



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



**PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL  
650 ALEX, DEL NIVEL 18 AL NIVEL 20, DE LA COMPAÑÍA  
MINERA CASAPALCA S.A.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JAVIER CALCIN MASCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO - PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*A mis queridos padres, JUSTINA y FELICIANO, que gracias a ellos logre mi meta profesional al esfuerzo que dieron para mi formación, su buena orientación, su apoyo incondicional y su paciencia.*

*Con todo amor y afecto a mi hijo Yair Javier, que es mi motivo para superarme cada día, a mis hermanos: Adolfo, Nolberto, Maria, Edgar, Marco y Juan Luis (Q.E.D.G.) por su constante apoyo moral para mi futuro*

***El Autor***



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mis padres por darme la vida, por los valores y fuerzas para afrontar el día a día, siempre dispuestos a escucharme y darme su apoyo incondicional, también por el sacrificio que ellos realizaron para que yo culmine la carrera profesional de Ingeniería de Minas.

Agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, que fueron parte de mi formación académica – profesional, y que estuvieron siempre dispuestos a responder mis preguntas y aclarar mis dudas, impartiendo conocimiento y experiencias que fueron vitales en mi aprendizaje.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, mi alma mater que me tuvo entre sus aulas durante los años de mi formación profesional, otorgándome parte del conocimiento que eh adquirido y que me servirá en mi desenvolvimiento profesional.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN .....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 Hipótesis.....	10
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
3.1 Diseño del Pique Vertical.....	12
3.2 Ejecución de la Profundización del Pique Vertical 650 Alex. ....	12
3.2.1. Excavación del Pique.....	12
3.2.2. Perforación y Voladura.....	13
3.2.3. Limpieza.....	14
3.2.4. Sostenimiento.....	15
3.2.5. Bombeo.....	15
3.2.6. Enmaderado.....	15
IV. CONCLUSIONES .....	16
V. LITERATURA CITADA .....	17

**Área: Ingeniería de Minas**

**Tema: Seguridad**

**FECHA DE SUSTENTACION: 20 de noviembre del 2019**



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> diseño de malla de perforación .....	13
<b>Tabla 2.</b> Vida útil de brocas y barrenos en perforación negativa.....	13
<b>Tabla 3.</b> Consumo de accesorios y explosivos por voladura .....	13
<b>Tabla 4.</b> Perforación .....	14
<b>Tabla 5.</b> Voladura.....	14
<b>Tabla 6.</b> Parámetro de limpieza.....	15
<b>Tabla 7.</b> Características del perno helicoidal. ....	15



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Representación de Compartimientos y Dimensión del Pique 650 Alex.... 12



## **PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE VERTICAL 650 ALEX, DEL NIVEL 18 AL NIVEL 20, DE LA COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.**

*Javier Calcin Masco*  
*Bachiller en Ingeniería de Minas*  
*Facultad de ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Altiplano-Puno*  
*Av. Floral 1153, ciudad universitaria*  
*Jacama\_158@hotmail.com, cel. 982701878*

### **RESUMEN**

El presente trabajo de artículo de investigación describe el "Proyecto de Profundización del Pique Vertical 650 Alex, del nivel 18 al nivel 20, de la compañía minera Casapalca S.A." el cual se ubica en el distrito de Chicla, provincia de Huarochiri, departamento de Lima, realizado en el mes abril del año 2015. El objetivo, continuar la construcción de profundización del pique 650 Alex, que debido al agotamiento de reservas minerales en la zona cuerpos Mery, respecto a niveles superiores al nivel 18. Los materiales, que se usaron para la construcción del pique 650, máquinas neumáticas, winche de izaje, carros mineros tipo gramby con quinta rueda, explosivos y accesorios, juego de barrenos pernos helicoidales, madera tipo pino, entre otras herramientas. Método, se realiza la construcción del pique 650 Alex, con el ciclo de minado con maquina neumática (perforación-voladura, ventilación, acarreo – transporte, sostenimiento activo). Resultados, Se hicieron exploraciones con el área de geología de compañía, confirmando el hallazgo de más reservas minerales por debajo del nivel 18, por ello se vio por conveniente continuar con la profundización del pique 650 Alex. Conclusiones, que realizando la profundización de las operaciones mineras con el pique 650 se obtiene diversos beneficios como tener una forma más dinámica de extracción de mineral de niveles inferiores hacia exterior entre ingresos de personal, equipos, herramientas entre otros en el que intervienen todas las áreas asignadas a la operación minera seguridad, planeamiento, geomecánica, servicios y otros llevando adecuadamente los estándares de construcción de pique.

#### **Palabras claves**

Diseño, ejecución, perforación y voladura.



## **PROJECT TO DEEPEN THE 650 ALEX VERTICAL PIQUE FROM LEVEL 18 TO LEVEL 20 OF THE MINING COMPANY CASAPALCA S.A.**

### **ABSTRACT**

The present work of investigation article describes the "Project of Deepening of the Vertical Pique 650 Alex, of the level 18 to level 20, of the mining company Casapalca S.A." which is located in the district of Chicla, province of Huarochiri, department of Lima, realized in the month April of the year 2015. The objective is to continue the construction of the 650 Alex shaft, which due to the depletion of mineral reserves in the Mery bodies zone, with respect to levels higher than level 18. The materials used for the construction of the shaft 650, pneumatic machines, lifting winch, mining carts type gramby with fifth wheel, explosives and accessories, set of holes, helical bolts, pine wood, among other tools. Method, the construction of the mine shaft 650 Alex is carried out, with the cycle of mining with pneumatic machine (drilling-blowing, ventilation, transport, active support). Results, Explorations were made with the company's geology area, confirming the finding of more mineral reserves below level 18, so it was seen as convenient to continue with the deepening of the mine shaft 650 Alex. Conclusions: By deepening the mining operations with the 650 shaft, several benefits are obtained, such as having a more dynamic way of extracting the ore from lower levels towards the exterior, including personnel, equipment, tools, among others, in which all the areas assigned to the mining operation are involved: safety, planning, geomechanics, services, and others, adequately complying with the standards of shaft construction.

### **Keywords**

Design, execution, drilling and blasting.



## I. INTRODUCCIÓN

*Valladolid-Garcia, Jhemsen Baner (2019) menciona que “Los piques son labores mineras, los cuales se realizan mediante excavaciones verticales a sub-verticales, construidas en descenso (negativo), pueden ser; de sección circular, sección rectangular, sección cuadrada o sección elíptica, y que requieren una completa infraestructura de apoyo (sub-proyectos), superficial y subterránea, tanto para su construcción como para su operación.*

*La decisión de construcción de un pique es el resultado del análisis técnico-económico al comparar los beneficios con otras alternativas; de acceder a niveles inferiores con fines de exploración, explotación de yacimientos minerales u otros”.*

Se evalúa el proceso de la construcción del pique 650 Alex.

Estado del arte de la profundización del pique vertical 650 Alex, está fundamentado en los párrafos que menciona los análisis respecto a la construcción de piques en proyectos de profundización.

*Jauregui-Mercado, Italo Robert (2015) menciona que “Para lograr este objetivo se plantea profundizar la mina mediante el desarrollo de un pique vertical, el cual servirá de acceso a las reservas y como medio de transporte para la extracción del mineral, aprovechando al máximo la infraestructura existente en la mina, reduciendo así al mínimo la inversión de capital adicional”.*

En el contexto de la construcción de piques, se hace referencia a las siguientes investigaciones: Christian-David Andrade Haro, en su trabajo *“Diseño de excavación para profundizar el “Pique de Fierro” ubicado en el área “Ciruelo Unificado” operado por la Compañía Minesadco S.A.”*, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, carrera de Ingeniería de Minas, 2014, señala que: *“Durante muchos siglos a nivel mundial, la actividad minera ha extraído los recursos minerales más próximos a la superficie, tomando en cuenta su facilidad para la explotación. Pero con el pasar del tiempo, el hombre ha sentido la necesidad de contar con mayor cantidad de este tipo de recursos, por sus diferentes aplicaciones en todas las actividades realizadas por el ser humano. Entonces, surge la inminente necesidad de excavar el subsuelo en búsqueda constante de grandes depósitos minerales que se encuentran a profundidades considerables, haciéndose necesario la implementación de técnicas mineras subterráneas para explotar estos yacimientos, siendo una alternativa optima la construcción de piques verticales”*

*Ernesto-Zelaya P. y Luis Alfredo Martínez-M., en su trabajo “Sistemas de Profundización de Piques - Criterios Gerenciales Empleados para su Elección”, Volcan Compañía Minera S. A. A.,2011; señala que: “Debe entenderse de que cada proyecto requiere de un sistema de*



*profundización propio que depende de la ubicación del pique, de las condiciones geológicas y mineras, de los aspectos geomecánicos e hidrogeológicos, como también de la infraestructura que se tiene o se tenga que construir e indudablemente de las facilidades operativas propias de cada Unidad Minera. Por lo tanto, el siguiente paso fundamental, que forma parte de una decisión gerencial para asegurar el éxito de cada proyecto, es disponer la evaluación de las alternativas de profundización (trade off) y la determinación de la estrategia adecuada para efectuar los trabajos de construcción del pique, los que deben efectuarse con base al análisis riguroso de los recursos disponibles, equipamiento necesario, lo que permitirá el necesario desarrollo de la ingeniería del sistema de profundización. Un aspecto a relevar dentro de las decisiones a tomar, es en cuanto a los costos involucrados en cada alternativa de profundización; sin embargo, más allá de ello, y que está plenamente inmerso en el impacto económico, son los referidos a los tiempos de ejecución de cada una de éstas, su real cumplimiento permitirá los ahorros significativos de los costos de la operación minera, razón de ser del proyecto en sí. E igualmente, los retrasos en la profundización involucrarán inversiones adicionales no solo por este mayor tiempo de ejecución sino además mayores costos debido a los gastos generales requeridos por las empresas contratistas especializadas por dicho periodo*

*de tiempo, que son las ejecutoras del proyecto”.*

Prado-Ramos Nino Daniel en su investigación “La Empresa Minera Casapalca S.A. explota reservas minerales en Vetas y Cuerpos, y la extracción lo realiza mediante: Izaje por Inclinados, Acarreo por Rampas e Izaje por Piques. Una de las alternativas de extracción de la zona cuerpo Mery es continuar profundizando el pique vertical Rectangular 650 Álex a partir del nivel 10, hacia niveles inferiores. Por ello, esta obra por encima del nivel 10 ha permitido contar con una capacidad de izaje de 30,000 Tm/mes en la zona de Cuerpo Mery. El Proyecto de Profundización del Pique Rectangular 650, consiste en la construcción de un Pique Vertical de 300 metros desde el nivel 10 hasta el nivel 16, con sección de 5.60 m. x 2.40 m., de tres compartimientos, uno para camino y dos para izaje con: Skip 1 y Skip 2 de 10 Tn. cada uno; además 2 Pockets de almacenamiento de 1000 TN cada uno (uno para desmonte y otro para mineral) y la Cámara de Carguío para izaje por pique”.

### **1.1 Hipótesis.**

La Profundización del Pique 650 desde el Nivel 18 al Nivel 20, en 2015; se realizará según los métodos y técnicas descritas en el estudio de la ingeniería conceptual e ingeniería básica realizadas para el proyecto.

El objetivo, del artículo es de tener la referencia de la construcción de un pique vertical desde la rotura del macizo rocoso, perforación voladura,



limpieza, sostenimiento, bombeo y enmaderado.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo de investigación se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en el mes de octubre del 2019 en el cual se indica el lugar donde se realizó la investigación de la profundización del pique vertical 650 Alex, ubicado en el distrito de Chicla, provincia de Huarochiri, departamento de Lima.

Para llegar al Pique Vertical, se ingresa por el túnel Álex CX - 390 NE del nivel 1 de la zona Mery. En este nivel también se ubica la estación principal, la cámara de winche y los Pockets 1 y 2 de recepción de mineral y desmonte. A partir de ahí se prolonga verticalmente hasta el nivel 18 de la misma zona, realizando estaciones auxiliares en cada nivel de su construcción, tales como el nivel 4, 5, 6,7 y 10 con la finalidad de facilitar el traslado de madera y otros materiales para su ejecución. Así mismo se continuará con la excavación del ore pass, waste pass en el nivel 10 y una estación de carguío en el nivel 11, además con la continuación de la profundización del pique se izará desde la cámara de carguío del nivel 15 hasta el nivel 1.

Los materiales utilizados dentro de la investigación:

- Laptop con acceso a internet.
- Impresora láser.
- Papel bond A4/75g
- Marcadores

- Plumones
- Lapiceros
- Lápices
- Papelotes
- Proyectora

La metodología utilizada es la recopilación de información de otros proyectos de profundización de piques cuya bibliografía relacionado al tema del artículo científico como tesis y la comparación de proyectos relacionados al tema de construcción de profundización de piques.

Técnicas y/o equipos para el Rendimiento de Izaje de Material Roto

- winchero
- 4 lamperos
- volteador de balde
- Winche de 40 hp.
- 100 metros de cable de acero de 1/2"
- Guía de 1/2" de cable de acero.
- timbres para comunicación.
- Un guiador de balde
- Buena iluminación.
- Ropa de agua para cada trabajador.
- Arnés con línea de anclaje para cada trabajador.
- Matón de 16 libras.
- picos.
- barretillas

Parámetros para la Instalación de Cuadro

- Longarinas de Pino de 10" x 10" x 18'  
= 02 piezas

- Postes de Pino de 10"x10"x 6' = 08 piezas
- Divisor de Pino 10"x10"x 7' = 02 piezas.
- Guía de pino de 5"x7"x 22' = 02 piezas
- Blocks de madera pino de 10"x10" cantidad = 12 piezas I piso
- Templadores metálicos de 7/8" = 12 piezas/ cuadro
- Distancia de cuadro a cuadro = 2 m
- Escaleras de madera = 5 m
- Descansos de madera con espacio libre = 0.70 x 0.80 m

- Cortinas de tablas = 1" con separación de 4"

Personal Requerido:

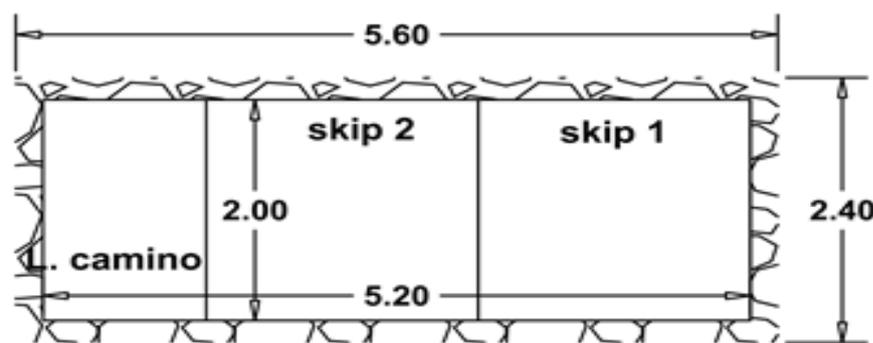
- Maestro perforista = 3
- Ayudante de perforista = 3
- Winchero = 1
- Timbrero = 1

La recolección de información se realiza con los datos que provee la compañía a la vez en los repartos de guardia y las coordinaciones del proyecto del pique central 650 Alex.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Diseño del Pique Vertical.

Sección y Longitud del pique es de 5.60m X 2.40m de rotura de roca, y una sección den 5.20m X 2.0m de cuadro con tres compartimientos, 2 para el skip y 1 como camino y servicios. La primera etapa de la excavación del pique cuenta con una distancia de 456m hasta el nivel 10, en la segunda etapa la profundización llega hasta el nivel 16 con un total de 756m contado a partir del nivel 1 y hasta el nivel 18860.2m.



**Figura 1.** Representación de Compartimientos y Dimensión del Pique 650 Alex  
**Fuente:** Propia

#### 3.2 Ejecución de la Profundización del Pique Vertical 650 Alex.

##### 3.2.1. Excavación del Pique.

La excavación del pique vertical 650 ha seguido dos etapas:

La primera etapa fue la construcción del pique en ciego desde el nivel 10 hasta el nivel 12 con una sección de 5.6 X 2.4 m<sup>2</sup>.

La segunda etapa fue el ensanche de las chimeneas piloto, primero con piloto de chimenea convencional de 1.2 X 2.4m<sup>2</sup> que fue construida desde el nivel 14 hasta la

comunicación del inclinado a 8m debajo del nivel 12 y la otra chimenea fue de 1.50 m. diámetro, con Raise Bore, que a su vez comprendió el ensanche del tramo entre el Nivel 14 al Nivel 16, ambos ensanches se hicieron hasta tener también la sección de 5.6 X 2.4 m<sup>2</sup>.

### 3.2.2. Perforación y Voladura.

La perforación en ciego del pique vertical entre el Nivel 18 al 20, se realizó con barrenos de 6 pies y 70 taladros de producción, el diseño de malla se muestra en la tabla N° 01.

**Tabla 1** diseño de malla de perforación

N° de taladros	Emboquille	Patero 2f (41mm)	Seguidor (4-6) ft (39mm)	Pasador 8ft (38mm)	Total, ciclo
1	0.2	2.3	2.5	1.8	6.8
2	0.1	2.1	2.8	1.9	6.9
3	0.2	2.4	2.7	1.7	7
4	0.1	2.7	2.3	2	7.1
5	0.1	2.2	2.3	1.9	6.5
6	0.2	2.6	2.2	1.8	6.8
7	0.2	2.3	2.1	1.9	6.5
8	0.2	2.5	2.4	2	7.1
9	0.2	2.1	2.4	1.9	6.6
10	0.1	2.8	2.3	1.8	7

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

**Tabla 2.** Vida útil de brocas y barrenos en perforación negativa

Vida útil en pies Perf.	Patero 2 ft (41mm)	Seguidor (4) ft (39mm)	Seguidor (4) ft (39mm)	Pasador 8ft (38mm)
Broca	45-88	92	120	200
barreno	92	130	250	800

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

**Tabla 3.** Consumo de accesorios y explosivos por voladura

Malla de perforación	tal. de prec.	tal. de prod.	Sección piloto (m)	Long. de tal.	Cart. tal.	Total, cart.	Total, carmex 9 ft	Cajas/ Vol.	Mecha rápida (m)
0.4m*0.4m	104	84	1.50 (RB)	4.0 ft	4	336	84	1.3	20
0.4m*0.4m	40	56	1.50 (RB)	6.0 ft	6	536	96	2.1	30
0.6m*0.47m	33	30	1.50 (RB)	6.0 ft	6	345	63	1.3	30

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

El explosivo y accesorios utilizados fueron: carmex de 6, cartuchos semexa de 65% y mecha rápida.

**Tabla 4.** Perforación

Parámetros	Und.	Cantidad
Sección	m.	2.40 X 5.60
Longitud de taladros	Pies	6.00
Nº de taladros	Und.	70.00
Máquinas Perforadoras	Und.	2.00

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

**Tabla 5.** Voladura

Parámetros	Und.	cantidad
Avance por disparo	m.	1.60
Avance mensual	m.	15.00
Factor de carga	Kg/ m <sup>3</sup>	1.96
Esponjamiento	%	40.00
Volumen roto	m <sup>3</sup>	21.50
Eficiencia de voladura	%	87.00

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

### 3.2.3. Limpieza.

Para la limpieza del material roto en pique ciego, se instaló un sistema auxiliar de izaje, consta de un Winche de 40 H.P., un balde de 0.4 m<sup>3</sup> (0.73\*0.73\*0.75) y un winche de descarga de 23 m<sup>3</sup> de capacidad, el carguío

de material roto al balde se realiza a pulso con 4 obreros, luego se iza con el Winche hasta el winze donde se acumula para luego chutear a los carros mineros tipo Gramby para su evacuación Hacia los echaderos.



**Tabla 6.** Parámetro de limpieza

Parámetro	Und.	cantidad
Tiempo	Horas	8.0
Personal	unid	6.0

Fuente: Control de tiempos en Pique-Cia Casapalca S.A.

### 3.2.4. Sostenimiento.

El sostenimiento del pique se realizará conforme a las recomendaciones del área de geomecánica, y se realizará con pernos helicoidales batidos con Cemcons y Resina en proporciones recomendadas (dos resinas y seis cemcons).

Además, el cuadro bloqueado en el pique también trabaja en el soporte de bancos ya que están instalados a presión, eliminando los

espacios abiertos del contorno bloqueado, ayudarán a amortiguar la caída de bancos; el diseño mediante cuadros de madera, comprende:

Longarinas de 10" x 10" x 18'	= 02 unidades
Cabezales 10" x 10" x 7'	= 02 unidades.
Divisores de 10" x 10" x 6'	= 02 unidades.
Postes 10" x 10" x 6'	= 08 unidades.
Altura del cuadro	= 02 unidades.

**Tabla 7.** Características del perno helicoidal.

DATOS TECNICOS	
Diámetro de la Barra	22 mm
Capacidad de Carga	12 ton
Performance	> 2 ton/pie
Carga de Rotura	18 ton
Deformación Axial	8 %
Peso	2,98 kg/m
Longitud	1,5/2, 1 m
Diámetro del Taladro	36-37 mm
Platina	4 x 200 x 200 mm

Área de Geomecánica CIA Casapalca S.A.

### 3.2.5. Bombeo.

En el pique el agua a producirse caerá a la parte baja del pique de donde mientras dure el ensanche se bombeará el agua mediante electrobombas, de 100 HP con caudales hasta de 150 Galones por minuto y alturas de cabeza

de 70 m. Dependiendo del caudal de agua a encontrarse se instalará varias bombas en serie.

### 3.2.6. Enmaderado.

Conforme se hace la excavación del pique, se baja con el enmaderado de pino, que una vez instalados constara de tres compartimientos, uno para camino y servicios y dos



compartimientos exclusivos para el izaje de mineral o desmonte, para ello es necesario que el ultimo maderamen este alejado del tope del pique mínimo 5 metros para evitar dañar los elementos del cuadro con el disparo, para una buena integración del cuadro deberán estar ajustados con el templador.

Cáceda Corilloclla, Juan Antenor-Perez Villaverde, Jean Carlos (2015) mencionan *“primero se procedió a realizar una campaña de exploración para evaluar las reservas del yacimiento. Para ello se efectuaron unos sondeos. A continuación, se interpretaron los mismos y se hizo un estudio geológico detallado y un modelo del yacimiento con las zonas susceptibles de ser explotados. Además, luego de interpretar los trabajos ejecutados se ha determinado que se tiene como reserva probada y probable 1 009 799 TM de mineral. Estas reservas sirvieron para el análisis económico de la conveniencia de la construcción del Nuevo Pique Central, el cual fue positivo y en consecuencia se decidió la construcción de dicha labor vertical”*.

Mamani Avendaño, Daniel (2014) menciona *“Los piques son labores permanentes que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con el objetivo de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral. Los factores que inducen para la construcción de pique son:*

- Necesidad de extracción de mineral.
- Reducción de los costos de producción.

*Una vez que ya se determinó que es necesaria y viable la construcción de un pique, las consideraciones para el diseño del pique son:*

- *Análisis de costo en relación a otros piques.*
- *La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones, realizando para ello estudios de geología, hidrogeología, geotecnia y geomecánica que nos indique la calidad del macizo rocoso en el área destinado para el pique”*.

#### IV. CONCLUSIONES

Se opta por profundizar el pique vertical 650 en la zona de cuerpo Mery desde el nivel 18 hasta el nivel 20 por ser más dinámico en la extracción de mineral, ingreso y salida de personal y además en casos de emergencia se evacua de en tiempo optimo al personal accidentado.

La profundización del pique vertical tiene menor distancia desde el punto de izaje hasta el punto de descarga de mineral en el nivel 1 a diferencia del pique inclinado o la rampa.

La ubicación del pique es estratégico ya que se encuentra casi paralelo al cuerpo mineralizado, de esta manera se podrá continuar más óptimamente que, por otro acceso con la extracción del mineral, inclusive de niveles más inferiores al nivel 16 y nivel 18 y así poder seguir con la profundización en niveles inferiores al nivel 20 en un futuro.



## V. LITERATURA CITADA

Jauregui-Mercado Italo Robert (2015) estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 043 niveles 18 al 20 veta esperanza - mina Casapalca <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/unsa/250>

Fernandez-Huichi Wilbert David (2017) “Implementación del skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en minera la española s.a.” <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/unap/6984>

Cuadros-Salcedo Marco Antonio (2018) “Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 veta juanita – mina Casapalca” <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/unsa/7149>

Narvaez-Sarco Michael Severo (2017) “Optimización de costos en sostenimiento con pernos helicoidales usando jumbo retráctil en el pique circular de la unidad minera Casapalca S.A.” <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/unap/5126>

Luna- Mayta Aydin Guillermo, Muñante Revilla, Jorge Luis (2016) “mejora del proceso de cambio de cables de acero en el sistema de izaje en piques de socavón de la compañía minera Casapalca”. <http://hdl.handle.net/11537/10818>

Farfán-Conislla Raul (2015) “Proyecto de profundización del pique vertical 790 oroya del

nivel 11 al nivel 18 unidad minera americana Minera Casapalca S.A.” <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/unsch/987>

Prado-Ramos Nino Daniel (2015) “Proyecto de profundización del pique vertical 650 Álex, del nivel 10 al nivel 16, unidad minera americana de empresa minera Casapalca S.A. – 2013” <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/unsch/994>

Torre-Yaranga Edwin (2018) “Sistema de carguío para la voladura eficiente en el pique 2000 (-), nivel 18, zona esperanza en la compañía minera Casapalca S.A.” <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/uncp/3857>

Valladolid-Garcia, Jhemsen Baner (2019) “Planeamiento y diseño de la profundización del pique 740 – nv 1750 al nv 1800 - sociedad minera Austria Duvaz s.a.c.” <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5207>

Cáceda-Corilloclla, Juan Antenor-Pérez Villaverde, Jean Carlos (2015) “Proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 - Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C” <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3846>

Mamani Avendaño, Daniel (2014) “Consideraciones de diseño para construcción de un pique forma circular caso – Andaychagua pique Roberto Letts”