetros principales de diseño de un pique**

<b>Parámetros principales</b>	
<b>Metas</b>	
Accesibilidad a futuros Niveles- Galerías de exploración y/o explotación	Según la ubicación de los recursos de mineral:  Niveles secundarios cada 50 m. y principales cada 100 m
Transporte de mineral y desmonte procedente de labores debajo del Nivel 2950:	Mineral: 1,800 TM/ día Desmonte: 1,000 TM/ día
Transporte de personal en el interior de la mina.	1,400 personas por día
Transporte de materiales y equipos mineros.	Madera, rieles, tuberías, etc.  Maquinaria: palas mecánicas, locomotoras, carros mineros
Sector a profundizar	
Nivel base de profundización	Nivel 2950 (2970).
Nivel final de profundización	Etapa 1: Nivel 2670  Etapa 2: Nivel: 2520
Altura de profundización	Etapa 1: 700 m

La producción de 1,800 TM de mineral por día considera que la diferencia de la producción absorberá la zona sobre el Nivel 2950, sin embargo, como diseño se preverá una holgura adicional de 50% para los años posteriores a cinco de implementado la alternativa elegida.

La alternativa rampa tendrá como punto de inicio el Nivel 2950 empalmado al de la “Rampa N° 1” que se construirá desde superficie (sector del botadero de desmonte del Nivel 3220) al Nivel 2950. La rampa permitirá el ingreso de vehículos de dimensiones como los de volquetes (camiones con tolva) modelo NL 12 o FM 12 de la marca Volvo, que es la que emplea MARSa en el transporte de las bocaminas a la Planta Concentradora.

La alternativa pique no necesariamente estaría ubicada en el punto actual diseñada por MARSa, lo que da opción a otra ubicación. Este pique será de sección circular con elementos metálicos en su estructura de compartimientos.

Las alternativas se seleccionarán en base a menor costo de inversión, costo de operación y tiempo de ejecución e implementación.

#### **4.1.4. Rampa de acceso y transporte del nivel 3220 al 2950 (rampa 1)**

Esta rampa se construirá desde la cota 3,190 m.s.n.m. en superficie, hasta el Nivel 2950. En el presente estudio se le denomina también “Rampa 1”.

##### **Objetivo de la Rampa**

El objetivo de esta rampa es principalmente transportar mineral y/o desmonte proveniente de los futuros Niveles ubicados debajo del 2950, solucionando el problema que se tendría al transportar aproximadamente 5 Km. de distancia por la galería del Nivel 2950 cuya construcción es de una sección (2.40 m x 2.40 m) no apta para carros mineros adecuados a la futura capacidad de producción y su ensanche ocasionaría demora y altos costo por excesivo sostenimiento. Adicionalmente la rampa servirá para servicios a los niveles intermedios y acceso de personal con vehículos tipo camión, camionetas, etc.; haciendo más eficiente las labores en los Niveles que comprende esta rampa.

Entre los principales objetivos que cumplirá la Rampa 1, son:

**a. Producción**

Extraer el mineral y desmonte proveniente de los Niveles debajo del Nivel 2950 y eventualmente de los Niveles intermedios entre éste y el 3220.

**Tabla 7. Metas de producción**

Actividad	Producción a corto y mediano plazo
Transporte de mineral	1,000 – 1,800 TMS/ día
Transporte de desmonte	1,000 – 1,500 TMS/ día
Total	2,000 – 3,300 TMS/ día

**b. Exploración**

La rampa interceptará los Niveles 3075 y 3025 en el sector del Pique San Andrés constituyendo accesos a las labores de exploraciones y desarrollos; que permitirán mejorar su eficiencia en el avance. Ver tabla N° 08.

**Tabla 8. Accesos complementario por galería y rampa**

NIVEL	ACCESOS
Nivel 3220	Por galería
Cota 3190 inicio de rampa	Por Rampa
Nivel 3175	Por pique San Andrés
Nivel 3075	Por pique San Andrés
Nivel 2970	Por galería y Rampa

**c. Transporte de Personal y Servicios**

El acceso y transporte por la rampa a las galerías de los Niveles intermedios indicados, permitirá el ingreso de materiales como explosivos, madera,

rieles, tuberías, de equipo minero tales como palas mecánicas, carros mineros, locomotoras etc.

**d. Seguridad**

La rampa se convertirá en una nueva ruta de escape para el personal. Las desventajas por la emanación de gases de los vehículos, como CO<sub>2</sub>, deberán superarse construyendo chimeneas con un estudio adicional de ventilación.

**Diseño y Parámetros de la Rampa**

**Ubicación de la Rampa 1**

La ubicación más conveniente de inicio de la rampa se da en la cota 3,190 m.s.n.m. en las coordenadas: 230,377.570 E y 9´110,938.119 N, ésta se encuentra a unos 200 metros al Oeste del botadero de desmonte de las Chilcas ver figura . Esta ubicación corresponde a roca medianamente competente dentro del Batolito de Patáz, tiene las facilidades de servicios de energía eléctrica, agua y desagüe.

La comunicación al Nivel 2970 está entre los sectores del Pique San Andrés y el Pique Circular proyectado inicialmente por la Mina, con la finalidad de compartir distancias al Este y Oeste en previsión a futuras decisiones de profundización de la Mina, ya sea por rampa o pique.

**Tabla 9. Ubicación Topográfica**

Ubicación Rampa	Cota (m.s.n.m.)	Coordenadas E	Coordenadas N
Punto de inicio	3,190	230,377.570	9,110,938.119
Punto final	2,970	230,447.725	9,110,292,060

El rumbo de inicio de la rampa es 14°50'44". La diferencia de nivel entre las cotas de inicio y final es 218 metros.

### **Parámetros de Diseño y Construcción de la Rampa 1**

Basado en los objetivos ya mencionados, la rampa se diseña para los Niveles comprendidos entre los Niveles 3220 y 2970 (cota 2972), para el acceso y transporte con equipos móviles sobre neumáticos, tomando como referencia las dimensiones del equipo de mayor dimensión que en este caso se ha considerado "Volquetes" de las características similares al de marca Volvo, modelo NL 12; quedando con las siguientes características.

#### **Características de la Rampa 1:**

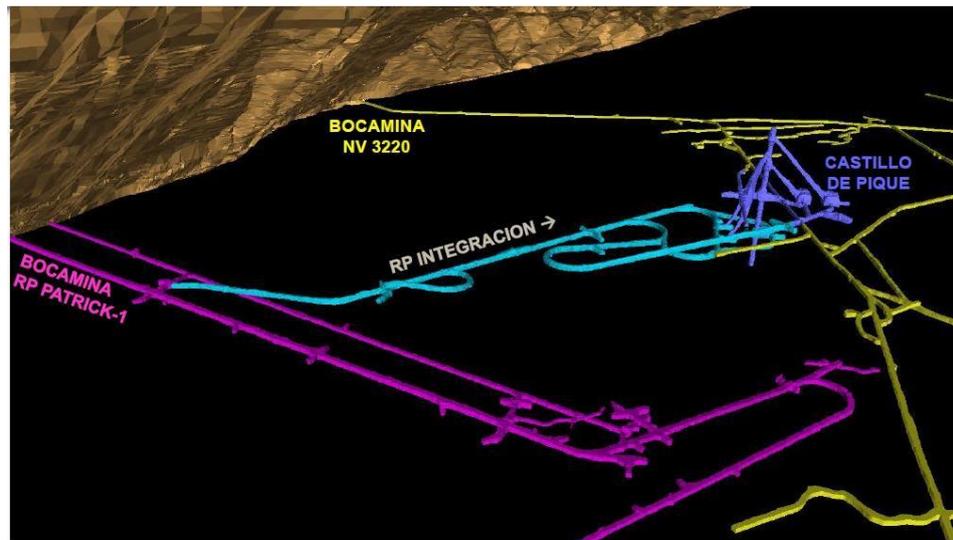
La rampa tendrá una abertura continua de 4.5 m. de ancho por 4.0 m. de altura, con cámaras de pase para camiones que transitan en sentido contrario ubicadas cada 350 metros que serán las mismas que se excavarán para las zonas de carga del material roto en el avance de la rampa. En el Cuadro N° 09 se muestra las características.

**Tabla 10. Características de la Rampa**

Características	Dimensiones
Sección	4.5 m. de ancho x 4.00 m. de altura
Gradiente en líneas rectas	12%
Gradiente en curvas	6%
Longitud	2,043 metro
Radio de curvas	25 metros
Cuneta	0.40 m. ancho x 0.30 m. altura
Cámara de pase en doble vía	Cada 350 m., aprovechando áreas de carga
Cámara de carga al avanzar la rampa	Cada 175 m.
Sumidero – Cámara para drenaje - .bombeo	1 en los primeros Niveles, o dependiendo necesidades de drenaje

Adicionalmente, las labores que serán necesarias para el avance de la rampa y que luego continuarán utilizándose serán las chimeneas de ventilación. Se ha diseñado tres chimeneas de ventilación.

**Figura 25. Rampa de integración**



- Longitud de Rampa: 1,313 m (incluye rampa, cámaras y estocadas)
- Sección de 4.00 m x 4.00 m.

### **Construcción de la Rampa**

Dada la importancia y urgente necesidad de contar con la rampa de acceso y transporte, su construcción debe realizarse atacando por dos puntos: El primero es desde superficie (cota 3190) y el segundo es desde el punto de comunicación con el Nivel 2970 (cota 2972), con la diferencia que mientras el avance desde superficie se realizará con equipo compuesto por Jumbo hidráulico, scoop de 6 o mínimo de 3.5 yardas cúbicas y camiones de bajo perfil, en el segundo caso se realizaría con equipo convencional en la perforación, scoop de 3.5 o 2.5 yd<sup>3</sup> para limpiar la carga disparada y extracción con carros mineros - locomotora por el Nivel 2950 y/o por el Pique San Andrés, mejorando su equipamiento y agilizando su comunicación.

Las metas de avance mensual se estiman en 150 metros por mes, luego por efectos de distancia y sectores imprevistos de mala calidad de terreno podría bajar a 120. Para el avance simultáneo desde el Nivel 2970 al encuentro con la rampa de superficie se ha estimado en 75 metros.

En el avance de construcción se deberá construir chimeneas de ventilación.

### **Cronograma de Ejecución**

El tiempo que demandaría la construcción es de 24 meses.

Se ha considerado avanzar la rampa simultáneamente por dos frentes, desde superficie (cota 3190 y desde interior mina (Nivel 2970).

### **Costo de Inversión**

La ejecución de la rampa desde superficie hasta el Nivel 2970, requiere de una inversión en construcción (sin equipamiento ni costos de administración del proyecto) de US \$ 4,037,798, monto que considera el transporte del material excavado (desmonte) a la cancha "Alaska" ubicado a 18.7 Km. (desde boca de inicio de rampa en la cota 3190). En el Cuadro 10 se muestra el resumen de los costos de inversión.

**Tabla 11. Resumen de costos de inversión de Rampa**

<b>Costo de rampa Nivel 3220 al 2950</b>		<b>US\$</b>
<b>INVERSION DIRECTA - RAMPA</b>		<b>3,606,700</b>
1	Excavaciones en rampa auxiliares (por Contratista)	2,950,700
2	Servicios para la construcción de rampa	406,000
3	Equipamiento. - Accesorios para "Bolsillo" de carga	200,000
<b>INVERSION INDIRECTA - RAMPA</b>		<b>481,098</b>
4	Transporte de desmonte a Cancha	381,098
5	Imprevistos	100,000
<b>Total, Inversión US \$</b>		<b>4,037,798</b>

#### **4.1.5. Alternativa Pique**

Esta alternativa consiste en construir un pique de sección circular con elementos metálicos en sus compartimientos, para el izaje de mineral y desmonte por skips y de personal, materiales y equipo por jaula, ambos con winche independiente.

El pique tendrá una longitud que cubre los Niveles desde el 3075 hasta el 2520, haciendo 700 metros de desnivel. El Nivel 2520 formará la “Galería Principal de Extracción” para la colección de mineral e izaje al 3075.

##### **Estructuras del Pique**

Las estructuras que se emplearán en el pique dependerán de la sección que se determine para el pique, esta sección por su forma y consistencia puede ser del tipo circular, rectangular, cuadrado o elíptico, tradicionalmente se consideraba que la sección circular se debía utilizar para terrenos poco estables, sin embargo, últimamente se prefiere el circular para todo uso especialmente para piques profundos por ser muy versátiles.

Las estructuras pueden ser de madera o acero, generalmente en zonas donde hay presencia de agua ácida es preferible de madera ya que la corrosión generaría un el alto costo de mantenimiento en el acero.

En caso de utilizarse el sistema de seguridad tipo Hollinger para la jaula, se deberá utilizar guías de madera, los que deberán ser debidamente calculados de acuerdo a la carga y velocidad de dicha jaula, de no ser así en cualquier momento podría colapsar las guías. Para los skips, será suficiente utilizar guías de acero, lo que también deberán ser debidamente calculados en base a la velocidad y a la carga. Por la rapidez de instalación es preferido el de estructuras de acero.

El Pique MARSA será de sección circular, con estructuras de acero los que para la etapa de la construcción deberán ser debidamente calculados y diseñados en la Ingeniería básica y de detalles.

#### 4.1.6. Parámetros de diseño

##### Parámetros de diseño operacionales del pique

Podemos determinar o considerar los principales parámetros de operación

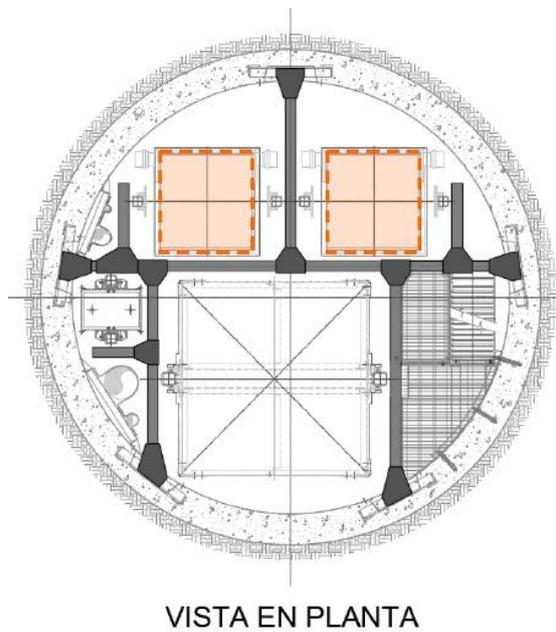
**Tabla 12.** Parámetros operacionales producción del pique

Parámetros operacionales	Unidad	Cantidad
Capacidad de izaje (mineral y desmonte)	T/día	3,800
Velocidad	m/s	9.14
Longitud de izaje	m	770
Horas de operación al día	Horas/día	17.5
Capacidad del skip (T: tonelada métrica)	T	8.2

**Figura 26.** Izaje de mineral y desmonte mediante skip



**Figura 27.** Compartimiento de ubicación de los skips

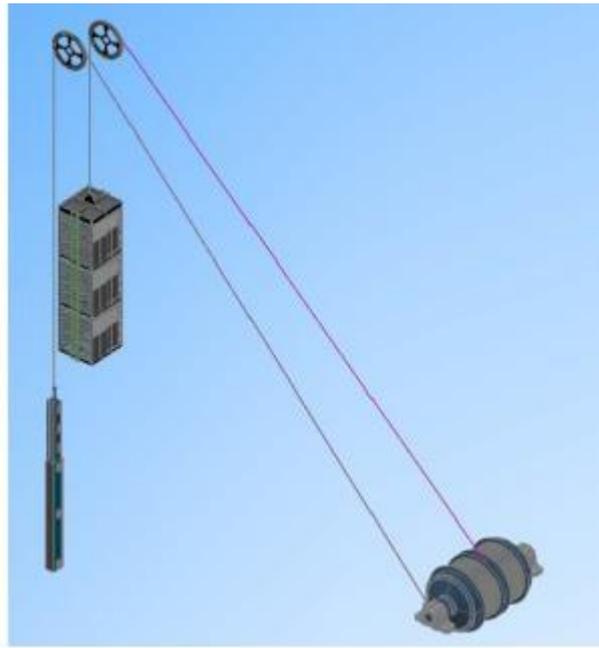


**Parámetros de diseño área de servicios**

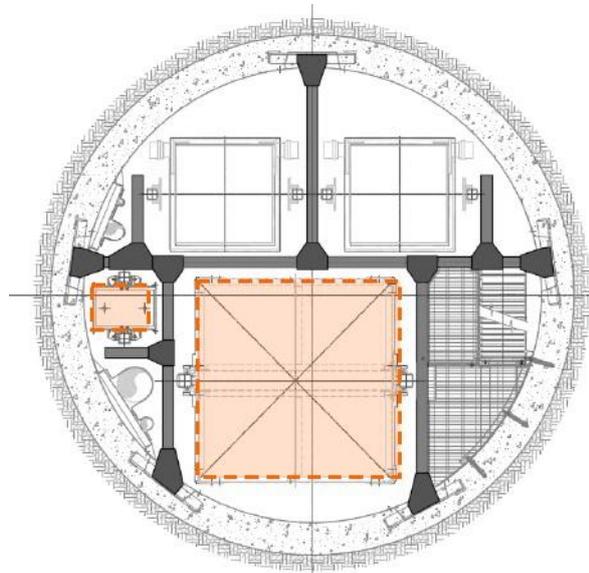
**Tabla 13.** Parámetros área de servicios

Área de servicios	Unidad	Cantidad
Capacidad de izaje	Persona/hr	800
Velocidad	m/seg	7
Longitud de izaje	m	710
Capacidad de jaula	personas	54
Piso de la jaula	Pisos	3

**Figura 28.** Jaula de transporte de personal y servicios



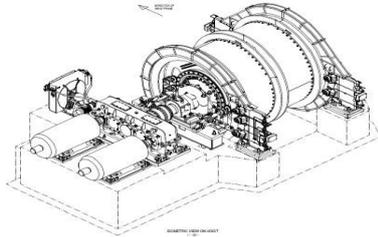
**Figura 29.** Compartimiento de ubicación de la jaula



VISTA EN PLANTA

## Parámetros de diseño Winches de Izaje

Figura 30. Parámetros de la wincha de izaje



		PRODUCCIÓN	SERVICIOS
<b>WINCHE DE IZAJE</b>	<b>Unid.</b>		
Tipo de winche		Doble Tambor	Doble Tambor
		Skip - Skip	Jaula - Contrapeso
Diámetro del Tambor	m	3.2	3.2
Ancho del Tambor	m	1.28	1.28
<b>CABLE DE IZAJE</b>			
Diámetro del Cable	mm	40	40
Tipo de Cable		Flattened Strand	Flattened Strand
<b>MOTOR</b>			
Potencia (a 3,220 m.s.n.m.)	HP	2,000	1,000
Número de motores		Dos motores	Un motor
		Skip	Jaula
<b>TRANSPORTADOR</b>			
Carga útil	T	8.2	5
<b>POLEA</b>			
Diámetro de Polea	m	3.2	3.2

## Parámetros de diseño Sets metálicos

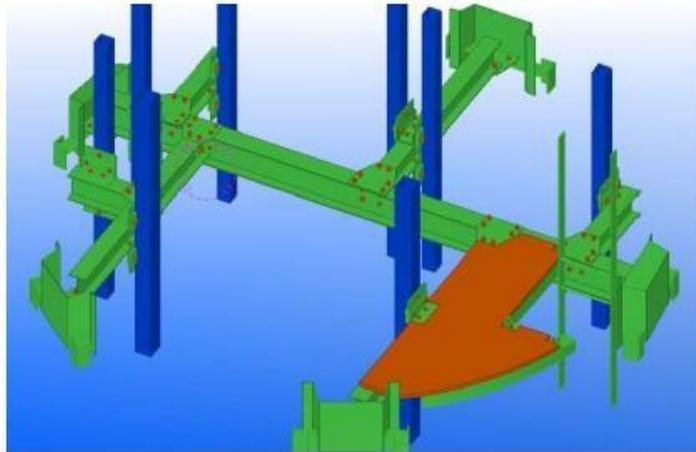
Tabla 14. Parámetros de Sets metálicos

Dimensiones generales	
Diámetro de excavación	4.8 m
Diámetro útil	4.2 m
Anillo de concreto	0.3 m

Figura 31. Sets metálicos



**Figura 32.** Sets metálicos vista isométrica

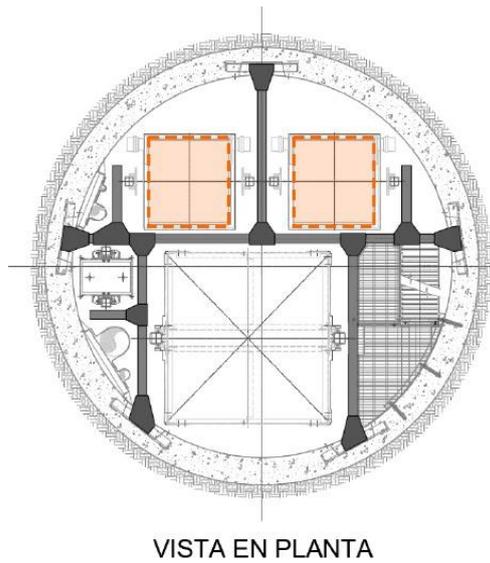


(\*) Acero ASTM-A572 grado 50

### Compartimientos del Pique

La sección circular del pique tendrá varios compartimientos como se muestran en la figura 27, los que serán debidamente dimensionados de acuerdo a las dimensiones mínimas de los skips, jaula, contrapesa, camino establecidas en el Reglamento de Construcción de Piques.

**Figura 33.** Compartimiento del pique



## **Metodología de Excavación**

Existen dos tipos de sistemas de excavación conocidos en nuestro medio, el sistema convencional cuyo avance es lento (máximo de 10 a 15 m/mes). El otro sistema es el mecanizado en el que se utilizan equipos de profundización como: Jumbos de profundización, Cryderman, Galloway, baldes de profundización, Winches de profundización etc. El avance es de 30 a 40 m/mes.

Generalmente cuando se utiliza el sistema convencional la construcción de un pique se prolonga demasiado a veces dos a tres años y muchas veces se concluye cuando ya no es muy importante para la producción. Para el caso del Pique MARSA se debe elegir el tipo mecanizado que si bien es un poco más costoso pero su tiempo de ejecución es rápido.

### **Winche de Izaje**

Existen dos tipos de winches de mayor uso en la actualidad, los de tamboras y los de fricción, cada uno tiene su propia aplicación, los winches de fricción posibilitan el izaje desde un sólo punto de izaje y son fácilmente automatizables. Los winches de izaje de tamboras son versátiles para izaje desde diferentes puntos del pique, su mantenimiento y su operación es mucho más sencillo, aunque no es fácilmente automatizable.

En cuanto a la inversión inicial, los winches de fricción son más costosos sin embargo durante la operación son los más económicos por el menor consumo de energía. Para el caso del Pique MARSA, por las características propias de la operación de la mina, recomendamos utilizar winches de tamboras

### **Motor Eléctrico**

Los motores eléctricos pueden ser de corriente continua o alterna, con ventilación natural o forzada. Los de corriente continua pueden utilizar transformadores de corriente alterna a continua del tipo de Motor-Generador o de convertidores de estado sólido. Son muy versátiles sin embargo los

convertidores son bastante delicados especialmente cuando la tensión de la línea presenta mucho “flicker”, estos sistemas requieren de atención especializada.

Los motores de corriente alterna son más baratos y fáciles de reparar mientras que los motores de corriente continua son más costosos pero muy versátiles para ajustes precisos durante la operación. Para MARSA, preliminarmente consideraremos el uso de los motores de corriente alterna.

### **Skips**

Existe una variedad de skips, entre los más usuales están los del tipo de volteo total tipo Kimberly, Los de descarga por el fondo tipo Lakeshore y los de cuerpo fijo con descarga frontal. Cada uno de éstos tiene su propia aplicación y su selección obedece a las condiciones de diseño integral del sistema de izaje.

Los skips por ser elementos que cumplen una función muy importante en el transporte de mineral, su diseño debe llevarse a cabo por personal especializado de tal manera que se tengan skips de diseño práctico y confiable lo cual evitará deterioros prematuros y paradas continuas por reparación.

En cuanto al material de construcción puede ser de acero o de aleación de aluminio, cada uno tiene su propia aplicación, su propia tecnología y su propia justificación. En unos casos se debe utilizar de aluminio y en otros es suficiente utilizar de acero.

El diseño debe realizarse de tal forma que sea versátil en la carga y descarga del mineral, además debe asegurar un derrame mínimo de mineral para evitar tiempos adicionales de limpieza del pique. Para el caso del Pique de Marsa, utilizaremos skips de acero ASTM, A-36 del tipo de descarga por el fondo.

### **Jaulas**

Las jaulas se deben diseñar en base a la aplicación que se le dará, en cuanto al tipo de material para su construcción puede ser de acero o de aluminio. Cada tipo tiene su razón de ser.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es el sistema de seguridad, los más comunes son del tipo Hollinger, con leonas para madera y con accionamiento por resorte de láminas. Estas jaulas también deben ser fabricadas por empresas especializadas ya que el sistema de seguridad es muy importante. La operación de estos sistemas debe ser certificada y probada adecuadamente en el taller antes de ser transportados a la mina.

La jaula deberá contar con compuertas interiores de escape entre piso y piso y con salida por el techo para casos de emergencia asimismo con sistemas de comunicación permanente. Existen de uno, dos y tres pisos, los más usuales son de uno y dos pisos, nosotros necesitamos por lo menos de tres pisos.

**Figura 34.** Jaula para transporte de materiales



*Figura 5. Balde o skip y jaula para transporte de materiales*  
Fuente: elaboración propia

### **Alimentadores**

También existe una gran variedad de alimentadores, para este caso particular será suficiente los alimentadores con control de carga por cadena. El accionamiento será del tipo hidráulico por ser autónomos y muy eficientes.

### **Dosificadores**

Existen también una variedad de dosificadores y cada uno tiene su propia justificación y deben ser diseñados para la capacidad del skip de no ser así se corre el riesgo de sobrecargar el sistema o si es de menor capacidad simplemente no se podrá izar el tonelaje programado, por otro lado, debe ser de tal forma que

la carga del mineral se realice dentro del tiempo previsto (10 a 15 seg.) Por que este tiempo influye en el ciclo de izaje.

Igualmente existe una variedad de dosificadores, nosotros utilizaremos los dosificadores del tipo fijo con compuerta de descarga de tipo batiente por ser los más eficientes para esta aplicación. El accionamiento será del tipo hidráulico por ser también autónomos y muy eficientes.

### **Captador de Derrames del Spill Pocket**

De la variedad de captadores, seleccionaremos el tipo tolva-chute basculante, es un sistema bastante versátil y ocupa menor espacio. Su accionamiento puede ser neumático pues su uso es muy esporádico.

### **Deflectores de Carga**

Los deflectores de carga en la zona de las tolvas de mineral y desmonte son importantes para direccionar el mineral o desmonte a las tolvas respectivas y para evitarse así que se puedan mezclar. Nosotros seleccionaremos el tipo oscilante con accionamiento hidráulico

### **Compuertas de Carguío a los Carros Mineros**

Estas compuertas deben ser construidos de tal manera que el carguío a los carros mineros sea rápidos y eficientes, existen muchos tipos, nosotros seleccionaremos el tipo de compuerta tipo “arc gate” con accionamiento hidráulico.

### **Parrillas para la descarga de los Carros Mineros en los Niveles de Producción**

En cada nivel es necesario una estación de descarga hacia los echaderos de mineral y desmonte (ore pass & waste pass), en estas estaciones se debe instalar parrillas y dependiendo de la fragmentación del mineral se debe instalar rompe bancos hidráulicos.

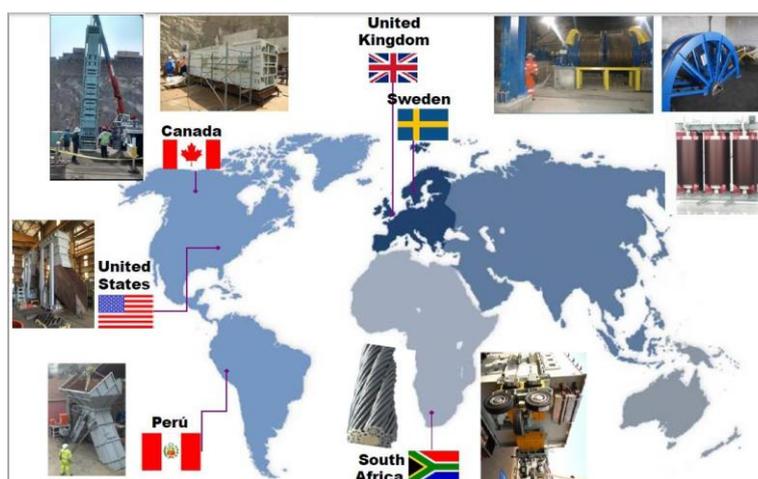
Las parrillas deben fabricarse de acero especial tipo palanquillas pues los fabricados con rieles son muy limitados.

## Selección y Compra de los Equipos

Para el caso de los winches de izaje, últimamente se está estilando comprar winches de segundo uso, los cuales seleccionándolos adecuadamente y con una actualización adecuada se puede tener a menos de la mitad del precio de un winche nuevo. En Canadá y Estados Unidos existen winches que se encuentran en venta por haberse parado las operaciones.

En cuanto a los skips, jaulas, alimentadores, dosificadores, deflectores, compuertas, etc. En nuestro medio existen talleres que se han especializado en su fabricación y resultan mucho más baratos que los importados de Canadá o Estados Unidos.

*Figura 35. Adquisiciones*



### 4.1.7. Ubicación del pique

Existen dos opciones de ubicación del pique, una en el lugar escogido por ejecutivos de la Mina, que cruzaría las vetas Cabana 3 y Valeria y la otra en el sector del pique San Andrés.

#### a. Pique ubicado en el sector Cabana – Valeria:

La ubicación del Pique en el área de Cabana 3 y Valeria ofrece ventajas para el inicio de la producción de estas vetas. Las desventajas son la mayor distancia y el tiempo de acceso a las vetas Esperanza para las

exploraciones. En una segunda etapa de profundización se amplía la desventaja.

En el siguiente cuadro se mencionan otras ventajas y desventajas de ubicación en el sector Oeste al Pique San Andrés:

**Tabla 15.** *Ventajas y desventajas de ubicación en el sector Oeste al Pique San Andrés*

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<p><b>Acceso a Vetas Cabana 3 y Valeria:</b></p> <p>Las galerías en los nuevos Niveles (2920, 2870, 2920, 2770, 2720 y 2670) interceptarían las vetas Cabana-3 y Valeria a distancias cortas que en total llegarán aproximadamente 550 metros</p>	<p><b>Acceso a Vetas Esperanza:</b></p> <p>Las galerías en los nuevos Niveles (2920, 2870, 2920, 2770, 2720 y 2670) interceptarían las vetas Esperanza a distancias largas que en total llegarán aproximadamente 2,300 metros.</p>
<p><b>Tiempo de inicio de exploraciones</b></p>	<p>El tiempo para cortar las vetas Esperanza tiene que esperar la construcción del Pique hasta concluirlo (Nv 2670). De igual manera para los Niveles entre el 2770 y 2950 de Valeria</p>
<p><b>Producción de tajeos:</b></p> <p>La producción de tajeos se daría en menor tiempo (3 meses, menos) al que se obtendría con el Pique de ubicación Central.</p>	

<b>Tiempo movilización de personal</b>	El tiempo que tomaría a los trabajadores desde las Estaciones del Pique es 3.3 veces más al Este que al Oeste.
El tiempo de movilización de los trabajadores desde las Estaciones del Pique a sus labores es corto al Oeste, que al Este.	

Pique ubicado en el sector “Central” (entre las vetas Valeria y Esperanza):

La principal ventaja de esta ubicación es su equidistancia de acceso con galerías a las vetas tanto para las exploraciones como para la explotación a los lados Este y Oeste. La desventaja podría darse en el mayor costo de construcción del pique por mayor área de sostenimiento y su consecuente alargue de tiempo de construcción en 10 a 15 % adicional.

#### **4.1.8. Dimensionamiento y Configuración del Pique Capacidad Requerida de Izaje**

La capacidad del winche de los skips permitirá el izaje 2,000 TM por día entre mineral y desmonte en la proporción de 50%: 1,000 TMS/día o 30,000 TMS por mes por cada tipo de material, sin embargo, su configuración prevé una ampliación a 3,000 TMS/ día (1,500 TM/día de mineral y 1,500TM/día de desmonte).

**Tabla 16. Capacidad Requerida de Izaje**

Parámetros	Winche de producción	Winches pasajeros
Tiempo disponible para izaje	16 horas/ día en 3 turnos/ día	16 horas/ día en 3 turnos/ día
Capacidad de izaje:	2,000 TMS/día  125 TMS/Hr	1,400 personas/ día

### Sistema de Izaje

El sistema de izaje se efectuará a través de compartimientos independientes y winches independientes, para izaje en balancín:

- Izaje de mineral o desmonte: Skip – Skip,
- Izaje de personal: Jaula – Contrapeso

### Altura de Pique y Conformación de “Estaciones”

La distancia desde las poleas de los skips hasta el fondo del pique en el que se ubican las zonas de carguío a skips y spill pocket será 822 metros, en las que están comprendidos:

**Tabla 17. Altura de Pique y Conformación de “Estaciones”**

COMPONENTES DE LA SECCION VERTICAL DEL PIQUE	Longitud de pique (m)
Altura para Chimenea a Poleas sobre el Nivel 2950	62
Altura para Niveles de Operación, desde el Nivel 2950 al 2670	700
Altura para Ore Bin y carguío del fondo	41
Altura para Spill Pocket y espacio para acceso cámara de bombeo de agua en el fondo del pique	19
Total, Altura de Pique + componentes verticales (m)	822

Los Niveles base de galerías, debajo del Nivel 2970 se aperturarán cada 50 metros verticales, sin embargo, se podría obviar un intermedio y formar Niveles cada 100 metros, dependiendo la necesidad de acceso por importancia de las vetas, por lo tanto, el pique tendrá “Estaciones” con excavación tipo estocada en los Niveles intermedios y “Estaciones” completas en los Niveles principales (cada 100 metros verticales)

**Tabla 18. Ubicación de las estaciones**

<b>NIVEL (m.s.n.m.)</b>	<b>ESTACION DE PIQUE</b>	<b>ACCESO AL SECTOR OESTE</b>	<b>ACCESO AL SECTOR ESTE</b>
Nv.2950 (2972)	Estación base		
Nv. 2920	Estocada	No será necesario	No será necesario
Nv. 2870	Estación	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza
Nv. 2820	Estocada		
Nv. 2770	Estación	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza
Nv. 2720	Estación	A vetas Valeria y Cabana	
Nv. 2670	Estación	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza
Nv.2620	Estocada	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza
Nv.2570	Estación	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza
Nv.2520	Estación final	A vetas Valeria y Cabana	A vetas Esperanza

### **Configuración del proyecto**

En el proyecto de construcción del pique se tendrá la siguiente configuración:

#### **Zona del castillo**

Alberga los equipos más importantes y costosos del proyecto, los Winches de Izaje (de 1er uso).

### Columna del pique

Excavación tipo pozo circular, de 700 m de profundidad, con 11 estaciones.

### Zona de carguío

Zona que recepciona el mineral a través del sistema de echaderos y faja; el material es depositado en el dosificador, para alimentar a los skips.

### Rampa integración y accesos

La rampa de integración une el Pique con Rampa Patrick, tiene una longitud de 1.3 km.

**Figura 36. Configuración del proyecto**



#### Zona del Castillo

Alberga los equipos más importantes y costosos del proyecto, los **Winches de Izaje** (de 1er uso).

#### Columna de Pique

Excavación tipo pozo circular, de 700 m de profundidad, con 11 estaciones.

#### Zona de Carguío

Zona que recepciona el mineral a través del sistema de echaderos y faja; el material es depositado en el dosificador, para alimentar a los skips.

#### Rampa Integración y accesos

La rampa de integración une el Pique con Rampa Patrick, tiene una longitud de 1.3 km.

### Sección Horizontal del Pique

La sección del pique será circular por su mejor aprovechamiento en la distribución de espacios y sobre todo mayor ventaja geomecánica respecto a pique de sección rectangular. La mejor distribución de espacios se logra con la sección de pique de diámetro 4.80 m.

### Compartimientos

Para los objetivos ya descritos, los compartimientos del pique serán 5, construidos con elementos metálicos y distribuidos de la siguiente forma

**Tabla 19. Compartimiento**

<b>OBJETIVO DEL COMPARTIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD DE COMPARTIMIENTO</b>	<b>WINCHE</b>
Skips	2	A
Jaula – Contrapeso	2	B
Camino	1	-
-Servicios (tuberías)	1	-

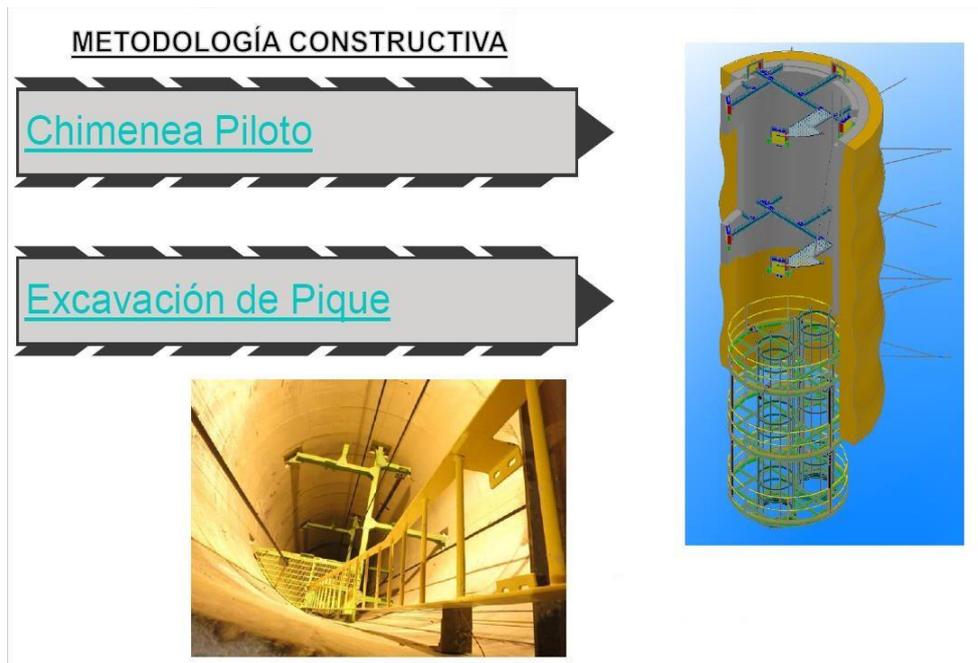
Con la distribución indicada, se podrá realizar simultáneamente e independientemente el izaje por jaula de personal, materiales y maquinaria, y el izaje por skips de mineral o desmonte; ahorrando tiempo y dinero.

#### **Construcción del Pique y Labores Auxiliares Pique**

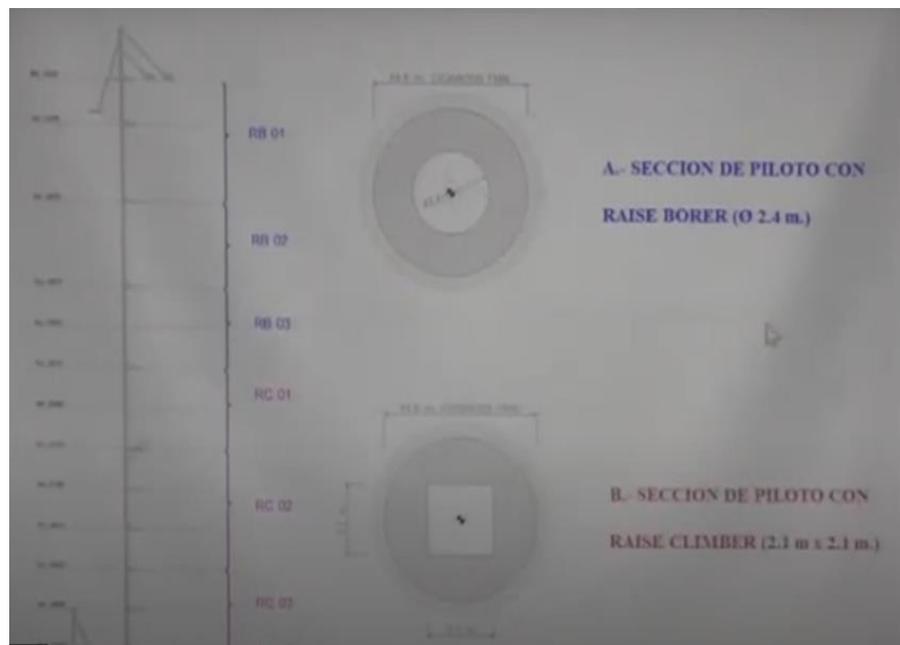
##### **a. Sistema de Construcción**

La excavación para este caso de comparación con rampa, se considera del tipo “ciego” es decir con un solo punto de ataque en excavación, contra otro sistema que cuenta con un túnel en el fondo y una chimenea piloto como guía de pique.

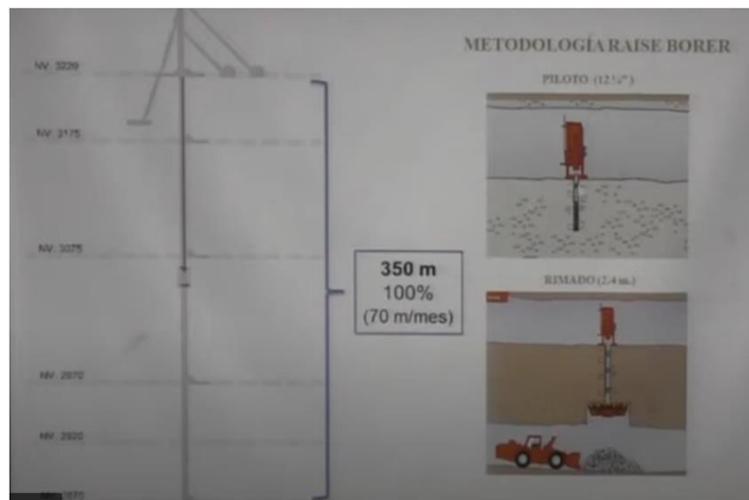
**Figura 37. Metodología constructiva**



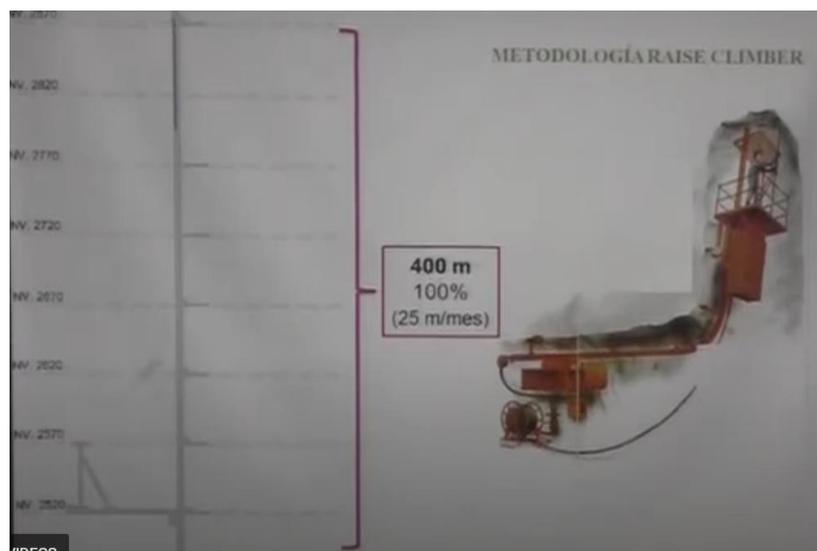
**Figura 38. Chimeneas piloto de pique con Raise Borer y con Raise Climber**



**Figura 39.** Construcción de Chimenea para el pique con Raise borer



**Figura 40.** Construcción de chimenea piloto de peque con Raise Climber



**b. Estructura divisoria de Comportamientos**

El material que se empleará en el pique como elemento divisor de los comportamientos serán vigas de acero estructural A-36.

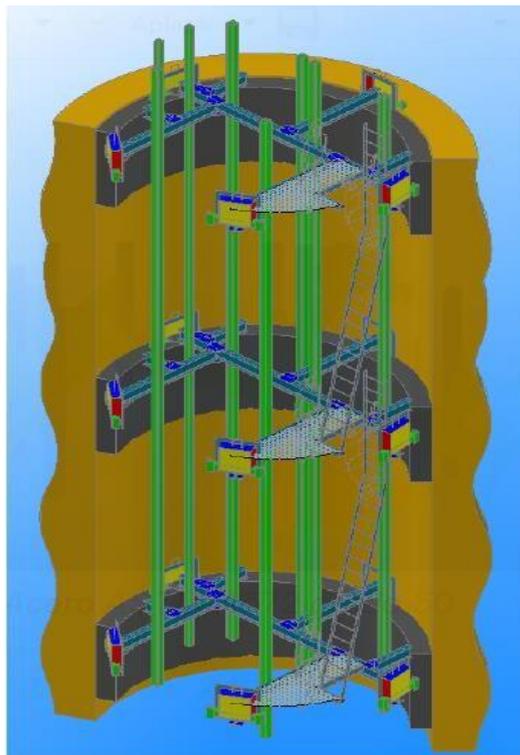
**c. Guiadores**

Los guiadores que servirán para el deslizamiento de los skips, jaula y contrapeso son metálicas.

Se optó por poner guías metálicas para la jaula en vez de las tradicionales de madera, con la finalidad de conseguir una mayor velocidad izaje de hasta 9m/s.

Teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad se adquirió el sistema de frenado de emergencia E-Fast

**Figura 41.** Guías metálicas, vista isométrica



### **Castillo de Pique**

Las labores comprendidas en el Castillo son:

#### **a. Chimenea Vertical**

Esta labor llega a comportarse como pique por ser continuación vertical del pique propiamente, desde el Nv. 2950 desde la cota 3972 hasta la cota 3030, para instalar las poleas de los skips y para la estación de descarga del material izado a los bolsillos.

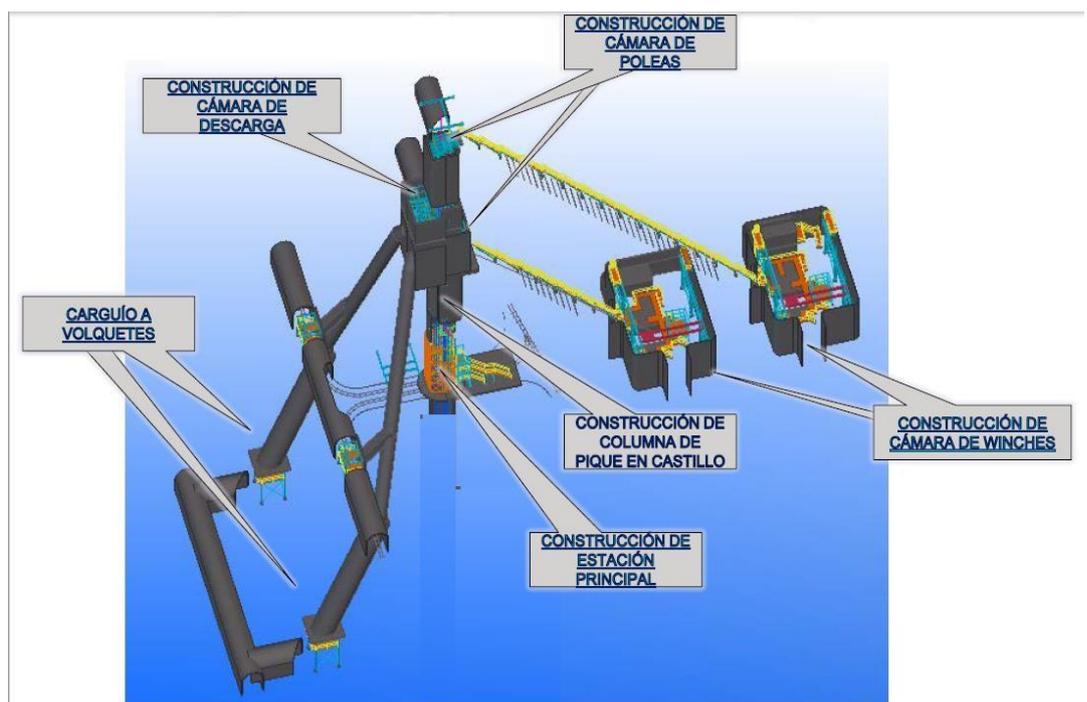
**b. Chimeneas Inclinadas**

Considerando que el pique como proyecto final tendrá 2 winches ubicados en el nivel 2950 en cabinas separadas; se construirá 2 chimeneas inclinadas de forma cónica para el pase de cables de izaje desde las cabinas de los winches hacia las respectivas poleas.

**c. Cámara de winche**

Las cabinas de winche estarán ubicadas en el Nv. 2950 en forma separada en cámaras independientes debido a sus funciones específicas y diferentes. El volumen de excavación está basado en el tamaño de los winches y sus accesorios. Las dimensiones para excavación se muestran en la figura.

*Figura 42. Zona del castillo*



**Accesos al Pique y Labores Auxiliares**

En el Nv. 2950 a partir de la galería se ejecutará un by pass a la galería de extracción, de 200 m. pasando a 12 metros de la “Estación del Pique” para el ingreso de personal, locomotora con maquinaria o materiales, dejando así libre

la zona de carguío (galerías de extracción – tolvas) de mineral procedente del izaje.

A partir del by pass se tendrá un solo acceso para las 2 cámaras de winches. La sección de estas labores serán 2.70 m. x 2.70 m. para el acceso del equipo de izaje, winche, poleas, etc.

### **Estación de Nivel de Labores**

Cada Nivel para el inicio de cruceros y/o galerías tendrá una estación de pique que permita el acceso de personal, materiales y equipo. Considerando que se descargará materiales tales como rieles y tuberías de longitud hasta de 7 metros, y a fin de contar con un área segura y bien ventilada; se ha diseñado estaciones con las siguientes dimensiones de excavación.

Altura: 9.0 m. y 2.4 m.

Ancho: 7.0 m.

Largo: 14.0 m.

Volumen: 378 m<sup>3</sup>/Estación

En cada estación se armarán cuadros especiales de “Estación de Pique” con vigas de acero de estructural A36.

### **Bolsillos y Echadores de Mineral/Desmante**

#### **a. Bolsillos de Mineral (Nv. 2970)**

El Nv. 2970 contará con 2 bolsillos para el almacenamiento de mineral y/o desmante.

Cada bolsillo tendrá una capacidad de 400 T.C.S. para una densidad de mineral roto 1.87 TCS/m<sup>3</sup>.

Los bolsillos de mineral tendrán sus respectivas tolvas con medidores de carga para carros Gramby de 80 pies cúbicos, que serán accionados mediante pistones hidráulicos, permitiendo así ganar eficiencia y reducir costos.

**b. Bolsillos de Mineral Nv. 2520**

En la segunda etapa de la construcción del pique, el Nivel más profundo para abrir cruceros, galerías, etc., para exploraciones, desarrollos y transporte principal con locomotoras; será el Nv. 2520. Este nivel contará con un bolsillo de mineral y uno de desmonte.

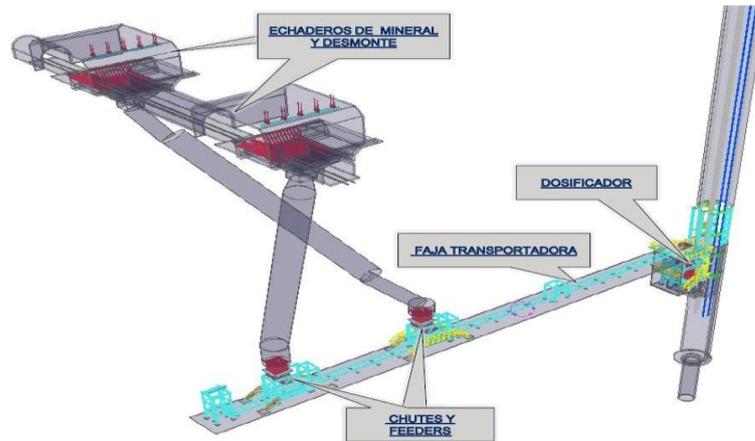
Se construirá un sistema de Tolvas con opción para mineral o desmonte; con alimentador y con medidor de carga. Se evaluará dos alternativas de sistema de alimentación: el de placas en vaivén y el de transferencia por tolvas con control de descarga.

El sistema será de operación automática controlada por una sola persona (Tímbrero) y con posibilidad de control por el Winchero mediante un monitor video para evitar accidentes o detectar deficiencias de carguío.

**c. Echaderos de Mineral**

Los echaderos de mineral llamados también “ore passes”, pueden estar integrados a todos los Niveles ubicados a una distancia horizontal de 10 metros del pique, con cruceros para descarga de carros gramby de 60 pies cúbicos en cada Nivel, o puede hacerse integrados a cada 2 Niveles descarga para ahorrar metraje de excavación en cruceros de acceso. Se recomienda el último.

**Figura 43. Zona de carguío**



Acceso en C. Nivel Acceso cada 2 Niveles Nv. 2920

Nv. 2870 Nv. 2870

Nv. 2820

Nv. 2770 Nv 2770

Nv. 2720

Nv. 2670 Nv 2670

Nv. 2620

Nv. 2570 Nv. 2570

Nv. 2520

### **Drenaje - Cámaras de Bombeo**

Se construirá una cámara de bombeo en el Nv. 2520. Dependiendo del caudal de agua se definirá su capacidad, por el momento se estima en 150 m<sup>3</sup>, (10 x 5 x 3).

### **Equipamiento e Instalaciones Winches de Izaje**

Se considera la adquisición de dos winches de izaje cuyos parámetros se muestran en el Cuadro N° 16.

**Tabla 20. Parámetros para el cálculo de winches**

<b>Parámetros</b>	<b>Para producción</b>	<b>Para personal, materiales, equipo</b>
Nº de Compartimientos (4)	2	2
Máxima longitud de izaje (m.)	790	760
Producción TM/día	3,000	
Mineral TM/día	1,800	
Desmante TM/día	1,000	

Capacidad de skips (TM)	3 a 4	
Nº de skip (en balancín)	2	
Capacidad Jaula (personas)		70
Jaula de 3 pisos con contrapeso		1

**Tabla 21. Características de los Winches**

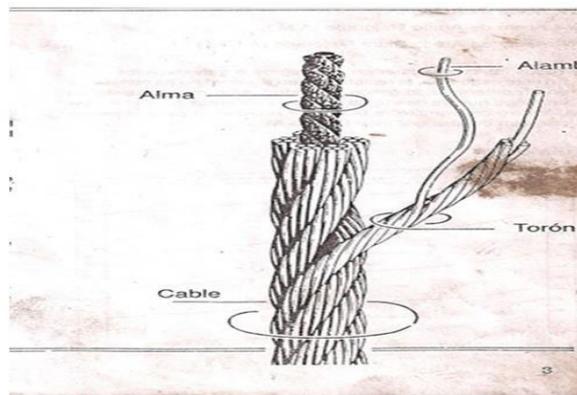
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>PARA SKIPS</b>	<b>PARA JAULA</b>
SISTEMA DE IZAJE	Skip – Skip	Jaula - contrapeso
VELOCIDAD DE IZAJE (m/s)	7.0	4.0
DIAMETRO DE TAMBOR WINCHE (Pulg.)	80 x 48	100 x 48
POTENCIA DEL MOTOR (Hp)	500	250

## Accesorios de Izaje

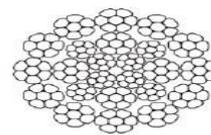
### a. Cables

Un cable de acero por lo general consiste en una serie de hebras dispuestas helicoidalmente alrededor de un núcleo central, comprendido de una cantidad de hilos dispuestos simétricamente, también en formación helicoidal. Sin embargo, los hilos sueltos se usan con frecuencia como tales y también se denominan términos tales como "cable", "cuerda en espiral" o "cordón del puente". Dichos cables están diseñados para soportar grandes tensiones de carga.

**Figura 44. Elementos de un cable**



**Figura 45. Cable de izaje compactado 24x7**



### COMPACTADO 24X7 CABLE DE IZAJE

**Características:**

- Para Uso en Winches de Fricción, Tambor, o tipo Blair
- Resistente a la Rotación
- Construcción 24x7
- Torones Internos y Externos Compactados
- Buena Estabilidad Rotacional
- Buena Rigidez Radial
- Buena Resistencia a la Corrosión

**Opciones de Grado**

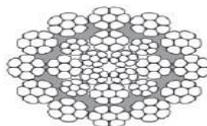
- 1770 N/mm<sup>2</sup>
- 1960 N/mm<sup>2</sup>
- 2160 N/mm<sup>2</sup>

**Acabado de Alambres**

- Brillante
- Galvanizado
- Aleación Zinc Aluminio

**Opción:**

- Alma Recubierta de Plástico



DIÁMETRO NOMINAL		PESO NOMINAL		FUERZA MÍNIMA DE ROTURA	
mm	In	kg/m	lb/ft	Fuerza (kN)	Carga (lbs)
19	3/4	1.70	1.14	305	68,600
20		1.88	1.27	338	76,000
22		2.28	1.53	409	91,900
	7/8	2.33	1.56	417	93,800
24		2.71	1.82	487	109,000
25		2.94	1.98	528	119,000
	1	3.04	2.04	545	123,000
26		3.18	2.14	571	128,000
28		3.69	2.48	662	149,000
	1-1/8	3.85	2.58	690	155,000
30		4.24	2.85	761	171,000
	1-1/4	4.75	3.19	852	191,000
32		4.82	3.24	865	195,000
34		5.44	3.66	977	220,000
35	1-3/8	5.75	3.86	1030	232,000
36		6.10	4.10	1100	246,000
38	1-1/2	6.80	4.57	1220	274,000
40		7.54	5.06	1350	304,000
41	1-5/8	8.02	5.39	1440	324,000
42		8.31	5.58	1490	335,000
44		9.12	6.13	1640	368,000
	1-3/4	9.31	6.25	1670	375,000
46		9.97	6.70	1790	402,000
48	1-7/8	10.9	7.29	1950	438,000
50		11.8	7.91	2110	475,000
	2	12.2	8.17	2180	490,000

Se muestran Fuerzas Mínimas de Rotura para el Grado 1960.

**b. Skips**

El tipo de skip será el de “descarga por el fondo” en lugar del tradicional de “descarga por volteo” para evitar derrames de mineral, y su simplicidad de funcionamiento.

**c. Jaula**

La jaula será del tipo cajón, metálico de tres pisos con capacidad para 17 personas por piso.

Para determinar las dimensiones del compartimiento del pique y del área del piso de la jaula se ha considerado 0.19 metros cuadrados por persona (Norma).

**Sistema de seguridad E- Fast**

**«Leonas» de seguridad**

Típicamente usado en guías de madera.

**Figura 46.** Leonas de seguridad



## Sistema del Tipo Cuña

Usado con guías de acero

**Figura 47.** Sistema del tipo Cuña



**Sistema E-FAS** (Elegido por MARSA) de sujeción Levelok para proporcionar una desaceleración controlada de un medio de transporte (jaula) con guías del pique de acero.

**Figura 48.** Sistema E – Fast



### 4.1.9. Cronograma de ejecución

El cronograma que se presenta, describe todas las actividades concernientes al proyecto. La base para determinar su conclusión es el tiempo de ejecución del pique netamente, asumido en 25 metros por mes, con lo que la construcción neta del pique será de 39 meses y con todos los servicios y demás actividades quedarían concluido en 66 meses

**Tabla 22. Cronograma de ejecución**

CRONOGRAMA DEL PROYECTO PIQUE PRINCIPAL MARZA									
Actividad	Comienzo	Fin	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Duración del proyecto	04-01-18	30-04-24	x	x	x	x	x	x	x
1 Estudio de Ingeniería	04-01-18	17-10-20	x	x	x				
2 Excavaciones y sostenimiento	20-09-18	17-11-23	x	x	x	x	x	x	
3 Adquisición de materiales	17-10-20	05-11-23			x	x	x	x	
4 Adquisición de Equipos	17-10-20	13-10-23			x	x	x	x	
5 Obras civiles	23-09-22	06-10-23					x	x	
6 Montaje de Equipos	02-06-23	29-03-24						x	x
7 Entrega de la obra	29-03-24	30-04-24							x
8 Fin de Proyecto		30-04-16							x

**4.1.10. Costo de inversión**

Para la profundización vía Pique, se ha estimado una inversión global a todo costo, pique y accesorios de USA \$ 38,512,550. Las inversiones considerando galerías o cruceros de acceso a las vetas desde el pique, según las alternativas de ubicación son las que se muestran en el Cuadro N° 18

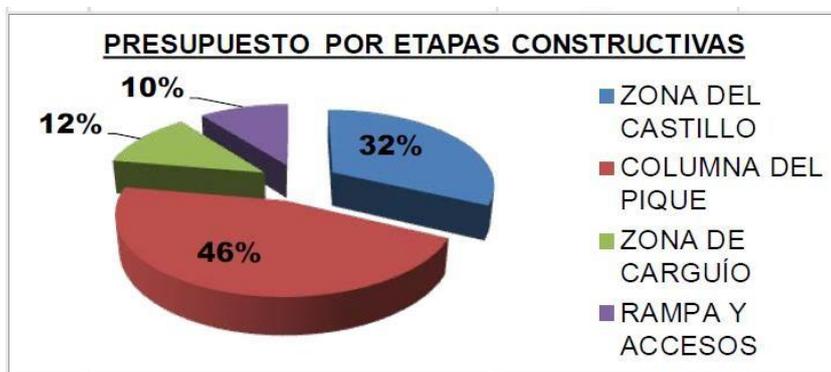
**Tabla 23. Costo de inversión**

Item	Descripción	Presupuesto (US\$)
1	Inversión directa - Pique	31,215,165
2	Inversión indirecta - Pique	3,259,587
	INVERSION – PIQUE PROPIAMENTE	34,474,752
	INVERSION – PIQUE (US\$/m)	43.093
3	Inversión directa – Rampa y accesos	3,849,578
4	Inversión indirecta – Rampa y accesos	188,220
	INVERSION – RAMPA Y ACCESOS	4,037,798
	<b>TOTAL DE INVERSION PIQUE - RAMPA</b>	<b>38,512,550</b>

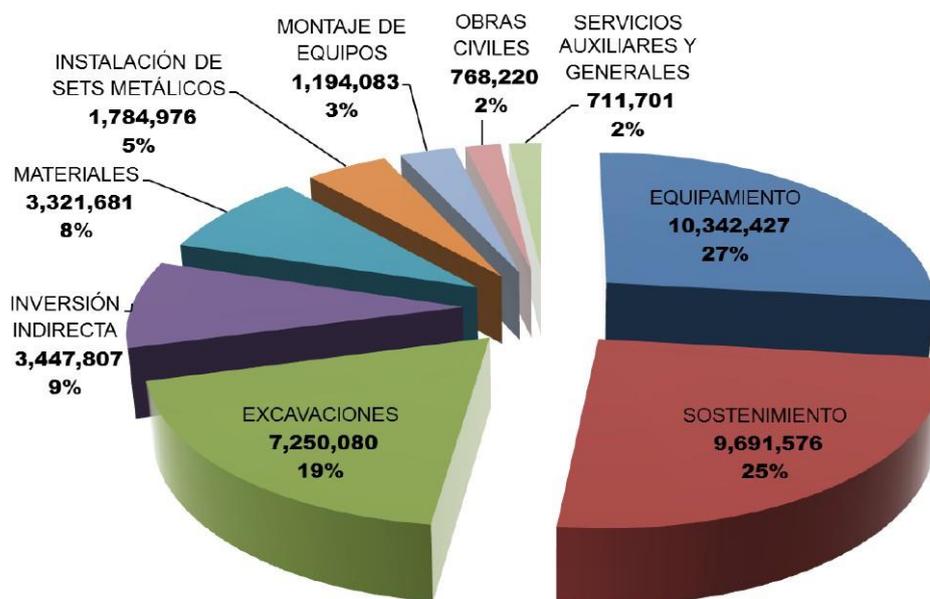
El presupuesto global del proyecto es US\$ 38'512,550.

- Pique Propiamente: US\$ 34'474,752.
- Rampa y Accesos: US\$ 4'037,789

**Figura 49. Presupuesto por etapas de construcción**



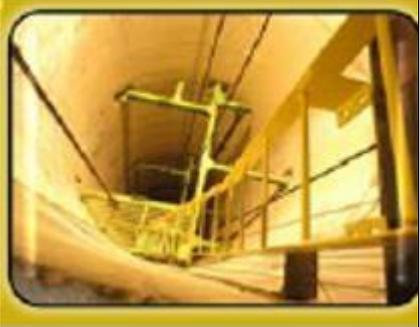
**Figura 50. Presupuesto por disciplina**



### Comisionamiento

El comisionamiento es la etapa final del Proyecto, es un proceso de control de calidad, con las siguientes etapas:

**Figura 51. Proceso de control del proyecto**

<p><b>COLUMNA DE PIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•CONTRATISTA DE PIQUE</li><li>•DICIEMBRE 202</li></ul>	
<p><b>EQUIPOS DE CARGUÍO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•FABRICANTE (USA)</li><li>•MARZO 2016</li></ul>	
<p><b>WINCHES DE IZAJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•FABRICANTE (INGLATERRA)</li><li>•MARZO 2016</li></ul>	

Para el aseguramiento de calidad del comisionamiento, está contratando a una empresa supervisora externa especialista en piques.

#### **4.2. Discusión de resultados.**

La Discusión de Resultados debe contrastar los parámetros clave identificados durante la etapa de inicio y planificación con su efectividad y adecuación en el proyecto modelo de la construcción del Pique Principal en Minera Retamas – Marza.

## 1. Contraste de Parámetros de Planificación y Ejecución

Este es el núcleo de la discusión. Se deben comparar los parámetros teóricos/planificados con los resultados obtenidos en el caso de estudio.

### ▪ **Parámetros Geotécnicos (Roca y Suelo):**

- **Resultado:** Si la clasificación RMR/Q de la masa rocosa planificada coincidió con las condiciones reales de campo.
- **Discusión:** ¿La diferencia (si existe) en la calidad de la roca afectó el tipo, costo o tiempo del sostenimiento del pique? Se debe discutir la validez de los estudios de prospección inicial en relación con la realidad geológica.

### ▪ **Parámetros de Diseño (Geometría y Profundidad):**

- **Resultado:** Si las dimensiones (diámetro/sección, profundidad) y el revestimiento planificado cumplieron su función sin problemas estructurales.
- **Discusión:** Analizar si el factor de seguridad adoptado para el diseño del revestimiento fue el adecuado, contrastándolo con cualquier indicio de falla o deformación durante o después de la construcción en el pique modelo.

### ▪ **Parámetros Operacionales (Método de Avance y Equipos):**

- **Resultado:** Si el método de construcción elegido (raise boring, raise climber) resultaron en el rendimiento (metros/mes) y el costo (USD/metro) planificados.
- **Discusión:** Explicar las desviaciones en el rendimiento. ¿Fueron por fallas mecánicas, interrupciones operacionales? Esta sección valida o refuta la selección de tecnología en la etapa de planificación.

## 2. Discusión de Desviaciones y Variaciones

Una discusión sólida no solo reporta coincidencias, sino que se enfoca en las desviaciones y sus causas.

### ▪ **Análisis de Costos (CAPEX):**

- **Resultado:** Identificación de las principales partidas que excedieron (o estuvieron por debajo) del presupuesto planificado.
- **Discusión:** Argumentar si estas desviaciones se debieron a la subestimación de un parámetro inicial (un alto flujo de agua no previsto) o a factores externos (inflación, demoras en la cadena de suministro). Se valida la importancia de una buena estimación en la planificación inicial.

### ▪ **Análisis de Tiempos (Cronograma):**

- **Resultado:** Comparación del tiempo total de construcción real con el tiempo de la ruta crítica planificada.
- **Discusión:** Identificar si los cuellos de botella se originaron en la etapa de planificación (falta de holgura para imprevistos geológicos) o en la ejecución (problemas de seguridad, fallas logísticas).

## 3. Implicaciones Teóricas y Aplicabilidad

Se discute la contribución del trabajo al campo de la ingeniería de minas.

- **Validación del Modelo:** La tesis confirma que los parámetros clave (geotécnicos, de diseño y operacionales) son los pilares de la planificación de un pique minero. La discusión debe argumentar que el caso de estudio del Pique Principal en Minera Retamas – Marza sirve como una guía robusta y replicable para futuros proyectos similares.

- **Recomendaciones para la Planificación:** Basándose en los resultados, se deben proponer ajustes a la metodología de planificación inicial. Por ejemplo:
  - Si la presencia de agua fue un gran problema: Discutir la necesidad de estudios hidrogeológicos más detallados en la etapa inicial.
  - Si el sostenimiento fue lo más costoso: Recomendar un análisis costo-beneficio más estricto de las opciones de sostenimiento en el pre-diseño.

En resumen, la Discusión de Resultados establece que los parámetros identificados en la etapa de planificación son correctos y cruciales, pero su aplicación debe ser flexible para adaptarse a las realidades del subsuelo, tal como lo demostró el proyecto del Pique Principal, ofreciendo lecciones valiosas para la industria minera.

## CONCLUSIONES

1. Considerando que el Nivel 2950 es el último Nivel que tiene acceso al interior de la mina desde superficie, a través de galerías, y ante la necesidad de realizar labores de minado debajo de este Nivel, se plantea alternativas de acceso y transporte que cumplan los objetivos de extracción de mineral y desmonte, acceso de personal, transporte de materiales, y esencialmente permitan el acceso a labores de exploración, desarrollo y explotación de las vetas.
2. Las alternativas para profundizar debajo del nivel 2950 fueron la construcción de un pique o una rampa; después de evaluar las alternativas planteadas, la alternativa pique es la que muestra mejores resultados de costo de inversión, costo de operación y tiempo de construcción.
3. Referente a los parámetros de diseño en la planificación de la construcción de un pique se tendrá en cuenta los parámetros como: Accesibilidad a futuros Niveles, Transporte de mineral y desmonte, de personal en el interior de la mina, de materiales y equipos, Nivel final de profundización, Altura de profundización.
4. En los Parámetros de diseño operacionales y de servicios del pique, consideramos los siguientes aspectos: Capacidad de izaje, Velocidad, Longitud de izaje, Horas de operación al día, Capacidad del skip, Capacidad de jaula, Piso de la jaula.
5. La ubicación del pique se determino construir en el sector central (entre la veta Valeria y Esperanza) por su equidistancia de acceso con galerías a las vetas tanto para las exploraciones como para la explotación a los lados Este y Oeste; con las siguientes características: excavación circular de 4.8 m de diámetro, estructura metálica, con 5 compartimientos, la excavación se realiza en dos etapas primera etapa mediante Raice Bored 350 m. y segunda etapa metodo Raice Climber 400 m. capacidad de izaje 2000 tn/día, tiempo de producción 16 h/día, distancia vertical 822 m., 11 estaciones de acceso al pique.

6. El cronograma de construcción estaba programado en 39 meses con un avance de 25 m/mes, y un costo de total de 38,512,550 \$ incluido la construcción de la Rampa1.

## **RECOMENDACIONES**

1. Preparar un sistema complementario de extracción de material producido por el avance de las obras mencionadas, incrementando la flota de carros mineros y locomotora y/o agilizar la comunicación del pique San Andrés y preparar sus respectivos “Bolsillos” de recepción de carga en el Nivel 2950.
2. la construcción de una rampa a mediano plazo no queda excluida porque las minas deben contar con dos vías de escape por seguridad del personal, por ventilación, eficiencia en los servicios y la versatilidad de acceso a exploraciones con rampa en este tipo de yacimiento, por lo que se recomienda su factibilidad a futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLAS COPCO. (2012). *Lineas de perforacion Magnum SR35*.
- ATLAS COPCO. (2012). *Rock Drilling Tools*.
- Baena , G. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Grupo Editorial Patria.
- BARZOLA, R. (2018). *influencia del diseño del pique inclinado en 30° en la profundizacion Veta Julie 2 en la Cia Minera Poderosa S.A.* [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio de la Universidad Continental, Huancayo Peru.
- BERNAL, C. (2010). *Metodologia de la investigacion, tercera edicion*. Pearson Educacion de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en mineria*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- CACEDA, PEREZ, J. (2015). *“PROYECTO PIQUE CENTRAL PARA EXPLOTACION DEBAJO DE NIVEL 1400 - SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C.”*. [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- CALCIN, J. (2020). *PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL 650 ALEX, DEL NIVEL 18 AL NIVEL 20, DE LA COMPAÑÍA MINERA*
- CASAPALCA S.A. [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO] repositorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno.
- Cementation Sudamerica S.A. . (2013). *Excavaciones Subterranas*.
- CHAPANAN , C. (2018). *An´ alisis geot´ecnico y dise~no estructural de piques subterranos*. [tesis de licenciamiento Universidad de Valparaiso ] repositorio institucional Universidad de Valparaiso, Valparaiso - Chile.

- DAMIAN, C. (2019). *Evaluación del sistema de izaje para implementar en el Pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la Unidad Minera Cobriza Sector IV -Huancavelica 2019*". [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio Universidad Continental, Huancayo.
- DE LA CRUZ, E. (2000). *Seguridad en el manejo y operacion de piques*. ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura*
- ENAEX S.A. ENAEX, Gerencia tecnica. EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion*. exsa.
- FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrigel a granel no sensibilizado SAN-G APU.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). *Metodologia de la investigacion, sexta edicion*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERRRA, J. (2019). *Introduccion a la ventilacion minera*. (U. P. Madrid, Ed.) Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España.
- JANAMPA, H. (s.f.). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PIQUE 740 EN LA CIA MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A. PARA OPTIMIZAR LA CONSTRUCCION*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- LOPEZ JIMENO, C. (2008). *Manual de Tuneles y Obras subterranas*.
- LOYOLA , G. (2013 ). *"CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE 158E PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL LABOREO MINERO EN LA UNIDAD DE PAULA – CEDIMIN S.A.C."*. [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- PEREZ , J. (2015). *Proyecto pique central para explotación debajo del nivel 1400 - sociedad minera Austria Duvaz S.A.C*. [tessis de licenciamiento Universidad

Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo Perú.

- PRADO, N. (2015). *"PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL 650 ÁLEX, DEL NIVEL 1 o AL NIVEL 16, UNIDAD MINERA AMERICANA DE EMPRESA MINERA CASAPALCA S. A.* [tesis de licenciamiento UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA] repositorio institucional UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA, AYACUCHO.
- SALINAS , C. (2000). *Construccion de tuneles, piques y chimeneas.* [tesis de licenciamiento Universidad de Chile] repositorio institucional Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Universidad Nacional de la Plata. (2015). *Introduccion a las herramientas de Gestion Ambiental.* De la Univesidad de la Plata.
- UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE CHILE. (2010). *Extraccion Mina I.*
- ZELAYA, MARTINEZ, E. (2011). "Planeamiento integral para la ejecución del proyecto pique J. Timmers".

## **ANEXOS**

## Anexo A

### Instrumentos de Recolección de datos

#### Parámetros principales para el diseño de un pique

Parámetros principales	
<b>Metas</b>	
Sector a profundizar	
Nivel base de profundización	
Nivel final de profundización	
Altura de profundización	

### Ubicación de las estaciones

<b>NIVEL (m.s.n.m.)</b>	<b>ESTACION DE PIQUE</b>	<b>ACCESO AL SECTOR OESTE</b>	<b>ACCESO AL SECTOR ESTE</b>
Nv.2950 (2972)			
Nv. 2920			
Nv. 2870			
Nv. 2820			
Nv. 2770			
Nv. 2720			
Nv. 2670			
Nv.2620			
Nv.2570			
Nv.2520			



### Costo de inversión

Item	Descripción	Presupuesto (US\$)
1	Inversión directa - Pique	
2	Inversión indirecta - Pique	
	INVERSION – PIQUE PROPIAMENTE	
	INVERSION – PIQUE (US\$/m)	
3	Inversión directa – Rampa y accesos	
4	Inversión indirecta – Rampa y accesos	
	INVERSION – RAMPA Y ACCESOS	
	TOTAL DE INVERSION PIQUE - RAMPA	

## Anexo B

### Matriz de Consistencia

Título: “RENDIMIENTO DE LA COLUMNA DE PERFORACION PARA EQUIPOS DE TALADROS LARGOS, COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son los rendimientos de la columna de perforacion para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Qué rendimiento presenta las brocas de perforacion para los equipos de taladros</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar los rendimientos de la columna de perforacion de los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar el rendimiento de las brocas de perforacion para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA</p>	<p>Hipótesis General El rendimiento de los aceros de perforacion para los equipos de taladros largos se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA, son descartados en la mayoría de los casos por desgaste normal</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>a. El rendimiento que presenta las brocas de perforacion para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros</p>	<p>VARIABLES para la hipótesis general</p> <p>Rendimiento de los aceros de perforacion</p> <p>Estándar establecido</p> <p>VARIABLES para la hipótesis específicas</p> <p>Rendimiento de broca</p> <p>Rendimiento de</p>	<p>-Tipo de I APLICADA</p> <p>-Nivel de I. descriptivo, explicativo</p> <p>-Metodo de I métodos específicos deductivo</p> <p>-Diseño de I. no experimental transversal</p> <p>-Muestra de I zona Santa Rosa labor BA- 8506, fila</p>

<p>largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>b. ¿Qué rendimiento presenta las barras, el sank de perforacion para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>c. ¿Cuáles son las causas que generan la desviación</p>	<p>MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>b.Determinar el rendimiento de las barras, el sank de perforacion para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>c.Determinar las causas que generan la desviación</p>	<p>establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>b. El rendimiento que presenta las barras, el sank de perforacion para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>c. al determinar las causas que generan la desviación de taladros</p>	<p>la barra, Sank Desviación de taladros Parámetro establecido</p>	<p>151 – 160; labor BA – 8506, fila 161 – 175; zona Santa Angela labor BA - 000 + 600, BA – 000 + 20, BA – 000 + 10</p>
<p>de taladros largos durante la perforacion, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALL</p>	<p>de taladros largos durante la perforacion, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p>	<p>largos durante la perforacion, podremos saber cuánto nos falta para trabajar con el estándar permisible, Indicar algunos procedimientos que nos ayudaran a reducir la desviación en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p>		