

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN EN MEDIO BANCO
PARA MEJORAR LA LIMPIEZA CON EQUIPO BETSY EN LA
PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE YAURICOCHA NV. 1070 – NV.
1210. UNIDAD DE ACUMULACIÓN YAURICOCHA DE LA
SOCIEDAD MINERA CORONA S.A. – YAUYOS – LIMA - 2018”**

**LINEA DE INVESTIGACION:
MINERIA**

PRESENTADO POR:

Bach. Jhober ALVAREZ MEZA

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

**HUANCAVELICA - PERÚ
2019**



**ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



EN LA CIUDAD DE LIRCAY, EN EL PARANINFO DE LA FIMCA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA, A LOS TRES (03) DIAS DEL MES DE OCTUBRE DEL AÑO 2019 A HORAS 5:00 PM. SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR, CONFORMADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

PRESIDENTE: MSC. ING. CESAR SALVADOR GUZMAN IBAÑEZ

SECRETARIO: DR. JORGE WASHINGTON RODRIGUEZ DEZA.

VOCAL : MSC. MANUEL EMILIANO ESTEVES PAIRAZAMAN

DESIGNACIÓN DE MIEMBROS DE JURADO CON RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N°222-2019-FIMCA-UNH, PARA SUSTENTAR LA TESIS TITULADO **“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN EN MEDIO BANCO PARA MEJORAR LA LIMPIEZA CON EQUIPO BETSY EN LA PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE YAURICOCHA NV. 1070 – NV. 1210. UNIDAD DE ACUMULACIÓN YAURICOCHA DE LA SOCIEDAD MINERA CORONA S.A. – YAUYOS – LIMA - 2018”**

CUYO AUTOR ES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

BACHILLER (S): ALVAREZ MEZA JHOBER

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA.

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR EL AUDITORIO POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE INVITAR A PASAR NUEVAMENTE AL AUDITORIO AL SUSTENTANTE Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO APROBADO **POR UNANIMIDAD** CULMINANDO A LAS. 6:35 PM. Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

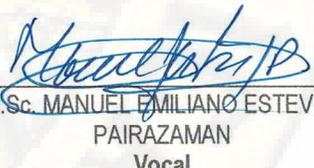
BACHILLER: ALVAREZ MEZA, JHOBER

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR UNANIMIDAD
SECRETARIO	
VOCAL	

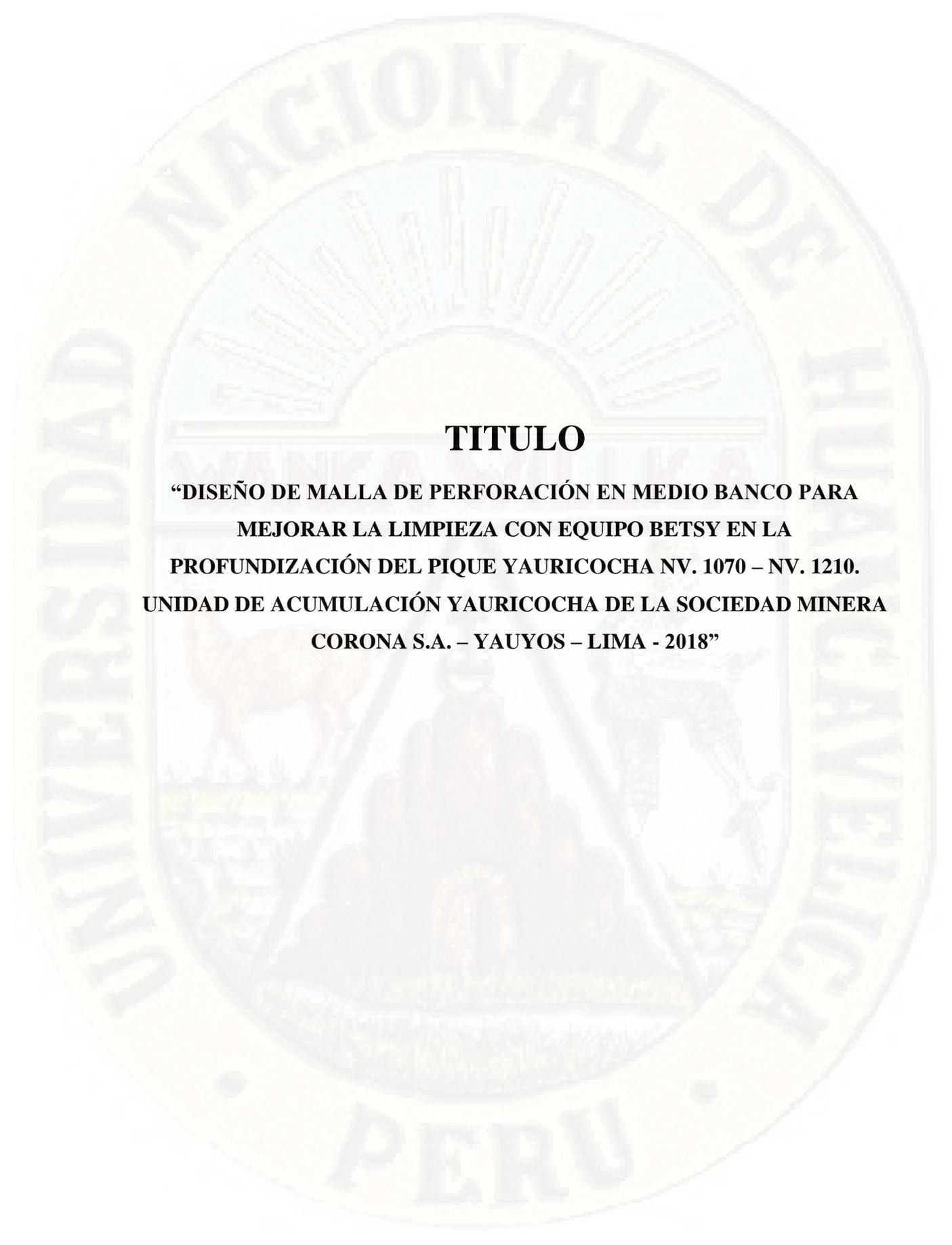
EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.


M.Sc. ING. CESAR SALVADOR
GUZMAN IBAÑEZ
Presidente


DR. JORGE WASHINGTON
RODRIGUEZ DEZA
Secretario

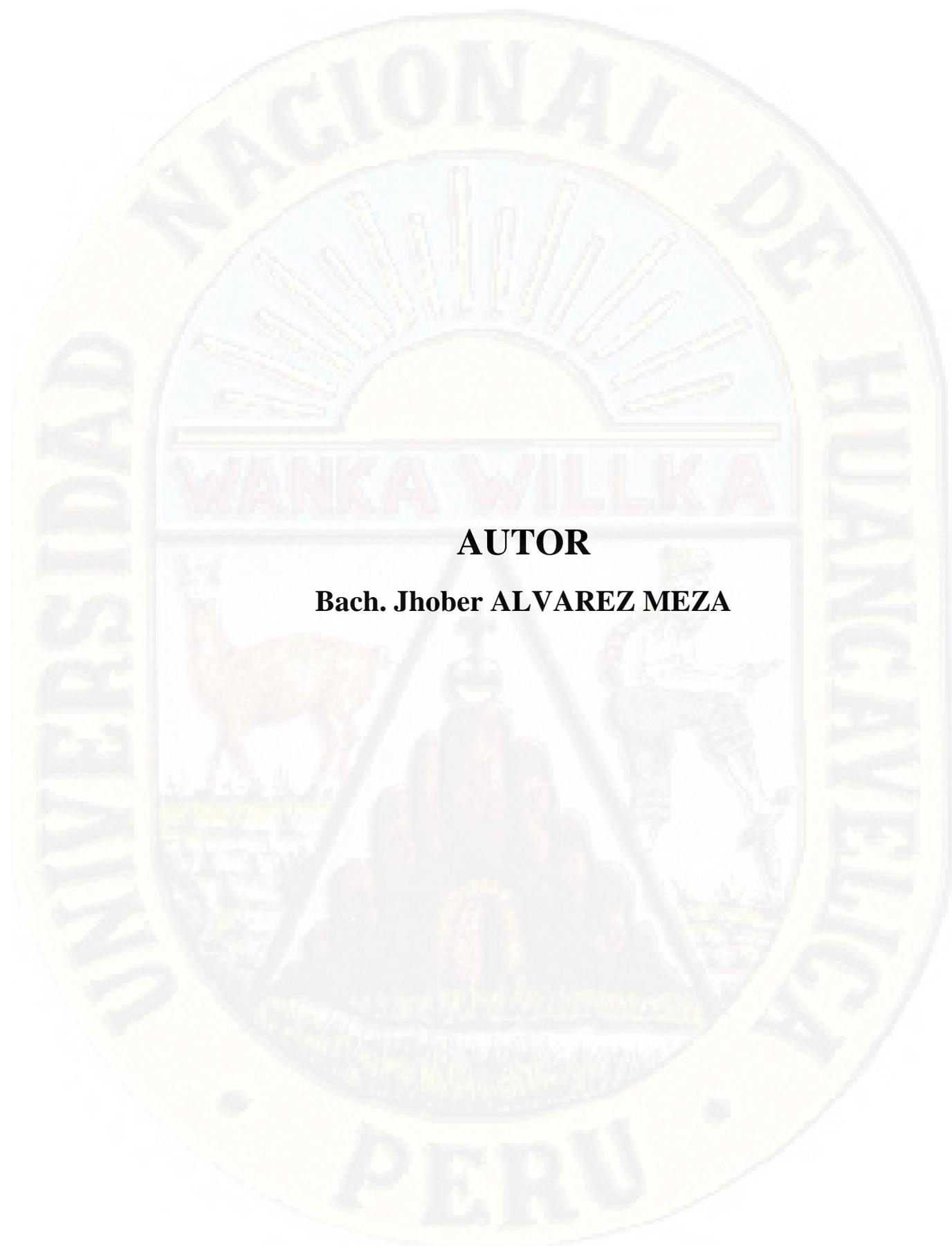

M.Sc. MANUEL EMILIANO ESTEVES
PAIRAZAMAN
Vocal


ALVAREZ MEZA, JHOBER
Sustentante



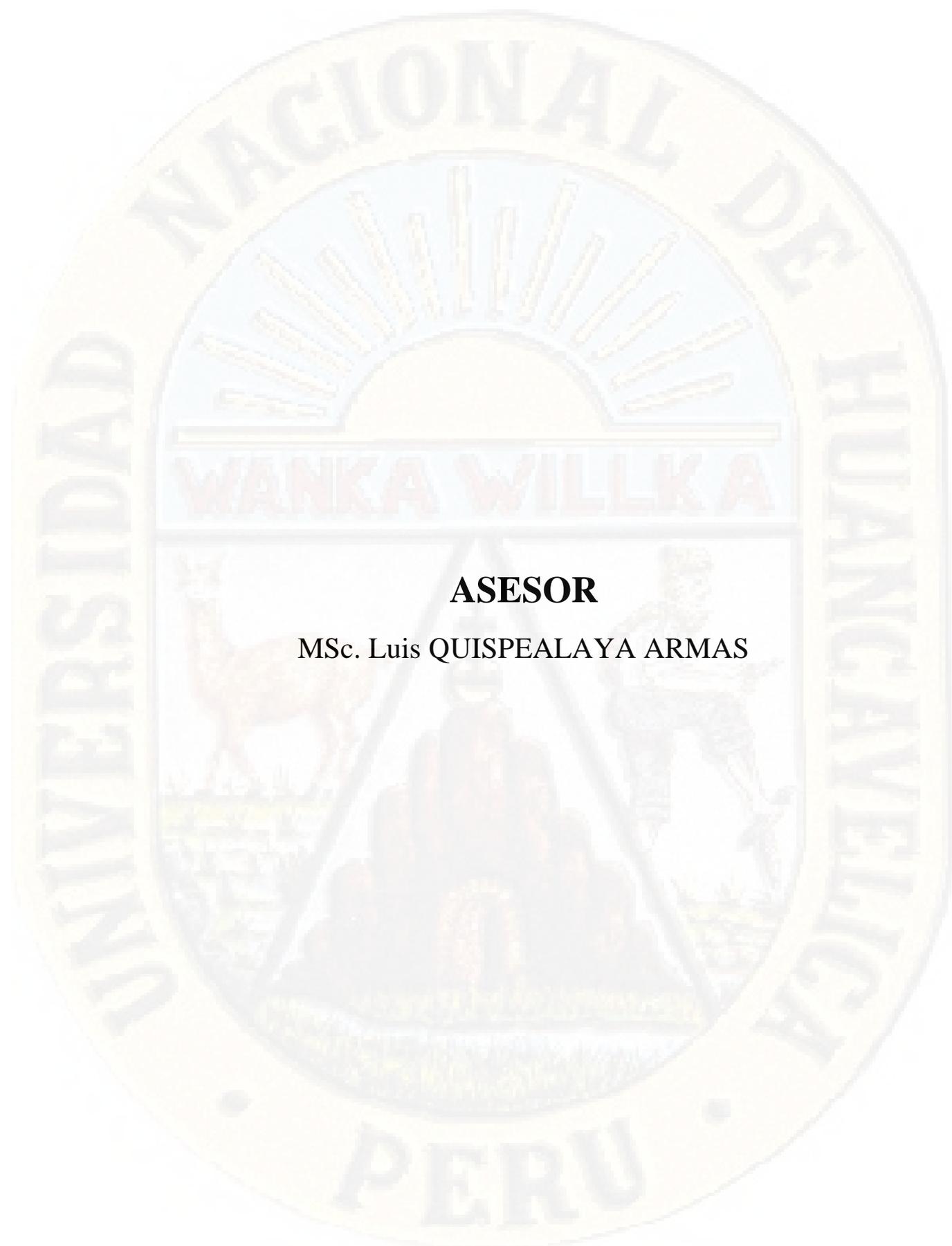
TITULO

**“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN EN MEDIO BANCO PARA
MEJORAR LA LIMPIEZA CON EQUIPO BETSY EN LA
PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE YAURICOCHA NV. 1070 – NV. 1210.
UNIDAD DE ACUMULACIÓN YAURICOCHA DE LA SOCIEDAD MINERA
CORONA S.A. – YAUYOS – LIMA - 2018”**



AUTOR

Bach. Jhober ALVAREZ MEZA



ASESOR

MSc. Luis QUISPEALAYA ARMAS

DEDICATORIA

A mis queridos padres: El Sr. Agustín Alvarez Huamani, a mí Madre, la Sra. Leonarda Meza Ticllasuca de Alvarez por darme su apoyo constante durante mi formación personal y profesional.

Jhober A.

A la Universidad Nacional de Huancavelica con sede en Lircay – Angaraes y docentes de Ingeniería de Minas por el apoyo para cumplir mis objetivos.

Jhober A.

ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
TITULO	iii
AUTOR	iv
ASESOR	v
DEDICATORIA	vi
INDICE	vii
RESUMEN	xiii
ABSTRAC	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE PROBLEMA	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	20
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	20
1.3 OBJETIVO	21
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	21
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.5 LIMITACIONES	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES	24
2.2 BASES TEÓRICAS	26
2.2.1 LA VOLADURA	26
2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS	32
2.2.3 ESTUDIO GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO PARA LA VOLADURA	37
2.2.4 PIQUES	39
2.2.5 CARGUÍO DE TALADROS	46
2.2.6 ASPECTOS GEOMECÁNICA PARA EL DISEÑO DEL PIQUE	47
2.2.7 PERFORACIÓN Y VOLADURA EN PIQUES	52
2.3 BASES CONCEPTUALES	55
2.3.1 DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN	55
2.3.2 PERFORACIÓN EN METODO DE BANQUEO (PIQUE)	56
2.3.3 VOLADURA EN PIQUE	56
2.3.4 LIMPIEZA CON EQUIPO BETSY	57
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	57
2.5 HIPÓTESIS	60
2.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	60
2.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	60
2.6 VARIABLES	61
2.7 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	61

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	62
3.1.1	ÁMBITO TEMPORAL	62
3.1.2	ÁMBITO ESPACIAL	63
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	64
3.2.1	SEGÚN LA INTERVENCIÓN DEL INVESTIGADOR	64
3.2.2	SEGÚN LA PLANIFICACIÓN DE LA TOMA DE DATOS	64
3.2.3	SEGÚN EL NÚMERO DE OCASIONES EN QUE MIDE LA VARIABLE DE ESTUDIO	64
3.2.4	SEGÚN EL NÚMERO DE VARIABLES DE INTERÉS	64
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	64
3.4	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	64
3.4.1	POBLACIÓN	64
3.4.2	MUESTRA	65
3.4.3	MUESTREO	65
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.5.1	TÉCNICAS	65
3.5.2	LOS INSTRUMENTOS	65
3.6	TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS	65

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	66
4.1.1	DISEÑO DE MALLA 01	66
4.1.2	ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS	67

4.1.3 CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO DEL PIQUE	69
4.1.4 CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	71
4.1.5 CLASIFICACIÓN Q DE BARTON	72
4.1.6 PARÁMETROS DEL EXPLOSIVO	73
4.1.7 DISEÑO DE MALLA 02	74
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS	80
4.2.1 HIPÓTESIS	80
4.2.2 NIVEL DE SIGNIFICANCIA: 5%	81
4.2.3 ELECCIÓN DE LA PRUEBA DE ESTADÍSTICA: PRUEBA T PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES	81
4.2.4 ESTIMACIÓN DEL P- VALOR	81
4.2.5 TOMA DE DECISIÓN	81
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
APÉNDICE	87

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1: Ubicación de pique Yauricocha Nv. 720	63
Plano 2: Recomendación geomecánica pique Yauricocha	72
Plano 3: control de avance diario mes de agosto	93
Plano 4: Control de avance diario mes de setiembre	94
Plano 5: Span del último cuadro al fondo del pique	102
Plano 6: Dimensionamiento de la construcción del pique Yauricocha	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Tipos de Cryderman	52
Cuadro 2: Distribución de explosivos por disparo	67
Cuadro 3: Prueba de muestras independientes	81
Cuadro 4: Resumen de avances Agosto 2018- proyecto pique Yauricocha	93
Cuadro 5: Resumen de avances Setiembre 2018- proyecto pique Yauricocha	94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Teoría de reflexión	28
Ilustración 2: Teoría de expansión de gases	29
Ilustración 3: Ruptura por Flexión	32
Ilustración 4: Ruptura por Flexión	34
Ilustración 5: Área de influencia del taladro	46
Ilustración 6: Perforación Método Banqueo	53
Ilustración 7: Perforación Método Espiral	54
Ilustración 8: Diseño de malla de perforación inicial	66
Ilustración 9: Nuevo diseño de malla de perforación	77
Ilustración 10: Método de banqueo en pique sección cuadrado	97
Ilustración 11: Equipo Betsy	98

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Marcado de sección y distribución de taladros en medio banco	95
Fotografía 2: Sección 4.80x2.80m y distribución de taladros en medio banco	95
Fotografía 3: Diseño de malla de perforación	96
Fotografía 4: Perforación en medio banco	96
Fotografía 5: Amarre de Fanel y cordón detonante	97
Fotografía 6: Operación del equipo Betsy	98
Fotografía 7: Granulometría de la carga	99
Fotografía 8: Cuchareo de carga con equipo Betsy	99
Fotografía 9: Izaje de Baldes de profundización	100
Fotografía 10: Supervisor de turno en el fondo del pique	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Módulo de Young	36
Tabla 2: Índice de Poisson	37
Tabla 3: RQD de la Roca	38
Tabla 4: Parámetros controlables y no controlables de perforación y voladura	42
Tabla 5: Constantes para determinar el número de taladros	43
Tabla 6: Factor de seguridad para cálculo de burden	45
Tabla 7: Factor de carga en túneles horizontales	47
Tabla 8: Tiempos llenado de baldes de profundización por número de cucharas del equipo Betsy	67
Tabla 9: Tiempo por número de viajes realizados en guardías	68
Tabla 10: Criterio para la clasificación de la masa rocosa	70
Tabla 11: Mapeo estructural y caracterización de roca	71
Tabla 12 : Ficha técnica del Explosivo	73
Tabla 13: Factor de seguridad para cálculo de burden	76
Tabla 14: Tiempos llenado de baldes de profundización por número de cucharas del equipo Betsy después de la aplicación del diseño de malla de perforación	78
Tabla 15: Tiempo de viajes por guardia después de realizar la voladura con la nueva malla de perforacion	79

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo determinar un diseño de malla de perforación en medio banco para mejorar la limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha - Sociedad Minera Corona - Unidad de Acumulación Yauricocha.

El tipo de investigación fue observacional, nivel descriptivo, con obtención de datos directos de campo, la población fue el pique Yauricocha siendo la muestra el pique Yauricocha comprendido entre los Nv. 1070 al Nv. 1210, el muestreo fue probabilístico; entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos se empleó la observación, medición, planos, libreta de apuntes y equipos de topográficos; empleando para el procesamiento y análisis de datos los paquetes de Microsoft Office, AutoCAD y SketchUp; logrando el siguiente resultado: Las características del macizo rocoso del pique corresponden al tipo de roca III-B con rango de RMR 41-50 equivalen a una calidad rocosa regular y el tipo IV-A con RMR cuyo rango es 31-40, equivalente a una calidad de roca mala, efectuando diseños de malla regular a irregular; también se determinó un tiempo promedio de 4:01:34 Hrs. por guardia para una limpieza con diseño de malla anterior y 3:31:49 Hrs. para una limpieza con diseño de malla posterior o modificado; habiendo obtenido finalmente una disminución de 0:29:44 Hrs. respecto al estado del tiempo de limpieza anterior, lo que indica un diseño de malla de perforación en medio banco influye en la mejora del tiempo de limpieza con equipo Betsy; con lo cual, se da por comprado la hipótesis correspondiente.

Palabra clave: diseño, malla, perforación, limpieza.

ABSTRAC

The purpose of this project was to determine a drilling mesh design in a half-bank to improve cleaning with Betsy equipment in the deepening of Yauricocha pique - Corona Mining Society - Yauricocha Accumulation Unit.

The type of research was observational, descriptive level, with direct field data obtained, the population was the Yauricocha pique, the sample being the Yauricocha pique between the Nv. 1070 to Lv. 1210, the sampling was probabilistic; Among the techniques and instruments for data collection, observation, measurement, drawings, notebook and topographic equipment were used; using the Microsoft Office, AutoCAD and SketchUp packages for data processing and analysis; achieving the following result: The characteristics of the rock mass of the pike correspond to the type of rock III-B with RMR range 41-50 equivalent to a regular rock quality and type IV-A with RMR whose range is 31-40, equivalent to a quality of bad rock, making regular to irregular mesh designs; an average time of 4:01:34 Hrs was also determined. by guard for a cleaning with previous mesh design and 3:31:49 Hrs. for cleaning with rear or modified mesh design; having finally obtained a decrease of 0:29:44 Hrs. with respect to the state of the previous cleaning time, which indicates a perforation mesh design in half a bank influences the improvement of the cleaning time with Betsy equipment; whereby, the corresponding hypothesis is taken for granted.

Keywords: design, mesh, drilling, cleaning.

INTRODUCCIÓN

Sociedad Minera Corona - Unidad de Acumulación Yauricocha es una mina polimetálica, labora mediante el método de explotación subterránea, empleando el sistema de izaje para la extracción de los minerales; siendo el pique su principal medio de transporte.

Una de las deficiencias en la labor de profundización del pique fue el inadecuado diseño de malla efectuado sin el conocimiento previo de las características del macizo rocoso lo que conllevó a realizar perforaciones y voladuras ineficientes, generando demoras en el tiempo de limpieza por la presencia bancos de gran tamaño, imposibilitando demoras en el carguío al balde para su evacuación y por tanto incurrir retrasos en el ciclo de operación.

La presente investigación esta descrita en IV capítulos: En el Capítulo I se considera el problema, los objetivos, justificación y limitaciones; el Capítulo II corresponde al marco y bases teóricas, bases conceptuales, definición de términos, hipótesis, variables Operacionalización de variables; en el Capítulo III se detalla el ámbito temporal y espacial, tipo de investigación, nivel de investigación, población, muestra, muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procesamiento de análisis de datos; así también en el Capítulo IV se menciona la presentación de resultados, análisis de información, prueba de hipótesis y discusión de resultados. Finalizando con las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA.

La presente investigación intenta argumentar que la profundización del pique demanda ser optimizada para mejorar la eficiencia en el ciclo de operación de modo que se minimice el tiempo de construcción del pique como empleando nuevos diseños de mallas en perforación de banco, uso del equipo Betsy en la limpieza para optimizar los avances en la profundización de piques.

Sociedad Minera Corona S. A. - Unidad de Acumulación Yauricocha, se encuentra profundizando el Pique Yauricocha del Nv. 1070 al Nv. 1210 en el cual el ciclo operativo no es el adecuado ya que se observa deficiencias en cuanto al resultado de la voladura afectando la limpieza con el equipo Betsy las cuales incrementan los tiempos de operación en la profundización.

Debido a la necesidad de la minera para continuar con la producción de los minerales de los niveles inferiores, se requiere profundizar los piques ya que esta Unidad Minera depende mucho del sistema de extracción por piques verticales, teniendo en cuenta los piques de la Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A como son: Pique Mascota (Nv. 720 – Nv. 1120), Pique Central (Nv. 260 – Nv. 990) y Pique Cachi Cachi (Nv. 720 – Nv. 900), labores actuales en funcionamiento para efectuar la extracción de los recursos

minerales y según van pasando los tiempos el mineral se encuentra cada vez más profundo y necesita seguir extrayendo mineral por el sistema de piques, teniendo en la necesidad de profundización sus piques previo a estudios técnicos, sujetos a los estudios geomecánicos algunos estos pique no están calificados para ser profundizados. El pique Yauricocha se ubica en una roca competente por ellos la empresa da todas las facilidades para optimizar el avance en la profundización del pique Yauricocha ya que los yacimientos requieren ser extraídos de mayores profundidades sin incrementar el tiempo de extracción.

En la actualidad con el progreso de la tecnología para profundizar los piques, se han desarrollado nuevos criterios de diseño por resultado de una serie de estudios, evaluaciones y cálculos. Para un sistema de profundización mecanizada aplicables a nuestra minería, como es el uso de un Galloway (plataforma de profundización), Un winche de servicios para la cruceta y los baldes de profundización, winches de baja velocidad para el Galloway, Baldes de profundización, una zona de volteo de baldes; Cargadores de desmonte equipo Betsy; Perforadoras tipo convencionales (Jack leg o sinker), equipos para preparado e transporte de concreto y equipos menores de uso habitual.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.1.1 Problema General:

¿En qué medida el diseño de malla de perforación en medio banco mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?

2.1.2 Problemas específicos:

a. ¿Cómo influirá el macizo rocoso en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?

- b. ¿Cómo influirá el avance en la limpieza con equipo Betsy el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?
- c. ¿Cómo influirá el diseño de malla de perforación en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?

1.3 OBJETIVO

2.1.3 Objetivo general:

Determinar el diseño de malla en perforación de medio banco para mejorar el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210. Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

2.1.4 Objetivo específicos:

- d. Describir la influencia del macizo rocoso en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.
- e. Describir la influencia en el avance en la limpieza con equipo Betsy el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.
- f. Describir la influencia del diseño de malla de perforación en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corana S.A depende de su sistema de extracción mediante piques, Pique Mascota (Nv. 720 – Nv. 1120), Pique Central (Nv. 260 – Nv. 990) y Pique Cachi Cachi (Nv. 720 – Nv. 900), y a medida que transcurren los años estos piques van quedando obsoletos; ve que sus reservas van resultando cada vez más profundas y necesita seguir extrayendo mineral al ritmo habitual, se vio en la necesidad de profundización sus piques, sujetos a los estudios geomecánicos algunos estos pique no están calificados para ser profundizados viendo la necesidad de continuar la producción de mineral y la extracción de desmonte por ello se tomaron decisiones para evaluar y realizar el proyecto Pique Yauricocha que dará un sistema de izaje desde el Nv. 1270 al Nv. 720, para acelerar el avance de la profundización del pique Yauricocha se dan todas las facilidades.

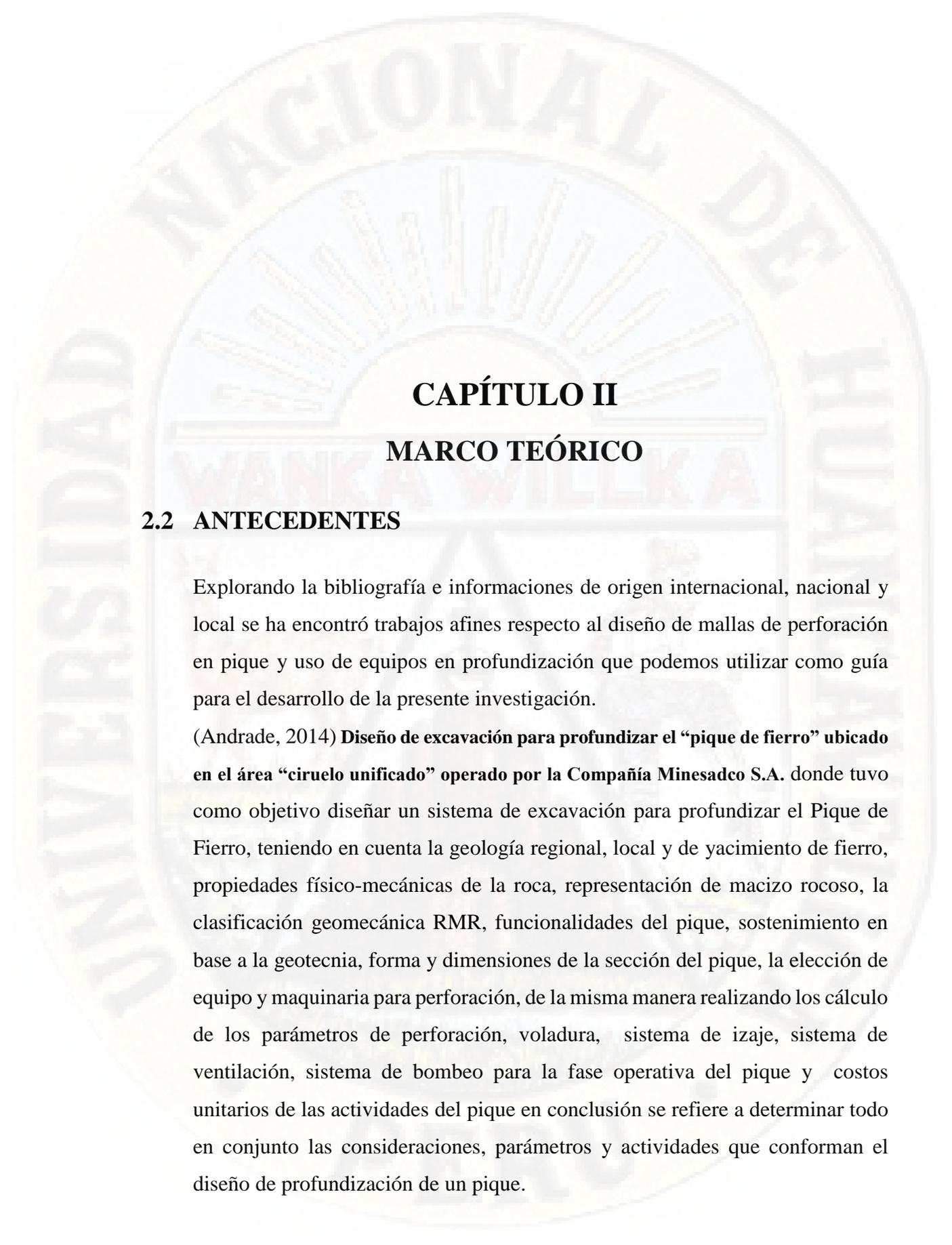
La profundización de los piques generalmente se realiza convencionalmente, limpieza a pulso donde las eficiencias en los avances no eran óptimas y seguras. La investigación nace por la necesidad de tener un buen resultado de la voladura, ya que esto fue un problema durante el carguío de desmonte a los baldes de profundización con el equipo Betsy obteniendo mayor tiempo de limpieza y esto afectando al ciclo operativo en la profundización del pique.

En el Pique Yauricocha la perforación y el cargado de los taladros no estuvieron realizando de forma correcta, la cual ocasiona a tener avances por disparo menores 80% de la longitud promedio de la perforación bancos con granulometría de distintos tamaños; esto generó a tener resultados de voladura que dificulta en la limpieza con equipos Betsy, precisamente por causa de la limitación descritas anteriormente se decide modificar la malla de perforación en medio banco en la profundización del pique para que de esta forma obtener un resultado óptimo de la voladura y mejorar la limpieza con el sistema de mecanizado (Equipo de limpieza Betsy) para evaluar la mejora en el ciclo de profundización de pique ciego.

1.5 LIMITACIONES

En el transcurso de la investigación se tuvo una serie de limitaciones:

- La insuficiente información para el proceso de la investigación debido a que dicha información en la empresa fue confidencial.
- Incompleta información en cuanto a los reportes de las operaciones del pique.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.2 ANTECEDENTES

Explorando la bibliografía e informaciones de origen internacional, nacional y local se ha encontrado trabajos afines respecto al diseño de mallas de perforación en pique y uso de equipos en profundización que podemos utilizar como guía para el desarrollo de la presente investigación.

(Andrade, 2014) **Diseño de excavación para profundizar el “pique de fierro” ubicado en el área “ciruelo unificado” operado por la Compañía Minesadco S.A.** donde tuvo como objetivo diseñar un sistema de excavación para profundizar el Pique de Fierro, teniendo en cuenta la geología regional, local y de yacimiento de fierro, propiedades físico-mecánicas de la roca, representación de macizo rocoso, la clasificación geomecánica RMR, funcionalidades del pique, sostenimiento en base a la geotecnia, forma y dimensiones de la sección del pique, la elección de equipo y maquinaria para perforación, de la misma manera realizando los cálculos de los parámetros de perforación, voladura, sistema de izaje, sistema de ventilación, sistema de bombeo para la fase operativa del pique y costos unitarios de las actividades del pique en conclusión se refiere a determinar todo en conjunto las consideraciones, parámetros y actividades que conforman el diseño de profundización de un pique.

(Farfán, 2015) **Proyecto de profundización del pique vertical 790 Oroya del nivel 11 al nivel 18 Unidad Minera Americana Cia. Minera Casapalca S.A.** Trata de la importancia de la evaluación de parámetros y selección de los sistemas de extracción de mineral, para realizar el proceso de profundización del proyecto del pique vertical 790 Oroya, analizando la ubicación del pique realizando la evaluación de las condiciones geomecánicas de la columna del pique a profundizar mediante las caracterizas del macizo rocoso, distribución de discontinuidades, esfuerzos y mapeo geomecánico de la ubicación, concluyendo en la decisión del diseño de pique y componentes de izaje, tiempo de su ejecución y sus costos unitarios y totales de construcción del pique mediante la evaluación económica y financiera de la Unidad Minera Americana Cia. Minera Casapalca S.A en lo concerniente al proyecto de profundización del pique vertical 790 Oroya, todas las decisiones de basaron en base al valor de producción y mineral, vida de la mina, costos de la operación y producción, las inversiones, cronogramas y control del proyecto mediante el cálculo del VAN y el TIR.

(Rodriguez & Subilete, 2013) **Optimización de los costos de operación según el rediseño del programa de profundización del pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada - Cia. De Minas Buenaventura S.A.A.** afirma que: Si bien cierto la profundización de un pique minero vertical siempre requiere tener mayor eficiencia en su ejecución con los criterios más óptimos con el fin de tener mayores eficiencia en la profundización del pique con un costo y tiempo menor. La infraestructura de un pique tanto en superficie y subterráneo siempre presenta complicaciones y siempre será necesario la intervención de los ingenieros durante sus operaciones. El pique N° 03 de la mina Teresita inició en el año 2007, se construyó la estación para la casa Winche que se ubica en el nivel 4370 y la profundización se realizó con limpieza manual y en la infraestructura se usó la madera en la columna del pique de la misma manera según se profundizó se está realizando la construcción de las cámaras de tolvas, dosificador y las chimeneas para los bolsillos 1 y 2. Teniendo la necesidad de realizar las exploraciones de las labores en el nv. 4040 donde el desmonte tuvo que ser izado en baldes de profundización primeramente hasta el nivel 4150 y del nivel 4150 a nivel 4370

por medio del Pique N° 02 de la mina Teresita, con los constantes los costos se sobrepasaron el presupuesto asignado para el proyecto por ello la presente investigación está enfocada en el regeneración del programa para la profundización del Pique N° 03 Mina Teresita, la reprogramación enfoca a todo el conjunto de actividades en la profundización del pique N° 03 cumpliendo con el ciclo productivo y tiempo estimada de ejecución de la misma forma con el objetivo de optimizar los costos de operación como la evacuación de desmonte, sostenimiento, perforación y voladura en pique.

(Loyola, 2013) **Construcción del pique 158e para la optimización del laboreo minero en la Unidad de Paula – CEDIMIN S.A.C.** señala que: “El objetivo primordial del proyecto del Pique 158e es extender las reservas en los niveles inferiores, además reevaluar el sistema de extracción de mineral y desmonte, el transporte de personal hacia sus labores y traslado de materiales para las distintas actividades. El Pique 158 E, se profundizó hasta la cota 4500, de acuerdo a la información de los sondajes realizados para ver la mineralización en la profundización de la mina tomaron la decisión de la continuidad a esta cota. En cada nivel se realizó cruceros transversales S-N para examinar las vetas: Nazareno, Ramal Crucero, Betty, Angélica, Liliana, etc. La profundización se amplió en un tiempo aproximado de 26 meses. Paralelamente en superficie se realizó las construcciones de bases para casa Winche y castillo.

2.3 BASES TEÓRICAS.

2.3.1 La Voladura

La voladura dentro de la minería u obras civiles es lo más interesante, porque incita a realizas cambios dependiendo al área de trabajo en nuestra industria. La voladura abarca muchas áreas como la química, física, termodinámica, la voladura se realiza para la fragmentación de la roca mediante el uso de explosivos en comparaciones de la masa rocosa. (Ames V. , 1994).

A pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas para la fragmentación de la roca, las teorías, cálculos no han sido aceptadas en su

totalidad por la misma condición del ambiente, todos los medios de voladura y tipos de material. Las investigaciones han favorecido con información útil y deducciones como parámetros para realizar una voladura eficiente. Las teorías de voladura han sido formuladas y establecidas son de pura especulación, años de experiencia en voladura con operaciones de ensayo evidenciando errores, pruebas de laboratorio, modelos matemáticos y físicos acomodados a otras disciplinas de la ciencia (Ames V. , 1994).

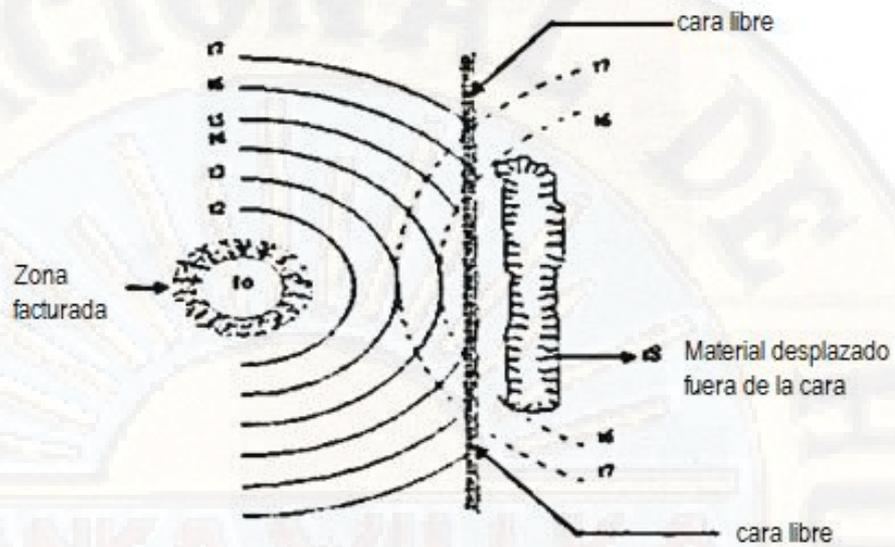
Los mecanismos de fragmentación principales han sido basados en:

- Energía de la onda de esfuerzo de compresión y tensión.
- Reflexiones de la onda de choque en una cara libre.
- Presurización del gas en la masa rocosa circundante.
- Rotura por flexión.
- Ondas de corte.
- Liberación de carga.
- Nucleación de las grietas en fallas y discontinuidades.
- Colisiones en vuelo.

2.3.1.1 Teoría de reflexión de las ondas

La teoría de reflexión de las ondas sucede cuando una onda de choque alcanza una superficie cara libre y se generan dos ondas, una onda de tracción y otra de cizallamiento. Esto sucederá cuando las grietas radiales no se han extendido más que una distancia equivalente a un tercio de la que existe desde la carga explosiva a ese espacio libre.

Ilustración 1: Teoría de reflexión



Fuente: Perforación y Voladura de Rocas I; Ames L. (2012)

Aunque la magnitud relativa de la energía agrupada a las dos ondas depende del ángulo de incidencia y de la onda de choque primaria, la onda de tracción generalmente causa la fragmentación. En las rocas las resistencias a tracción obtienen los valores de 5 y un 15% de las resistencias de la compresión (ENAEEX, 2014, pág. 13).

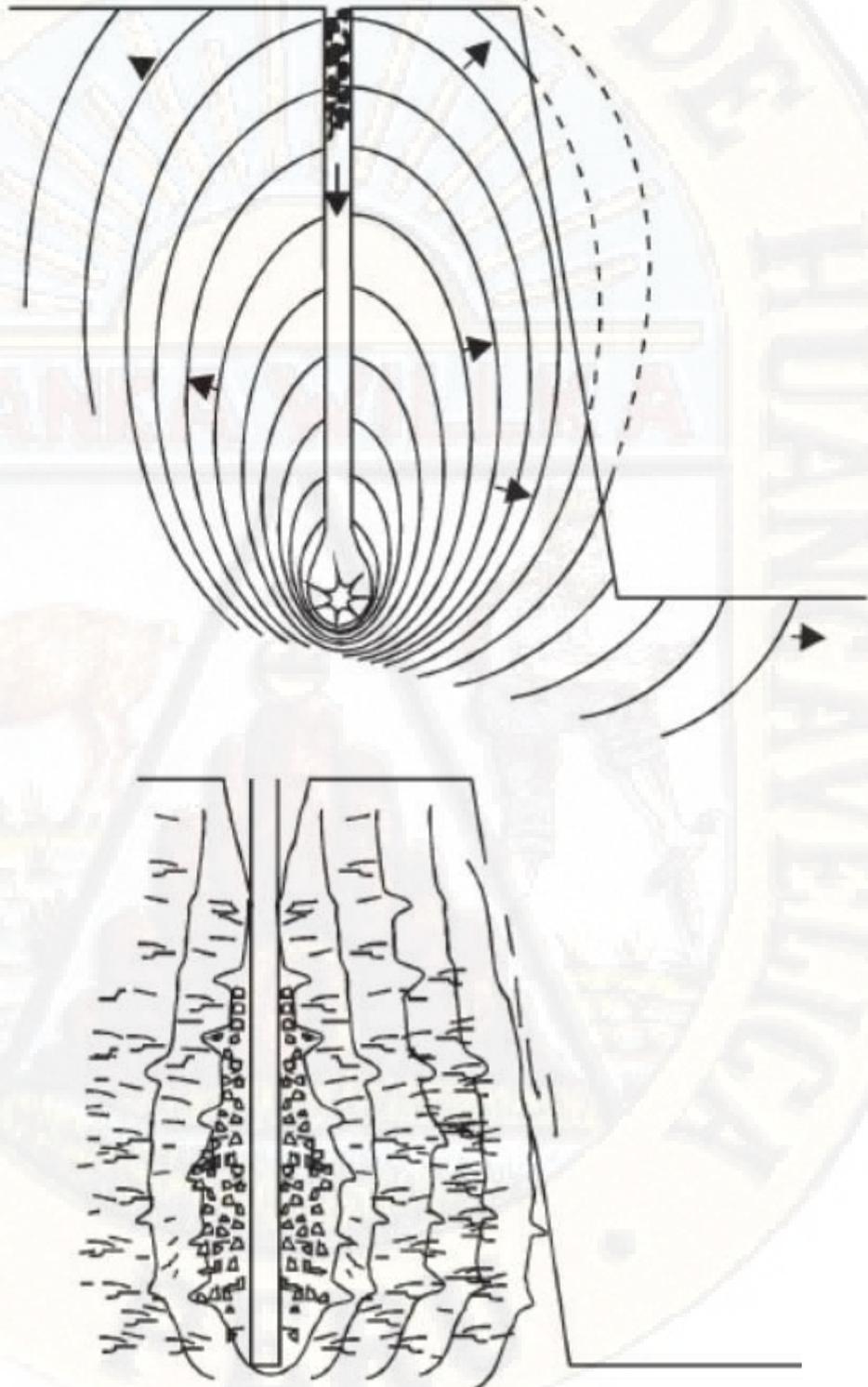
Las ondas de compresión originadas por la detonación de un explosivo se propagan mediante la roca y consiguen una cara libre, se reflejan como ondas de tracción. Las ondas de compresión agrietan mínimamente a la roca, mientras las ondas de tracción son las mayores responsables de la fragmentación y el desplazamiento del material.

2.3.1.2 Teoría de expansión del gas

Durante la detonación existe una reacción física – química del explosivo caracterizado por la velocidad de reacción y la formación de gran cantidad de productos gaseosos a elevadas temperaturas, después de la propagación de la onda de esfuerzo, producen un campo de esfuerzo alrededor del taladro que puede expandir el taladro, extendiendo grietas radiales y

penetrando en cualquier discontinuidad (ENAEX, 2014, pág. 14).

Ilustración 2: Teoría de expansión de gases



Fuente: Manual de voladura ENAEX

Son dos puntos que subraya esta teoría producidos por la presión de los gases en expansión. Primero, las grietas se inician a una distancia de 2 taladros radiales fuera del taladro y estas grietas se extienden hacia el centro del taladro y hacia la cara libre. Segundo, el desplazamiento del material fragmentado, por la acción de los gases en gran volumen, se da una vez que las grietas llegan a la cara libre. Son los gases que penetran en las discontinuidades y el impulso compartido hacia el material por la detonación, principalmente responsables del desplazamiento del material quebrado (ENAEX, 2014, pág. 14).

2.3.1.3 Teoría conminución

La conminución es un transcurso de disminución de tamaño el propósito es originar un material con una distribución de tamaños de material requeridos a partir del suministro de un materiales más gruesos.

Teoría de la conminación es una energía entregada por unidad de nueva superficie producida o cara libre, se pudo comprobar la notabilidad del consumo de energía específica como parámetro controlante en la disminución de tamaño y granulometría final del producto, se encuentra apretadamente relacionada con el grado de reducción de tamaño descubierto de las partícula. La energía requerida por unidad de nueva superficie es calculada de un modelo matemático que considera cargas dinámicas y asume que la fragmentación se debe a esfuerzos de tracción.

$$e = \frac{\sigma^2}{2E}$$

Dónde:

e = energía de deformación necesaria.

σ = resistencia a la compresión o tracción.

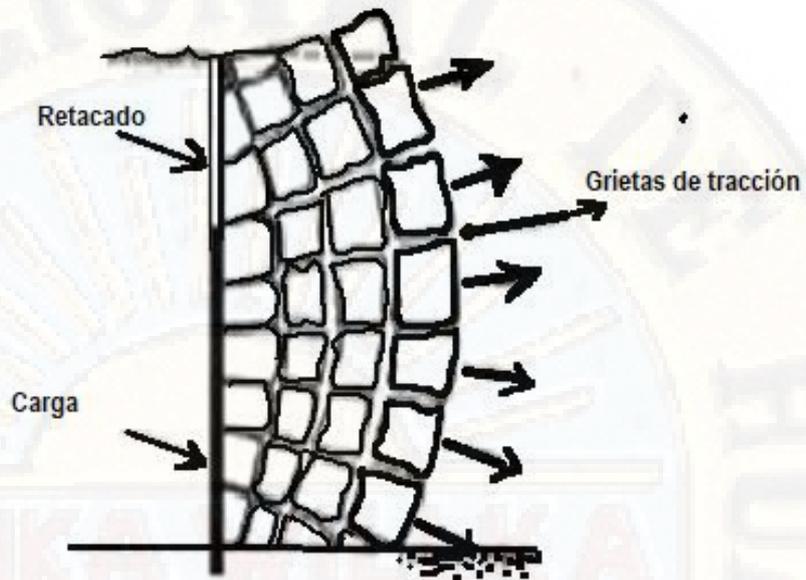
E = módulo de Young.

La energía de deformación en la fragmentación obtendrá valores diferentes de acuerdo al tipo de fuerza aplicada, porque los materiales sólidos como las rocas poseen resistencias compresivas mayores que sus resistencias a la tracción. La energía de deformación necesaria por unidad de volumen del sólido está dada por la ecuación propuesta” (Beke, 1964)

2.3.1.4 Teoría de ruptura por flexión.

Por la detonación de varias cargas simultáneamente o pequeños retardos analizamos el mecanismo de fragmentación de la roca durante y después de los mecanismos de agrietamiento radial, la presión ejercida por los gases de explosión sobre el material situado frente a la columna de explosivo hace que la roca actúe como una viga doblemente empotrada en el fondo del barreno y en la zona del retacado, produciéndose la deformación y el agrietamiento de la roca, estudios de este mecanismo de intersección entra las cargas nos demuestras que hasta el momento donde se encuentran las ondas de choque de las cargas en el taladros haciendo como una explosión única. (López & López, 2003).

Ilustración 3: Ruptura por Flexión



Fuente: “Manual de Perforación Voladura de Rocas” C. López.

2.3.2 Clasificación de las rocas.

Las rocas son de amplia variedad se clasifican en tres grupos por la amplitud de los conceptos geológicos, sólo como referencia se presenta una descripción elemental los que se las ha clasificado, por su origen y características (González de Vallejo, 2015):

A. Rocas ígneas.

Las rocas magmáticas estas se forman del magma en el interior fundido, presentándose preferentemente como intrusiones y lavas, estas se enfrían y se solidifican con un enfriamiento lento bajo la superficie.

B. Rocas sedimentarias.

Son aquellas que se formaron debido a la acumulación de detritos y fueron transportados, acumulados, precipitación química, decantación de soluciones minerales y compactados en extensas cuencas marinas durante un períodos muy largos de tiempo (González de Vallejo, 2015).

C. Rocas metamórficas.

Estas rocas son el resultado de las transformaciones por fenómenos geológicos de una gran magnitud, las rocas ígneas o sedimentarias preexistentes que han sufrido cambios estructurales bajo unas condiciones físicas y químicas en las profundidades por calor, grandes presiones. (González de Vallejo, 2015).

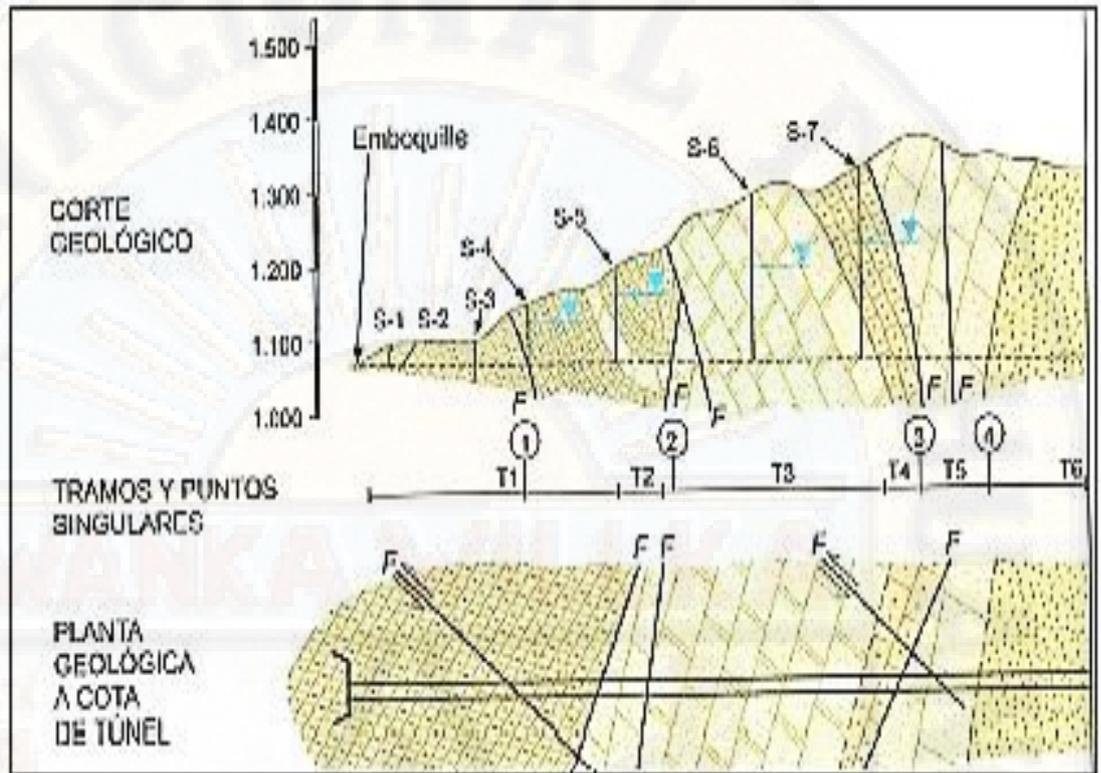
2.3.2.1 Aspectos litológicos y Geoestructurales.

Durante las excavaciones de una labor minera se presentan distintas estructuras geológicas para ello se tiene que realizar estudios y mapeos geomecánicos constantes para realizar una buena evaluación y toma de datos para así diseñar una malla de perforación para cada caso. Las rocas debido a los diversos eventos geológicos han sufrido una determinada formación geológica, por ello las rocas presentan numerosas estructuras secundarias que influyen en su fracturamiento con explosivos durante una voladura de rocas (González de Vallejo, 2015) .

Entre ellas tenemos:

- Fallas
- Contactos
- Plegamientos
- Estratificación

Ilustración 4: Ruptura por Flexión



Fuente: "INGENIERÍA GEOLÓGICA EN TERRENOS VOLCÁNICOS" Gonzales de Vallejo

Conocer las propiedades físicas y mecánicas de las rocas es importante porque influyen para realizar una voladura.

Según (González de Vallejo, 2015), existe una cadena de parámetros que se utilizan para la identificación y representación de las propiedades básicas de las rocas.

A. Propiedades físicas.

○ **Peso específico.**

En la mayoría de las rocas y los minerales tienes un peso específico y se define como peso por unidad de volumen, sus unidades son las de fuerza (Kilopodio, newton, toneladas-fuerza, etc.). En general se supone el mismo valor para el peso específico γ y para la densidad δ (masa/volumen) (Hoek & Brown, 1999).

$$\delta = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

○ **Dureza y tenacidad.**

La resistencia de una rocas y minerales para romperle cuando es golpeado es la tenacidad cuando la roca se rompe con facilidad es frágil y si resiste es tenaz. En general la dureza extiende con la densidad de la roca del empaquetamiento atómico y la disminución del tamaño de los iones. Una escala de dureza muy conocida es la de Mohs que va de 1 a 10y se basa en la facilidad de rayado de los minerales (Hoek & Brown, 1999).

B. Propiedades mecánicas de la roca.

B.1 Resistencia a compresión simple.

También es llamado resistencia uniaxial es el máximo esfuerzo que soporta una roca sometida a una aplastamiento uniaxial determinada sobre una probeta cilíndrica (Duncan, 1973).

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} = \frac{\text{Fuerza compresión aplicada}}{\text{Área de aplicación}}$$

También se puede evaluar con ensayos de carga puntual.

B.2 Resistencia a tracción.

El valor de resistencia de tracción de la masa rocosa suele variar entre 5 y el 10 % de valor de su resistencia a compresión simple, aunque para algunas rocas sedimentarias es de 14 al 16% (Duncan, 1973)

B.3 Módulo de Young o de elasticidad (E).

Para realizar un análisis de la resistencia tenemos que tener en cuenta la elasticidad de las rocas, el módulo de Young es la relación lineal elástica entre esfuerzos aplicados y la deformación causada en la dirección del esfuerzo aplicado (Guzman, 2009).

Cuanto mayor el módulo de Young mayor dificultad para romperse.

El módulo de Young (E) se define por la siguiente relación:

$$E = \frac{dF / A}{dL / L}$$

Dónde:

$dF/A = E$ es el fuerza unitario.

$dL/L = E$ es la deformación unitaria.

Tabla 1: Módulo de Young

MATERIAL	E Estático (kg/cm ²)	E Dinámico (kg/cm ²)
Granito	(1,7 – 7,7)x 10 ⁵	(1,0 – 8,4)x 10 ⁵
Diorita	(0,2 -1,7)x 10 ⁵	(2,5 - 4,4)x 10 ⁵
Dolomita	(0,4 – 5,1)x 10 ⁵	(2,2 – 8,6)x 10 ⁵
Areniscas	(0,3 – 6,1)x 10 ⁵	(0,5 – 5,6)x 10 ⁵
Grauwaca	(4,7– 6,3)x 10 ⁵	(2,3 – 10,7)x 10 ⁵

Fuente: “INGENIERÍA GEOLÓGICA EN TERRENOS VOLCÁNICOS” Gonzales de Vallejo

B.4 Coeficiente de Poisson (v).

(Cervera & Blanco, 2003) Es la relación entre la deformación transversal y axial, está definido por:

$$v = \frac{dS / S}{dL / L}$$

Dónde:

$dS/S = E$ es el cambio unitario del área.

$dL/L = E$ es la deformación longitudinal unitaria.

Entre algunos valores característicos tenemos los siguientes:

Tabla 2: Índice de Poisson

MATERIAL	Índice de Poisson (ν)
Granito	0,11 – 0,40
Diabasa	0,45- 0,12
Esquisto	0,01 – 0,31
Caliza	0,12 – 0,33
Pizarra	0,115
Arenisca	0,115 – 0,40

Fuente: "INGENIERÍA GEOLÓGICA EN TERRENOS VOLCÁNICOS"

Gonzales de Vallejo

2.3.3 Estudio geomecánico del macizo rocoso para la voladura.

Para realizar una buena voladura se tiene que considerar los datos de campo donde se realizará la voladura como la consideración de las discontinuidades estructurales que relaciona con la frecuencia de fracturas y la resistencia al cizallamiento de las mismas con el consumo específico de explosivo (CARIDE & LOPEZ, 1994, pág. 229).

2.3.3.1 Macizo rocoso

Es el conjunto de bloques de matriz rocosa y de las discontinuidades de diverso tipo que afectan al medio rocoso. Mecánicamente los macizos rocosos son medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos (González de Vallejo, 2015).

2.3.3.2 Discontinuidades

Las superficies o planos de discontinuidad de los macizos rocosos condicionan de una forma definitiva sus propiedades y comportamiento resistente, deformaciones, e hidráulico (González de Vallejo, 2015).

- a) Orientación de las discontinuidades.
- b) La resistencia de las discontinuidades
- c) Tipos de discontinuidades

2.3.3.3 Procedimiento del mapeo geomecánico

A. Registro de data en campo

Para la caracterización de la masa rocosa, se registran datos a partir del mapeo geomecánico de las labores subterráneas, que se llevará a cabo utilizando el “método directo por celdas de detalle”. Mediante este método se realizarán mediciones sistemáticas de las condiciones presentes en una estación de medición.

B. Índice de calidad de la roca “RQD”

La clasificación de RQD da valores en porcentaje al macizo rocoso, donde el más duro es 100%, este valor se obtiene con los siguientes modelos matemáticos:

$$RQD = 100 * e^{-0,1\lambda} (0,1\lambda + 1) \dots$$

Propuesto por Priest y Hudson en 1967.

Dónde:

$\lambda = N^{\circ}$ de fracturas / m lineal

Por manipuleo y diámetro del testigo tiene que ser mayor a 57.4 mm.

$$RQD = \frac{\sum \text{longitud fragmentos} \geq 10\text{cm}}{\text{longitud total perforada}} \times 100\%$$

Tabla 3: RQD de la Roca

RQD (%)	Calidad de roca
< 25	muy mala
25 - 50	mala
50 - 75	regular
75 - 90	buena
90 - 100	excelente

Fuente: “INGENIERÍA GEOLÓGICA EN TERRENOS VOLCÁNICOS”

Gonzales de Vallejo

Una vez que se conoce los parámetros geomecánicos del macizo rocoso se podrá hacer un diseño de malla de perforación adecuado.

2.3.4 Piques

Según Manual de Tronadura (ENAEEX, 2014, pág. 235) es la operación esencial en la extracción de minerales y se realiza en forma descendente y ascendente generalmente para comunicar. El personal empleado debe ser entrenado especialmente para dicha función y cada persona debe tener una responsabilidad particular que la entienda y maneje a la perfección. Los piques son labores verticales o inclinado, construidas en forma descendente de sección circular, rectangular, cuadrada o elíptica. En la construcción de piques es necesario realizar una serie de estudios para lograr una infraestructura adecuada.

El sistema de pique vertical que permite el acceso de los operarios a las zonas más profundas de un modo más rentable y rápido, extrayendo el mineral por izado de skip, bien hasta superficie, bien hasta niveles intermedios.

Por lo general en Piques, el avance se efectúa a través de estratos de diferentes durezas. Por esto se debe utilizar un diseño de perforación y tronadura capacitado para tronar rocas de diferentes durezas sin problemas.

Por ello es frecuente que ciertas minas, a medida que transcurren los años y ven que sus reservas minerales van quedando cada vez más profundas, se replanteen la sustitución de su sistema de extracción habitual por el de izado por piques.

2.3.4.1 Importancia del pique

El pique es importante en minas subterráneas porque pasan todos los suministros para la explotación tales como la ventilación, transporte de mineral, suministros y personas, electricidad, aire comprimido, agua y bombeo.

Una vez perforado admite pocas posibilidades de modificación, por lo que su adecuado diseño inicial contemplando su eficiencia durante toda su vida operativa del pique, no de la mina, es uno de los parámetros más críticos.

Dada su importancia, debe de escogerse adecuadamente su ubicación, sus dimensiones, el método de profundización, el recubrimiento de las paredes del pique, los enganches en los niveles y la maquinaria de extracción. La capacidad del pique se diseñará pensando en posibles ampliaciones de producción posteriores (Cáceda & Perez, 2015, pág. 11).

2.3.4.2 Parámetros Iniciales

La metodología seguida para diseñar los piques verticales es la siguiente:

1. Establecer el modelo geológico del yacimiento y de la roca de caja que puede tener influencia en las obras por ejecutar:
 - a. Realizar sondeos.
 - b. Realizar mapa geológico.
 - c. Determinar las características geológicas.
2. Realizar el modelo geomecánico de la zona influyente:
 - a. Ensayos sobre los testigos extraídos.
 - b. Establecer las propiedades geomecánicas de los diferentes litotipos y de las discontinuidades.
 - c. Establecer los criterios de rotura de las rocas.
 - d. Medición de las tensiones naturales del macizo rocoso.
3. Caracterizar el macizo rocoso.
4. Diseño inicial de la obra.

5. Diseño inicial del sostenimiento y del modelo matemático.
6. Análisis de los problemas que se pueden presentar.
7. Rediseñar la obra.
8. Puesta en marcha de la obra:
 - a. Establecimiento de criterios iniciales.
 - b. Organización del seguimiento y control de la obra.
 - c. Selección y adquisición de la instrumentación de control.
 - d. Determinación de las campañas de auscultación y medición.
 - e. Establecimiento de un control de calidad de ejecución de obra y de materiales empleados.

2.3.4.3 Diseño de voladura en pique

Los principios utilizados en Piques son los mismos que en túneles, pero se deben modificar por circunstancias especiales. Las ranuras más comunes son corte cilíndrico, quemado. Se efectúan generalmente en el centro de la cara. Los frentes normalmente se perforan con Jackleg (Ojeda, 2008). Generalmente, los mejores resultados se obtienen cuando el mismo ciclo de operación se repite en cada turno.

2.3.4.4 Diseño de malla de perforación para pique.

Son los trazo o diagrama de distribución de taladros diseñados mediante cálculos y parámetros ya establecidos en voladura y de la secuencia de salida de los mismos presenta numerosas alternativas dependiendo de las formas de obtener mejores resultados, de acuerdo a la naturaleza de la roca y a las características del equipo perforador, llegando en ciertos casos a ser suficientemente complejo. La operación más importante en el procedimiento de la voladura es crear la abertura en el frente de la roca que servirá como otra cara libre. Si esta etapa falla el disparo definitivamente no será exitoso (Torres, 2015).

a) Parámetros controlables y no controlables de perforación y voladura

(Ames L. , 2008) En su libro “Manual de Perforación y voladura de Rocas” hace referencia de parámetros controlables y no controlables de perforación y voladura, las cuales son:

Tabla 4: Parámetros controlables y no controlables de perforación y voladura

NO CONTROLABLES	CONTROLABLES
<i>a) Propiedades físicas de la roca</i>	Numero taladros
Densidad de la roca	Longitud de taladro
Grado de alteración	Burden
Dureza	Paralelismo de los taladros
<i>b) Propiedades geomecánicas de la roca y macizo rocoso</i>	Diámetro del taladro
Resistencia a la rotura de la roca	Tipo de explosivo
Cohesión	Factor de carga
Angulo de fricción interna	Longitud de carga explosiva
Indice de Poisson	Geometría del disparo
Clasificación RMR del macizo rocoso	Secuencia de salida
RQD de la roca	Sistema de iniciación de explosivos
<i>c) Condiciones geológicas</i>	Tipo de arranque
Fracturas	
presencia de agua	
Grado de fisuramiento	

Fuente: “Manual de Perforación Voladura de Rocas” (López J. , 2003)

2.3.4.5 Determinación de parámetros controlables para perforación y voladura en piques

A. Número de taladros

Generalmente para el cálculo del número de taladros de un frente se usan formulas empíricas o copiados de otros países, variando en los parámetros que se tiene en el área de trabajo.

- a) Formula empírica para labores horizontales (López J., 2003)

$$Nt = \frac{P}{Dt} + CxS$$

Dónde:

Nt= Numero de taladro

P= perímetro de la sección en m = $4\sqrt{S}$

S = área de la sección m^2

Tabla 5: Constantes para determinar el número de taladros

Tipo de roca	Distancia entre taladros "Dt"	Constante "C"
Roca dura, tenaz	0.50	2.00
Roca intermedia, semidura	0.60	1.50
Roca blanda, frágil	0.70	1.00

Fuente: "Ingeniería Geológica" González de Vallejo

B.- Diámetro del taladro "φ"

Diámetro de taladro es la medida de la broca que se utilizada en una perforación varia su diámetro según su aplicación requerida.

C.- Longitud de taladro

Longitud de taladro en la perforación varía según la longitud de barreno y la altura del banco, pero para tener una longitud máxima teórica se tiene que realizar una relación con la sección del pique o chimeneas donde se está trabajado, la longitud máxima del taladro será.

$$H_{Max} \leq \sqrt{As}$$

Dónde: As = Área de sección del frente

R. Holmberg plantea para el cálculo de la longitud de talado.

$$H = 0,15 + 34,1 * (D) - 39,4 * (D)^2$$

Dónde:

H = longitud de taladro, m .

D = diámetro del taladro vacío, m .

D.- Presión de detonación del explosivo “POD”

Según (López & López, 2003, pág. 444) la presión de detonación viene dada por el siguiente modelo matemático:

$$POD = 0,25 * 10 - 5 * \sigma * (VOD)^2$$

Dónde:

POD = Presión de detonación ($KBar$)

σ = Densidad de explosivo (g/cm^3)

VOD = velocidad de detonación (m/s)

E.- Burden

Es la distancia de menor resistencia a la cara libre del banco. También es la distancia desde el pie o eje del taladro a la cara libre más cercana. La distancia entre las filas de los taladros en una voladura de banco (López & López, 2003).

E.1 Nueva teoría para calcular el burden

La teoría fue sustentada en el IV (CONEINGEMMET, 2003) Esta nueva teoría consiste en un modelo matemático para diseñar malla de perforación y voladura, calculando el

área de influencia por taladro a la cual el autor llamo burden siendo este término incorrecto y fue desarrollada de la siguiente manera:

$$A_N = B = \phi * \left(\frac{PoD_{tal}}{F_s * \sigma_r * RQD} + 1 \right)$$

Dónde:

B = Diámetro del área de influencia nominal (m)

ϕ = Diámetro del taladro (m).

PoDtal

= Presión de detonación en el taladro $\left(\frac{Kg}{cm^2} \right)$.

RQD = Índice de calidad de la roca.

σ_r = Resistencia a la compresión $\left(\frac{Kg}{cm^2} \right)$.

FS = Factor de seguridad.

Tabla 6: Factor de seguridad para cálculo de burden

ÁREA	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
Factor de seguridad	6	5	4	3	2	1.5

Fuentes: Manual de practico de perforación y voladura

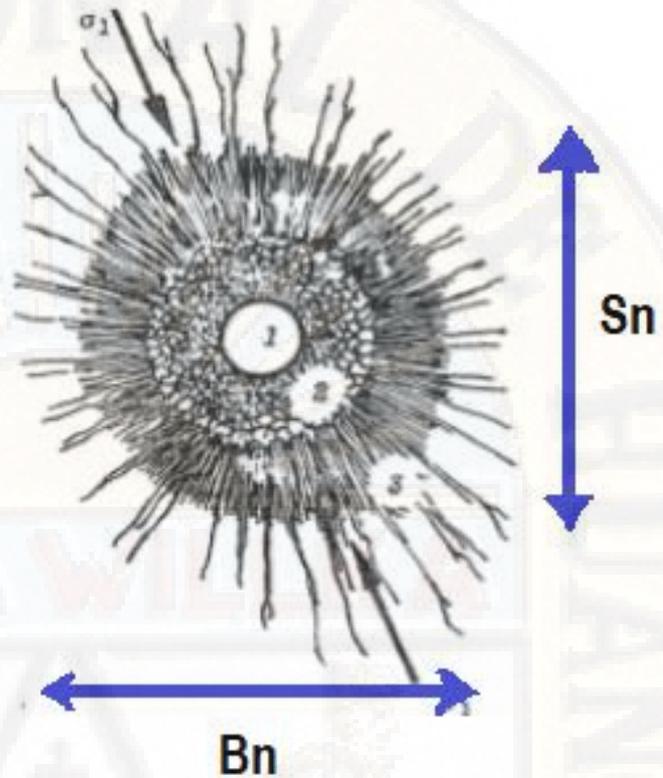
EXSA.

H.2 Área de influencia nominal “An”

El burden se calculará gráficamente con respecto a las áreas de influencia.

Según el gráfico el burden será $0,5 * B_n$.

Ilustración 5: Área de influencia del taladro



Fuentes: "Excavaciones subterráneas en roca" E. Hoek/E. Brown

2.3.5 Carguío de taladros.

2.3.5.1 Factor de carga.

El factor de carga es la relación del total de kg de explosivos para volar un metro cúbico de roca en insitu.

El factor de carga varía de 1,2 a 3,6 Kg/m³, dependiendo de las características del macizo rocoso, del tamaño de la excavación y la dirección del Pique (EXSA, 2000).

$$\text{Factor de carga (FC)} = \frac{\text{Cantidad de explosivo (kg)}}{\text{Volumen roto (m³)}}$$

Tabla 7: Factor de carga en túneles horizontales.

Área del túnel en m ²	Kilos de explosivos estimados por m ³ de roca		
	En roca dura y tenaz	En roca intermedia	En roca suave y friable
de 1 a 5	2,60 a 3,20	1,80 a 2,30	1,20 a 1,60
de 5 a 10	2,00 a 2,60	1,40 a 1,80	0,90 a 1,20
de 10 a 20	1,65 a 2,00	1,10 a 1,40	0,60 a 0,90
de 20 a 40	1,20 a 1,65	0,75 a 1,10	0,40 a 0,60
de 40 a 60	0,80 a 1,20	0,50 a 0,75	0,30 a 0,40

Fuente: Manual de practico de perforación y voladura EXSA.

2.3.5.2 Factor de carguío (Fc)

El factor de carguío está en función volumen del taladro perforado y el volumen del explosivo dentro del taladro, donde: $F_c \leq 1$ (Ojeda, 2008).

$$F_c = \frac{V_c}{V_{Tal}} = \frac{\pi * \phi_e^2 * L_e * N^{\circ} \text{cartuchos}}{\pi * \phi_{Tal}^2 * L_{Tal}}$$

Donde:

V_c = Volumen del cartucho (m³)

V_{Tal} = Volumen del taladro (m³)

ϕ_e = Diámetro del explosivo (m)

L_e = Longitud del explosivo (m)

$N^{\circ} \text{cartuchos}$ = Número de cartuchos

ϕ_{Tal} = Diámetro del taladro (m)

L_{Tal} = Longitud del taladro (m)

2.3.6 Aspectos Geomecánica para el Diseño del Pique.

La apertura de una labor subterránea altera el campo de esfuerzos existentes en el macizo rocoso al profundizarse las labores se incrementan las presiones que llegan a producir esfuerzos que exceden la resistencia de las rocas, siendo necesario instalar el sostenimiento (refuerzo o soporte).

El pique de extracción es la parte más importante en minería subterránea y por el cual sirve como servicios en la operación de la mina tales como ventilación transporte de mineral y personas.

Dada su importancia, debe de escoger su ubicación adecuadamente, diámetro, el método de profundización. La capacidad de izaje del pique se diseñará pensando en posibles ampliaciones de reducción posteriores.

2.3.6.1 Factores para el diseño del pique

Los factores que nos inducen para pensar en su construcción

1. Necesidad de extraer el mineral.
2. Reducción de costos en producción.
3. Profundización de niveles de extracción.

2.3.6.2 Formas de la sección transversal de un pique

El piques en las minas por lo normal son de forma rectangular y circular según la el tiempo de vida de la mina, pero hay piques elípticos que son raros.

Los criterios usuales para elegir entre un pique circular y rectangular son:

- a. La calidad del macizo rocoso.
- b. El tiempo de servicio de pique
- c. El destino final del pique.
- d. El material de fortificación a ser usado.

2.3.6.3 Pique de Sección Rectangular

Es la forma más empleada en minas convencionales sin embargo ofrece las siguientes desventajas:

- a. Dificultad en la formación del ángulo recto.
- b. Posibilidad de una deformación significativa de las fortificaciones en caso de rocas débiles e inestables.
- c. La mala repartición de los esfuerzos en el contorno.

Los métodos de profundización en un pique rectangular tienen dos opciones:

1. En la forma original se trabaja con equipo de madera porque ésta es muy maleable y fácil de trabajar. Pero debido a que la madera no es tan fuerte como elemento estructural.

2. De las estructuras de madera se ha evolucionado a estructuras de acero. Para trabajar con este elemento se coloca un pique rectangular con grupos de instrumentos y guías de acero. Entonces, se tiene una instalación que es difícil de alinear, pero una vez instalada es estable.

2.3.6.4 Sección Circular

Una sección circular en pique certifica una mayor estabilidad de los hastiales de la labor por se distribuyen las fuerza uniformemente.

2.3.6.5 Diseño de piques

En un pique rectangular, los cuadros de madera o de acero logran funcionar al mismo tiempo, pero se da muy poca atención al alineamiento. Los trabajadores no están especializados en instalar estos equipos.

Originalmente se pensaba que los piques rectangulares eran más baratos. En cambio, los circulares se profundizan con equipos de perforación de fase mediana y el trabajo es bastante considerable porque hay que poner diferentes instrumentos para instalarlo es costoso pero una vez que está instalado.

En cambio, los rectangulares se detendrán el algún punto a diferencia de la circular que seguirá a una misma tasa de avance. Como sabemos cuándo más tiempo tome el proyecto, es más probable que haya accidentes. Entonces tratar de ahorrar tiempo es una manera de evitar accidentes en el desarrollo del pique.

Estudios de comparación de costos entre un pique circular y rectangular arrojan que el pique circular es 10% más económico, además que tiene un 10% más de producción. Ahora debido a que los tonelajes de las minas están

aumentando se necesitan piques más grandes y en ese caso sería mejor los piques circulares.

2.3.6.6 Métodos de excavación.

La perforación de piques se realiza usando máquinas perforadoras manuales de piso, sinker y mecanizada, usando brazos hidráulicos que van montado en la plataforma de trabajo (Galloway). El uso de uno u otro método va a obedecer de la calidad de la roca de la labor, la presencia de aguas subterráneas en las labores de excavación, la sección y la longitud del pique a excavar. La longitud de perforación será variable, pero normalmente varía de 1,20 a 2,40 m. con perforación manual con máquinas sinker y de 1,60 a 3,20 m. cuando se utilizan brazos de perforación electro hidráulicos o también llamados jumbos de pique (Salinas, 1998).

2.3.6.6.1 Método convencional.

En este método la limpieza de banco se realiza el carguío del material de roca derivado de la voladura con personal y herramientas al balde de profundización.

En método convencional se emplea en pique se menor sección donde no hay la posibilidad de instalar un equipo de limpieza. En un método que con lleva mayores riesgos al personal y de baja productividad.

2.3.6.6.2 Métodos Mecanizados

Corresponden a métodos de carguío del material de rocas provenientes de las voladuras realizadas con equipos especialmente diseñados para cargar al balde o skip de profundización, y que son accionados por aire comprimido y energía eléctrica o hidráulica y son accionados para movilizarse en el área por un operador que esta habitualmente

ubicado en la plataforma de trabajo (Galloway) (Salinas, 1998, pág. 89).

Los métodos de carguío de profundización de piques más usados son:

a) Clamshell.

Este equipo corresponde a una unidad de carguío accionada por aire comprimido y que opera suspendida de la plataforma de trabajo y es accionada por un winche neumático en las fases de tomar la roca fragmentada desde el fondo del pique, levantarla y colocarla dentro del balde. La cuchara de carguío es de 3 partes y se abre y cierra por medio de pistones neumáticos (Salinas, 1998, pág. 89).

El Clamshell es usado normalmente en la etapa de construcción del collar del pique, suspendido de la pluma de un camión grúa Jo que le da el movimiento radial para alcanzar todos los sectores de la sección del pique (Salinas, 1998, pág. 89).

La utilización del equipo Clamshell es preferentemente en piques de sección rectangular y su autonomía será coherente con el ancho del pique (Salinas, 1998, pág. 89).

La capacidad de la cuchara del Clamshell es de 0,3 a 0,5 m³ y su rendimiento es de 25 a 35 tn/hora.

b) Cryderman (Betsy).

Es un equipo con los mismos fundamentos de carguío con la demostración que los cables de operación se han reemplazados por cilindros neumáticos pistones que facilita su aplicación en diferentes secciones de excavación de un pique. La cuchara del equipo está formada por dos partes equivalentes y la operación de apertura y cierre se realiza

por medio de dos cilindros accionados por aire comprimido a cada pistón neumática (Salinas, 1998, pág. 90).

Con respecto a la ubicación del equipo en la columna del pique se posiciona en un lugar adecuado para realizar el carguío donde pueda alcanzar la sección completa del pique para realizar la limpieza, mediante un boom central y retráctil nos permite el acercamiento o alejamiento de la cuchara al punto de carguío. En la operación de voladura, el equipo es izado dentro de la plataforma de trabajo.

El Cryderman no se limita es posible su utilización en cualquier tipo de sección (Salinas, 1998, pág. 90).

Cuadro 1: Tipos de Cryderman

Descripción	Unidad	Modelos		
		Betsy	Herman	Brutus
Capacidad de Balde	m ³	0.143	0.287	0.573
Rendimiento	m ³ /min	0.57 - 0.85	1.13 - 1.42	1.84 - 2.27

Fuente: Construcción de túneles, pique y chimeneas – (Salinas, 1998)

2.3.7 Perforación y Voladura en Piques.

Los métodos de construcción de piques se realizan por los siguientes métodos:

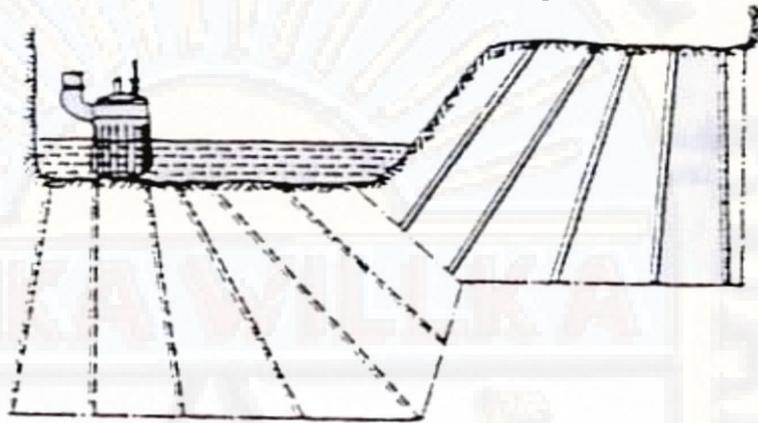
1. Método en espiral
2. Método de banqueo
3. Métodos de sección completa

2.3.7.1 Perforación por Banqueo.

Es una técnica usada habitualmente para piques circulares o rectangulares y consiste en realizar la excavación en un sector del área del pique, dejando el piso del pique en desnivel, ya que esta práctica ayuda con la acumulación de las aguas de perforación e infiltraciones naturales del terreno (Salinas, 1998).

Este método de perforación se realiza alternando los bancos de perforación en uno y otro sector, llevando siempre un área de perforación seca donde se tiene la visibilidad más clara de los taladros y asegurar un buen carguío asegurando un buen funcionamiento de los explosivos.

Ilustración 6: Perforación Método Banqueo

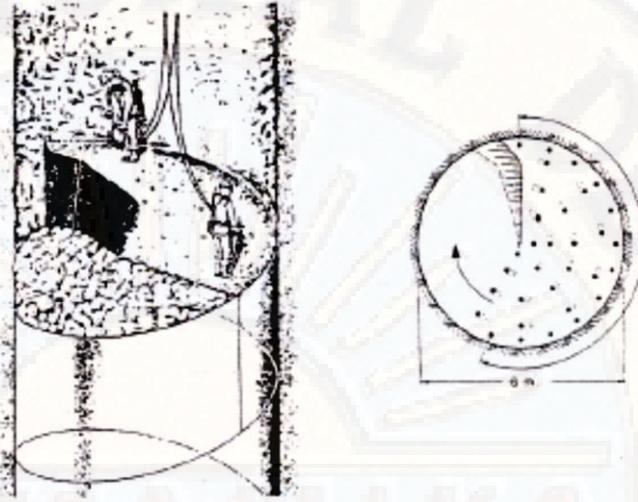


Fuente: Construcción de túneles, piques y chimeneas (Salinas, 1998)

2.3.7.2 Método de Espiral

Se empleó primeramente en Suecia y método empleado en sección de pique circular y consiste en excavar el fondo del pique en forma de un espiral, cuyas características dependerá del diámetro del pique y el tipo de terreno de donde realizará la excavación, para realizar la voladura en esta sección de mayor diámetro del pique en espiral se incrementa el tiempo que exige efectuar una voladura en sección completo.

Ilustración 7: Perforación Método Espiral.



Fuente: Manual de perforación y voladura de rocas (CARIDE & LOPEZ, 1994)

Los taladros se perforan paralelos y con la misma longitud según un diseño de malla de perforación, ya que siempre estará presente una cara libre en posición descendente (CARIDE & LOPEZ, 1994, pág. 325).

2.3.7.3 Ventajas del Método Espiral:

- Alto rendimiento y bajo costo.
- No se requiere perforistas de gran experiencia.
- Son sencillos los esquemas de perforación y voladura.

2.3.7.4 Método de Sección Completa en pique

En método de sección completa del pique se realiza una mayor cantidad de perforación de taladros con respecto a un arranque con taladro rimado o en base a una chimenea piloto usado como cara libre, como se realiza en los frentes horizontales

Los tipos arranque en este método son: con cuele en “V”, cónico, paralelo y con barrenos de expansión con cuele.

2.4 BASES CONCEPTUALES.

2.4.1 Diseño de malla de perforación

El diseño de una malla de perforación en un frente determinado en la operación minera consiste para el movimiento y fragmentación del macizo rocoso de su estado de reposo a una fase de material fracturado, el fracturamiento del macizo rocoso mediante la voladura vienen a ser el resultado de la detonación de explosivos, que son cargadas en taladros perforados de acuerdo al diseño de las mallas de perforación que son previamente diseñados (Bustillos & López, 1990).

Tomando en cuenta los factores que tiene una influencia concluyente de los resultados:

- El macizo rocoso
- El explosivo
- La geometría del diseño

Para hacer el diseño de malla en el pique se toman una serie de factores geomecánicos, por que la geología en la columna del pique es muy variado. Por ello la malla de perforación sera variable en cada uno de los diseños. Las variables que se toman en consideración son las siguientes:

2.4.1.1 Variables no controlables.

Se identifican por su gran aleatoriedad y entre ellas se tiene:

- Propiedades físicas del macizo rocoso.
- Propiedades elásticas o de resistencia dinámica del macizo rocoso.
- Condiciones geológicas insitu.

2.4.1.2 Variables controlables.

Geométricas

- Profundidad de los taladro.
- \emptyset de taladro.
- Burlen(B).

- Espaciamiento o piedra.
- Longitud de carga explosiva en el taladro.
- Taco.

Físico-químicas

- Tipo de mezcla explosiva.
- Densidad del explosivo.
- Tipo y tiempos de retardos.
- Tipos y secuencias de salida.
- Parámetros de detonación.
- Parámetros de explosión.

2.4.2 Perforación en metodo de banqueo (pique)

La perforación de las rocas del banco es la primera operación que se realiza en la profundización del pique minero; tiene como propósito realizar taladros, con una distribución geométrica adecuada en el área del medio banco para su posterior carguio con los explosivos teniendo en cuenta el factor de carga y los accesorios de iniciación (Salinas, 1998).

2.4.2.1 Tipos de perforación.

Perforación Manual. Se realiza con equipos ligeros manipulados a mano por los perforistas. La perforación de piques se realiza usando máquinas, sinker por ser perforaciones verticales (en negativo).

Perforación Mecanizada. Los equipos de perforación van montados sobre estructuras (galloway), se utilizan brazos de perforación electro hidráulicos o también llamados jumbos de pique con los que el operador puede controlar todos los parámetros de la perforación.

2.4.3 Voladura en pique.

La voladura en pique se realiza con un sistema de iniciacion eléctrico bancos, desde los niveles superiores utilizando faneles electricos, garantizando la seguridad de personal, para se tiene que tener en cuenta

todos riesgo antes de instalar en cable del explosor, la revisión lo realiza un electricista en la columna del pique.

2.4.4 Limpieza con equipo Betsy

Método de Banqueo (Medio banco).

Este método es adecuado para piques de sección rectangular o cuadrada. Consiste en perforar en cada avance la mitad del piso(medio banco). Primero el que se halla a una mayor altura, dejando a la otra mitad como cara libre o con la finalidad de usar para el bombeo de agua, de ser el caso. La Limpieza del desmonte fragmentado se realiza mediante el equipo cryderman (betsy) brazo metálico utilizado para levantar bloques de roca al balde de profundización (Salinas, 1998, pág. 90).

El método de banqueo forma unos gradines rectos o pequeños bancos, donde la perforación se realiza manualmente..

2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Avance

Mejorará de resultados en un determinado tiempo.

Eficiencia

Capacidad de lograr un objetivo usando en un mínimo tiempo o recursos.

Explosivo

Son compuestos químicos que requieren de un iniciador para reaccionar y generar gases con altas temperaturas y presión causando un efecto destructivamente.

Frente

Superficie libre para una voladura con la participación de personal, maquinas realizando avances en una galería o crucero, aplicando la perforación y voladura.

Betsy

Equipo de limpieza utilizado en labores verticales.

Galloway

Plataforma de trabajo construido de metal puede ser de 2 o más pisos. También llamado castillo de profundización.

Balde

Recipiente de forma cilíndrica, metálico, con cadenas en la boca y en la base.

Diseño

Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

Proyecto

Un proyecto es un prospecto que es programado y definitivo con tiempos, materiales; para ser desarrollado con un presupuesto y tiempo establecido.

Malla

En minería es la forma de distribución geométrica de taladros en un determinado área considerando el espaciamiento y burden para la perforación.

Perforación

Es realizar unas aberturas cilíndricas destinadas para colocar el explosivo y sus accesorios.

Burden

Es la distancia entre el taladro y la cara libre más próxima. También denominado piedra, o línea de menor firmeza a la cara libre del banco.

Espaciamiento

Distancia entre los taladros, perpendicular al burden para obtener resultados óptimos de distribución de energía cuando el espaciamiento es semejante a la dimensión del burden

Voladura

Rotura de la roca mediante una explosivos confinados en barrenos o adosados a su superficie.

Subterráneo

Excavación creada por el hombre debajo de la superficie de la tierra.

Malla de perforación

Es el número de taladros de perforación realizados en un área de trabajo.

Limpieza

Evacuación de carga después de una voladura de un frente de trabajo usando equipos o manualmente.

Banco

Los recortes en piso a lo largo de los cuales se ejecuta el minado en una mina de tajo abierto y en pique.

Profundización:

La profundización es un movimiento paralelo al de la ampliación y a menudo se ha presentado como una premisa de la misma.

Pique

Es una labor minera que es construido sobre terreno estéril con un determinado ángulo de inclinación o verticalmente compuesto de bolsillos y pockets. Dividido con niveles en un rango de 45 a 55 metro por nivel.

Estaciones:

Cámara de una altura condenable en los niveles principales del pique (generalmente cada 50 metros) que sirve de acceso al pique de las labores horizontales, con determinada altura que permita el ingreso de todo tipo de materiales.

Broca

Son los aceros que se usa para realizar una perforación de un taladro, habitualmente hecha de un material altamente duro como diamante industrial o carburo de tungsteno.

Roca

Parte de la corteza terrestre con combinación natural de minerales y con características geomecánicas, químicas y físicas.

Costo

Son gasto económico generado para producir o adquirir unos bienes o la oferta de un servicio.

Gasto

Son los costos para producir un beneficio.

Diseño de Malla de Perforación

Esquema donde se indica la distribución de los taladros en un área determinada calculada con respecto a los estudios geomecánicos del macizo rocoso.

Voladura Subterránea

Las voladuras que se realizan en interior mina empleando explosivos y accesorios definitivos para no afectar el macizo rocoso que quede en el área de trabajo considerando la eficiencia y económico.

Paramentos de roca

Características determinados como variables incontrolables, los cuales tenemos:

- Las propiedades físicas, (densidad, dureza, tenacidad, porosidad)
- Condición geológica (textura, presencia de agua, etc.).

Parámetros de explosivo

Son variables controlables como las propiedades físicas o químicas de los explosivos como la densidad, presión de detonación, velocidad de detonación, energía del explosivo, sensibilidad, volumen de gases.

Parámetros de carga

Son variables que se tiene en cuenta durante el diseño de la malla de perforación y voladura los cuales son: densidad de carga, diámetro del taladro, acoplamiento, longitud del talado, longitud de carga, confinamiento.

2.6 HIPÓTESIS.

2.6.1 Hipótesis general:

El diseño de malla de perforación en medio banco mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

2.6.2 Hipótesis específicos:

- a. El macizo rocoso influirá en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.
- b. El diseño de malla de perforación en medio banco influirá en el avance de la limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique

Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

- c. El diseño de malla de perforación influirá en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

2.7 VARIABLES

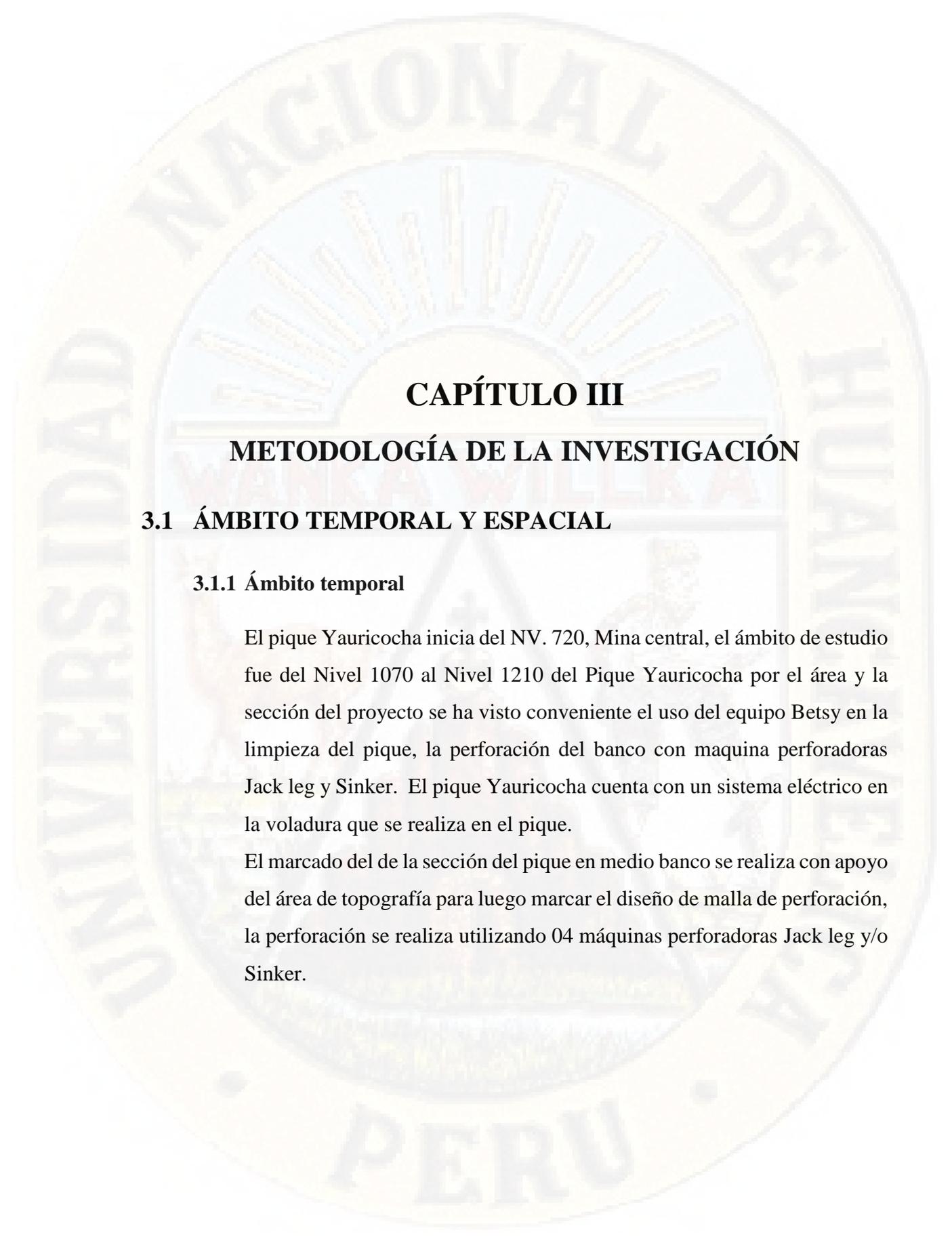
Univariable: Diseño de malla de perforación en medio banco.

2.8 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 8: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
Diseño de malla de perforación en medio banco.	Macizo rocoso	Niveles de competencia de la roca.	Competente (Mpa) Mediamente Competente(Mpa) Incompetente(Mpa)	Numérica
	Malla de perforación	Sección del pique Numero de taladros Burden. Espaciamiento	m ² Und. m m	Numérica
	Tiempo	Minutos, segundos	Min Seg.	Numérica

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

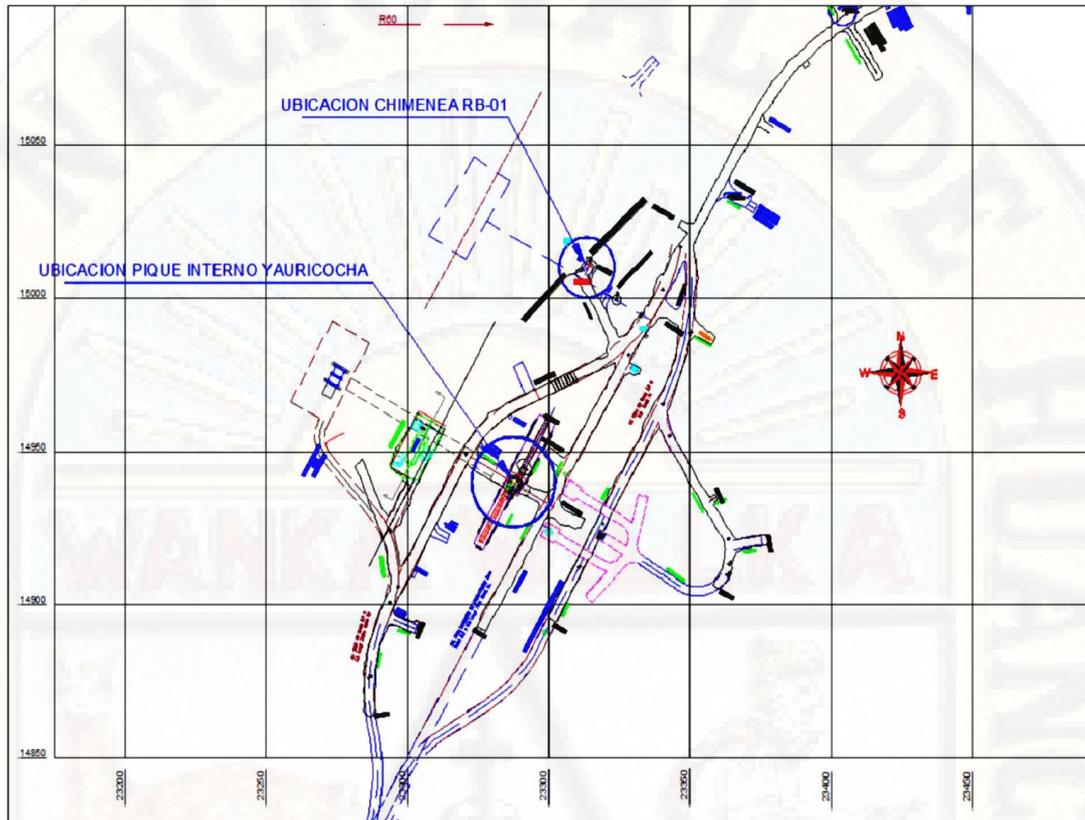
3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

3.1.1 Ámbito temporal

El pique Yauricocha inicia del NV. 720, Mina central, el ámbito de estudio fue del Nivel 1070 al Nivel 1210 del Pique Yauricocha por el área y la sección del proyecto se ha visto conveniente el uso del equipo Betsy en la limpieza del pique, la perforación del banco con maquina perforadoras Jack leg y Sinker. El pique Yauricocha cuenta con un sistema eléctrico en la voladura que se realiza en el pique.

El marcado del de la sección del pique en medio banco se realiza con apoyo del área de topografía para luego marcar el diseño de malla de perforación, la perforación se realiza utilizando 04 máquinas perforadoras Jack leg y/o Sinker.

Plano 1: Ubicación de pique Yauricocha Nv. 720 interior mina.



Fuente: Área de topografía – SMCSA- Yauricocha 2018.

3.1.2 Ámbito espacial

La Unidad de Acumulación Yauricocha de la Empresa Sociedad Minera Corona S.A; políticamente pertenecen a los Distrito de Alis y Laraos, Provincia de Yauyos, departamento de Lima el área de la mina está a 4600 msnm.

Su ubicación geográfica está determinada por las siguientes coordenadas UTM:

N: 8 639 000

E: 422 000

La Unidad de Acumulación Yauricocha está ubicada en el flanco este de la cordillera occidental de los andes del centro del Perú, a 12 Km al oeste de la divisoria continental y a los 60 Km al sur de la estación de Pacasmayo

del FF.CC en las nacientes de uno de los efluentes del río cañete, en el que desemboca en el océano pacífico.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Según la intervención del Investigador:

- Mi investigación es de tipo **Observacional** porque no existe manipulación de variables.

3.2.2 Según la planificación de la toma de datos

- Mi investigación es de tipo **Prospectivos** por que los datos fueron recogidos a intención el investigador.

3.2.3 Según el número de ocasiones en que mide la variable de estudio

- Mi investigación es de tipo **Longitudinal** porque mi variable de estudio es medida en dos o más tiempos.

3.2.4 Según el número de variables de interés

- Mi investigación de tipo **Descriptivo** porque el análisis estadístico es univariado.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- El nivel de investigación es **Descriptivo** porque describe problema en circunstancia fijas para luego aportar una explicación satisfactoria en el diseño de malla en la voladura.

3.4 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

3.4.1 Población

Pique Yauricocha en Unidad de Acumulación Yauricocha - Sociedad Minera Corona S.A.

3.4.2 Muestra

Considerando el alcance citado en la presente investigación, la muestra es el Nivel 1070 y Nivel 1210 Pique Yauricocha.

3.4.3 Muestreo

Se consideró el tipo de muestreo probabilístico.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.5.1 Técnicas:

- Observación
- Medición.

3.5.2 Los instrumentos:

- Planos
- Libreta de apuntes.
- Equipos topográficos
- Cronómetros
- Spray.

3.6 TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.

Se realizó en forma manual, electrónica con ayuda de software.

- Trabajo de campo
- Análisis e interpretación de datos
- La tabla creada en el Excel
- También se utilizará el AutoCAD y SketchUp.

CAPÍTULO IV

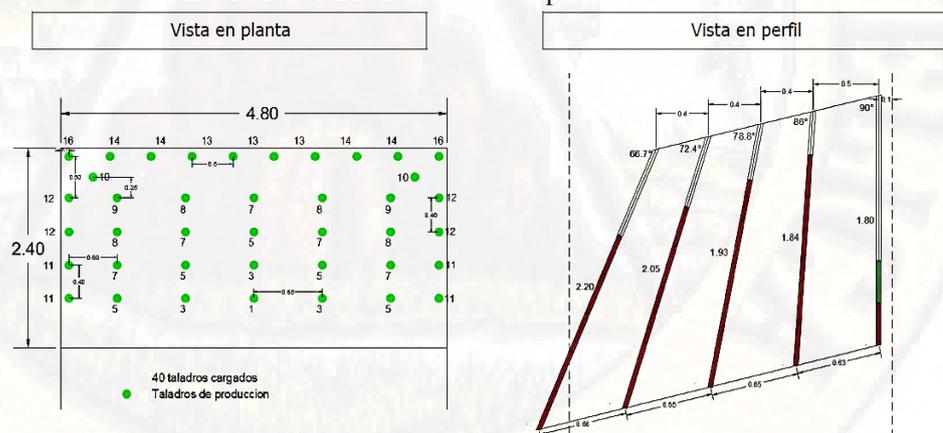
PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.

4.1.1 Diseño de malla 01

Con la aplicación del diseño de malla 01, los resultados de las voladuras no favorecían en la limpieza con el equipo Betsy, esto conllevó a incrementar el tiempo de la limpieza afectando el ciclo operativo en la profundización del pique, se presenta el diseño de malla usado:

Ilustración 8: Diseño de malla de perforación inicial



Diseño aplicado antes de implementar el nuevo diseño de malla de perforación

Fuente: Área de topografía Dc. Mining

Diseño de malla de perforación en medio banco (2.4m x 4.8 m) con una longitud de perforación en el contorno de 1.8 el Pique Yauricocha de una

sección completa 4.80 x4.80. Factor de carga por voladura 1.98 (kg/m3).
Aprobado por la empresa minera.

Cuadro 2: Distribución de explosivos por disparo

Secuencia de salida	DISTRIBUCION DE TALADROS			PARA 6 PIES										ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL EXPLOSIVO			
				CARTUCHOS EMULNOR 1000		CARTUCHOS EMULNOR 3000		CORDON DETONANTE		TOTAL EXPLOSIVO	DENSIDAD DE CARGA	ITEM	Und				Valor
	Denominacion	Cargados	Vacios	1 1/8" x 12"		1 1/8" x 12"		1 1/4" x 12"						80P	3P	Kg	
1		2	0	0	0	5	10	0	0	0	0	0	2.193	1.096	Emulnor 1000 11/8" x 12"	Kg/cartucho	0.216
2		2	0	0	0	5	10	0	0	0	0	0	2.193	1.096			
3		3	0	0	0	5	15	0	0	0	0	0	3.289	1.096	Emulnor 3000 11/8" x 12"	Kg/cartucho	0.219
4		4	0	0	0	5	20	0	0	0	0	0	4.386	1.096			
5		4	0	0	0	5	20	0	0	0	0	0	4.386	1.096	Emulnor 3000 11/4" x 12"	Kg/cartucho	0.266
6		3	0	0	0	5	15	0	0	0	0	0	3.289	1.096			
7		4	0	0	0	4	16	0	0	0	0	0	3.509	0.877			
8		4	0	2	8	0	0	0	0	1.8	7.2	0	2.495	0.624			
9		4	0	2	8	5	0	0	0	1.8	7.2	0	2.495	0.624	Cordon detonante 80P	g/m	107
10		2	0	0	0	4	8	0	0	0	0	0	1.754	0.877			
11		3	0	2	6	0	0	0	0	1.8	5.4	0	1.871	0.624			
12		4	0	2	8	0	0	0	0	1.8	7.2	0	2.495	0.624			
13		2	0	2	4	0	0	0	0	1.8	3.6	0	1.247	0.624			
15		2	0	2	4	0	0	0	0	1.8	3.6	24	1.343	0.672	Cordon detonante 3P	g/m	4
TOTAL CARGADOS		43	0	-	38	-	114	-	0	-	34.2	24	36.945	-			

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Análisis de datos obtenidos

Datos tomados en campo del carguío con equipo Betsy a los baldes de profundización (1.80 m3 de capacidad) por guardia, obteniendo demoras por el tamaño de los bancos e incrementando la cantidad de viajes que realiza el boom para el llenado de los baldes.

Tabla 8: Tiempos llenado de baldes de profundización por número de cucharas del equipo Betsy.

NUMERO DE CUCHARAS/BALDE							
BALDEN#01		BALDEN#02		BALDEN#03		BALDEN#04	
N° DE CUCHARAS	TIEMPO DE CARGA						
1	0:00:19	1	0:00:18	1	0:00:16	1	0:00:16
2	0:00:19	2	0:00:16	2	0:00:15	2	0:00:19
3	0:00:18	3	0:00:19	3	0:00:18	3	0:00:19
4	0:00:15	4	0:00:16	4	0:00:15	4	0:00:18
5	0:00:16	5	0:00:15	5	0:00:16	5	0:00:19
6	0:00:15	6	0:00:19	6	0:00:15	6	0:00:16
7	0:00:18	7	0:00:19	7	0:00:18	7	0:00:18
8	0:00:15	8	0:00:16	8	0:00:14	8	0:00:17
9	0:00:16	9	0:00:19	9	0:00:16	9	0:00:16
10	0:00:15	10	0:00:18	10	0:00:18	10	0:00:18
11	0:00:19	11	0:00:18	11	0:00:18	11	0:00:18
12	0:00:16	12	0:00:17	12	0:00:18	12	0:00:16
13	0:00:14	13	0:00:16	13	0:00:17	13	0:00:16
14	0:00:17	14	0:00:18	14	0:00:16	14	0:00:15
15	0:00:16	15	0:00:18	15	0:00:18	15	0:00:16
16	0:00:16	16	0:00:16	16	0:00:18	16	0:00:19
17	0:00:19	17	0:00:18	17	0:00:19	17	0:00:16
18	0:00:16	18	0:00:16	18	0:00:16	18	0:00:15
19	0:00:18	19	0:00:15	19	0:00:15	19	0:00:14
20	0:00:16	20	0:00:16	20	0:00:19	20	0:00:16
21	0:00:15	21	0:00:15	21	0:00:18	21	0:00:19
22	0:00:16	22	0:00:19	22	0:00:16	22	0:00:19
23	0:00:16	23	0:00:16	23	0:00:19	23	0:00:16
24	0:00:19	24	0:00:19	24	0:00:19	24	0:00:15
25	0:00:16	25	0:00:19	25	0:00:19	25	0:00:19
26	0:00:19	26	0:00:16	26	0:00:16	26	0:00:19
27	0:00:19			27	0:00:19	27	0:00:18
28	0:00:16			28	0:00:19		
29	0:00:18			29	0:00:16		
				30	0:00:18		
PROMEDIO	0:00:17	PROMEDIO	0:00:17	PROMEDIO	0:00:17	PROMEDIO	0:00:17
T. TOTAL(=n)	0:08:07	T. TOTAL(=n)	0:07:27	T. TOTAL(=n)	0:08:34	T. TOTAL(=n)	0:07:42

TIEMPO DE CARGUÍO A LOS BALDES DE PROFUNDIZACION													
	GUARD.01	GUARD.02	GUARD.03	GUARD.04	GUARD.05	GUARD.06	GUARD.07	GUARD.08	GUARD.09	GUARD.10	GUARD.11	GUARD.12	TOTAL
PROMEDIO	0:00:17	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:17	0:00:18	0:00:17	0:00:19	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:18	0:00:17
T. TOTAL(Seg)	0:07:42	0:08:12	0:07:51	0:08:07	0:07:47	0:07:58	0:07:47	0:07:58	0:08:34	0:07:50	0:07:52	0:07:55	0:07:58

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un tiempo promedio de 00:00:17 por viaje del boom del equipo Betsy y realizando el carguío de un balde con un tiempo promedio de 00:07:58.

Tabla 9: Tiempo por número de viajes realizados en guardias.

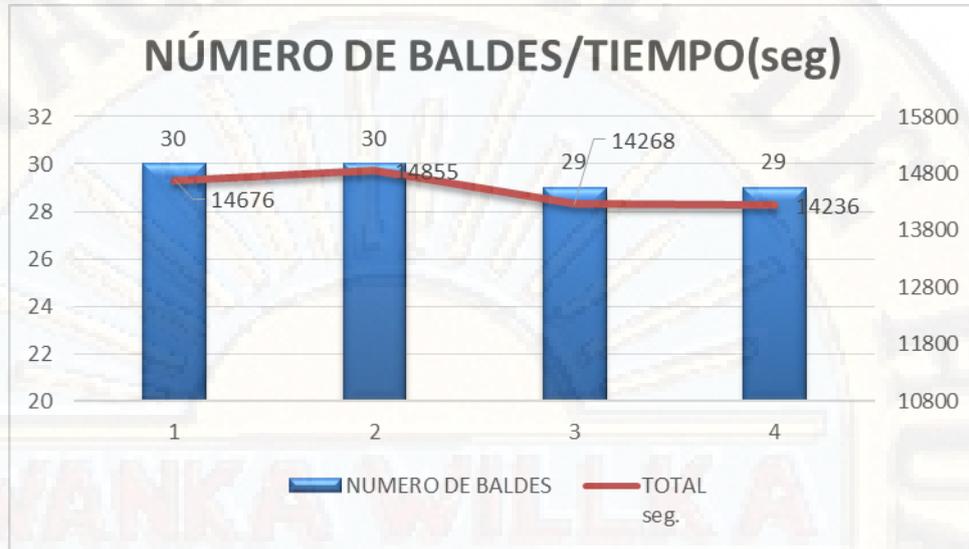
NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 01		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02	
N° DE BALDES	TIEMPO POR VIAJE						
1	0:08:12	1	0:09:21	1	0:07:52	1	0:08:45
2	0:07:27	2	0:08:15	2	0:09:05	2	0:07:55
3	0:07:36	3	0:08:45	3	0:07:36	3	0:08:32
4	0:07:19	4	0:07:52	4	0:07:19	4	0:07:19
5	0:07:29	5	0:07:27	5	0:08:28	5	0:08:28
6	0:08:32	6	0:08:32	6	0:08:32	6	0:08:32
7	0:08:14	7	0:08:14	7	0:08:14	7	0:07:42
8	0:08:25	8	0:08:25	8	0:08:25	8	0:07:29
9	0:08:15	9	0:08:15	9	0:08:15	9	0:08:25
10	0:08:45	10	0:08:45	10	0:08:45	10	0:07:52
11	0:07:55	11	0:07:55	11	0:07:55	11	0:07:55
12	0:09:21	12	0:09:21	12	0:09:21	12	0:09:21
13	0:07:58	13	0:07:58	13	0:08:15	13	0:08:15
14	0:08:35	14	0:08:32	14	0:08:45	14	0:08:45
15	0:07:53	15	0:08:18	15	0:07:55	15	0:07:55
16	0:08:11	16	0:07:42	16	0:08:32	16	0:08:32
17	0:07:46	17	0:07:29	17	0:08:18	17	0:08:18
18	0:09:55	18	0:08:25	18	0:07:42	18	0:07:42
19	0:07:52	19	0:07:52	19	0:08:10	19	0:08:10
20	0:07:27	20	0:07:27	20	0:07:44	20	0:07:44
21	0:08:29	21	0:08:29	21	0:08:29	21	0:08:29
22	0:07:41	22	0:08:14	22	0:07:41	22	0:07:41
23	0:07:12	23	0:08:25	23	0:07:12	23	0:07:12
24	0:07:48	24	0:08:15	24	0:07:48	24	0:07:48
25	0:09:05	25	0:08:45	25	0:09:05	25	0:09:05
26	0:07:47	26	0:07:55	26	0:07:47	26	0:07:47
27	0:08:32	27	0:08:32	27	0:08:32	27	0:08:32
28	0:08:18	28	0:08:18	28	0:08:18	28	0:08:18
29	0:07:42	29	0:07:42	29	0:07:48	29	0:07:48
30	0:08:55	30	0:08:10				
PROMEDIO	0:08:09	PROMEDIO	0:08:15	PROMEDIO	0:08:12	PROMEDIO	0:08:09
T. TOTAL (hr)	4:04:36	T. TOTAL (hr)	4:07:35	T. TOTAL (hr)	3:57:48	T. TOTAL (hr)	3:56:16

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de limpieza con equipo Betsy después de una voladura con el diseño de malla de perforación (01) en medio banco en el pique es de 4:01:34 Hrs. Promedio.

Por lo tanto se determinó realizar un mapeo geomecánico del área de trabajo para continuar con el banquea en la profundización del pique y efectuar una modificación en el diseños de malla de perforación que ayude a mejorar en la limpieza del banco.

Gráfico de numero de baldes por guardia en función del tiempo con diseño de malla 01.



Fuente: Elaboración propia

- La grafica del diseño de la malla de perforación 01, muestra que en la guardia 1, se limpiaron 30 baldes de aproximadamente 54 m³ de desmonte, en un tiempo de 15676 segundos.
- En la guardia 2 se limpiaron 30 baldes de aproximadamente 54 m³ de desmonte, en un tiempo de 14855 segundos.
- En la guardia 3 se limpiaron 29 baldes de aproximadamente 52.2 m³ de desmonte, en un tiempo de 14268 segundos.
- En la guardia 4 se limpiaron 29 baldes de aproximadamente 52.2 m³ de desmonte, en un tiempo de 14236 segundos.

4.1.3 Caracterización del macizo rocoso del pique.

Para determinar la caracterización de macizo rocoso se utilizó la valoración del criterio de clasificación de masa rocosa de Bieniaswski 1989 (RMR'89), tomando los siguientes parámetros.

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa.
- Grado de fracturamiento en términos de RQD.
- Espaciado de discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades.
- Presencia de agua subterránea.

- Orientación de las discontinuidades respecto a la excavación.

De acuerdo a la incidencia de estos parámetros se expresa la condición de la excavación con un índice que varía de 0 a 100 denominado RMR.

Tabla 10: Criterio para la clasificación de la masa rocosa

	Rango	Rango Q	Calidad según
II	>	> 5.92	Buen
IIIA	51 – 60	2.18 – 5.92	Regular A
IIIB	41 – 50	0.72 – 1.95	Regular B
IVA	31 – 40	0.24 – 0.64	Mala
IVB	21 – 30	0.08 – 0.21	Mala
V	<	<0.08	Muy Mala

Fuente: *Métodos de Explotación en Minería, sistemas de clasificación Q* (Barton, 1974) y *RMR* (Bieniawski, 1976).

Según este criterio, la calidad de la masa rocosa encontrada en el Pique Yauricocha corresponde a tipo de roca III-B con rango de RMR 41-50 y tipo IV-A con RMR en rango 31-40.

La litología involucrada en la excavación es de tipo sedimentario caliza negra, propiedades de acuerdo al mapeo geomecánico son las siguientes:

- Resistencia de la roca en promedio 75 MPa.
- RQD: 50-75%.
- Espaciamiento de discontinuidades: muy fracturada entre 0.06 a 0.20m
- Separación de discontinuidades: espaciadas entre 0.1 – 1.0 mm
- Rugosidad de planos de fractura: ligeramente rugosa
- Relleno de discontinuidades: suave, calcitas
- Grado de alteración: Ligeramente alterada
- Agua subterránea: Condición de mojado en hastiales, ocasionado por el bombeo propio de las operaciones del avance del pique.

Tabla 11: Mapeo estructural y caracterización de roca

MAPEO GEOMECANICO - CELDAS				LABOR	PIQUE YAURICOCHA	EJECUTADO	W. HUAMANI	CODIGO									
ORIENTACION DE LA CARA				RIVEL	3790	FECHA											
AZ/BUZ		BUZAMIENTO	DES/DE (m)	TRAMO		HASTA (m)											
60		00	D2-0-5			TOPE											
VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (BIENIAWSKY RMR 99)																	
PARAMETRO				RANGO DE VALORES													
R.COMPRE.UHAX (Mpa)				> 250	(15)	100 - 250	(12)	50 - 100	(7)	25 - 50	(4)	<25(1)	<5(1)	<1(0)	NE	SW	SE
RQD (%)				90 - 100	(20)	75 - 90	(17)	75 - 50	(13)	25 - 50	(8)	<25	(3)	13	13	13	
ESPACIAMIENTO (m)				> 2	(20)	0.6 - 2	(15)	0.2 - 0.6	(10)	0.06 - 0.2	(6)	<0.06	(5)	8	8	8	
CONDICION DE JUNTAS				RANGO DE VALORES													
PERSISTENCIA				< 1m long	(6)	1 - 3 m long	(4)	3 - 10 m	(2)	10 - 20 m	(1)	>20m	(0)	2	2	2	
APERTURA				Cerrada	(6)	<0.3 mm	(5)	0.3 - 1.0 mm	(4)	1 - 5 mm	(3)	>5 mm	(0)	4	4	4	
RUGOSIDAD				Muy Rugosa	(6)	Rugosa	(5)	Lig. Rugosa	(3)	Lisa	(1)	Espejo de Falla	(0)	3	3	3	
RELLENO				limpia	(6)	Duro<5 mm	(4)	Grupo<5 mm	(2)	Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm	(0)	1	1	1	
INTemperización				Sana	(6)	Lig. Intemp.	(5)	Mod. Intemp.	(3)	Muy Intemp.	(2)	Descompuesta	(0)	5	5	5	
AGUA SUBTERRANEA				Seco	(15)	Humedo	(10)	Mojado	(7)	Gotero	(4)	Flejo	(0)	7	7	7	
VALORACION TOTAL RMR BASICO (Suma de valoraciones 1 a 5)																	
DIRECCION Y BILGAMIENTO TUNEL				Muy Frías	0	Frías	1	Meda	2	Destroca	3	Muy Destroca	4	RMR BAK	RMR BAK	RMR BAK	
				50-10	10-10	50-5											
CLASE DE MACIZO ROCOSO																	
RMR				100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0				RMR AJ.	RMR AJ.	RMR AJ.			
DESCRIPCION				I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA				40	40	40			
RMR PROMEDIO																	
GRAFICA																	
ADREMIACIONES DE TIPO DE ROCA Mi Mineral Ca Caliza FF PORF. AND DACT. Bx Brecha TF Tufa LV Lava Dact.																	
ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS SJ Sistema de Juntas JM Juntas Mayores FL Falla C Contacto MF MICRO FALLA																	
Comentarios Adicionales Columna del pique con lado NE y SW con superficie irregular sistema estructural predominante desfavorable fallo por deslizamiento y desprendimientos, el cual genera la sobre-excavacion en estos lados. sobre-excavacion de 0.5m a mas respecto al programado lado NE y SW en estos lados NE y SW se aprecia fragmentos de roca sobre la malla. con riesgo de pasar por la cocción de la malla. lado NW y SE con superficie uniforme controlado.																	
GEOMECANICA EMPRESA ESPECIALIZADA																	

Mapeo estructural y caracterización de roca por celdas Proyecto Pique Yauricocha (interior Mina).

Fuente: Área de geomecánica – SMCSA- Yauricocha 2018.

4.1.4 Clasificación geomecánica del macizo rocoso

Iniciando desde el mapeo geomecánico se identificó las propiedades físicas y geomecánicas del macizo rocoso.

Índice de calidad de la roca “RQD”

Con el mapeo geomecánico que se realizó se pide calcular el valor de RQD.

$$RQD = (100 * e^{-0,1\lambda}) (0,1\lambda + 1)$$

$$RQD = 50 - 75\%.$$

4.1.5 Clasificación Q de Barton

El índice de Q de Barton se halló a partir de clasificación de RMR según las recomendaciones geomecánicas de la empresa Corona usando la siguiente ecuación.

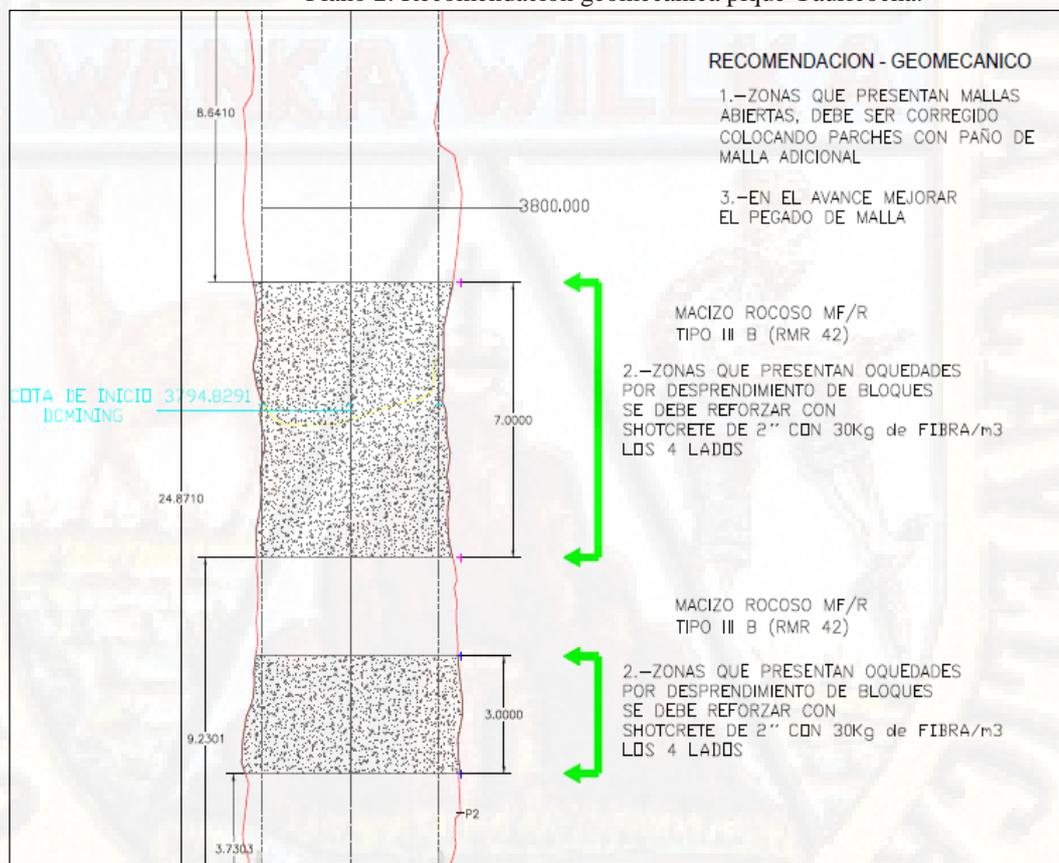
$$RMR = 9 \ln Q + 44$$

$$Q = e^{(RMR-44)/9}$$

$$Q = e^{(64-44)/9} \rightarrow Q = 9,23$$

Clasificándose como roca media a buena.

Plano 2: Recomendación geomecánica pique Yauricocha.



Fuente: Área Geomecánica – SMCSA- Yauricocha 2018.

4.1.6 Parámetros del explosivo

Los explosivos que se utilizan en la SMCSA son Emulnor, P80 y P3 a continuación se presenta ficha técnica de cada uno de explosivos

Tabla 12 : Ficha técnica del Explosivo

	EMULNOR® 500	EMULNOR® 1000	EMULNOR® 3000	EMULNOR® 5000
Densidad relativa (g/cm³)	0,90 ± 0,15	1,13 ± 0,1	1,14 ± 0,1	1,16 ± 0,1
Velocidad de confinado *	4 400 ± 300	5 800 ± 300	5 700 ± 300	5 500 ± 300
Velocidad de detonación (m/s) s/confinar **	3 500 ± 300	4 500 ± 300	4 400 ± 300	4 200 ± 300
Presión de detonación (kbar)	44	95	93	88
Energía (kcal/kg)	628	785	920	1010
Volumen normal de gases (l/kg)	952	920	880	870
Potencia relativa en peso (%) (***)	70	87	102	112
Potencia relativa en volumen (%) (***)	77	120	142	159
Sensibilidad al fulminante	Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
Resistencia al agua	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Categoría de humos	Primera	Primera	Primera	Primera

* Velocidad de detonación en tubo de 1 ½ pulgadas de diámetro.

** Velocidad de detonación como cartucho de 1 pulgada de diámetro.

*** Potencias relativas referidas al ANFO con potencia convencional de 100.

Fuente: FAMESA Explosivos “Emulsión explosiva encartuchada”

Los faneles usos para realizar las voladuras en el pique son de periodo largo iniciados con fulminantes eléctricos efectuándose en una voladura eléctrica.

PERÍODO LARGO (LP)

Número de retardo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tiempo (ms)	200	400	600	1000	1400	1900	2450	3100	3850	4650	5500	6450	7450	8500	9800
Manguera de cierre	: NEGRA					Tubo transmisor : AMARILLO					Números de etiquetas : AMARILLO				
Conector tipo "J"	: BLANCO					Etiquetas : AZUL									

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero “Manual de Perforación y Voladura de Rocas”

Teniendo en cuenta los datos de campo y datos técnicos se decidió realizar un nuevo diseño de malla de perforación (02).

4.1.7 Diseño de malla 02

4.1.7.1 Nuevo diseño de malla de perforación.

El nuevo de diseño de malla de perforación para medio banco de sección 2.40x4.8 se realizó tomando en cuenta el factor de carga ≤ 2 por voladura.

4.1.7.2 Parámetros del diseño

Con las recomendaciones geomecánicas que se hizo el Pique Yauricocha se tomas los siguientes datos.

- Sección de la labor: 4.80x4.80 m
- RMR del macizo rocoso: 64
- Sección de medio banco: 4.80x2.40 m
- Inclinación: 30° (respecto a la horizontal)
- RQD: 70%
- Tenacidad de la matriz rocosa: 120 - 140 MPa \cong 1275 Kg/cm²
- Factor de corrección geométrica: 93%

4.1.7.3 Parámetros controlables de perforación y voladura

A. Número de taladros

$$NT = P * (RMR^{(0,0007RMR+0,0925)}) + S * (0,0167 * RMR + 0,5825)$$

$$S = 4.8 * 2.4 * 0,92 \implies S = 10.598 \text{ m}^2$$

$$P = 4 \sqrt{10.598} \implies P = 13.022 \text{ m}$$

$$S = 4.80 * 2.40 \implies S = 11.52 \text{ m}^2$$

$$P = 4 \sqrt{11.52} \implies P = 13.58 \text{ m}$$

$$NT = 10.022 * (64^{(0,0007*64+0,0925)}) + 10.598 * (0,0167 * 64 + 0,5825)$$

$$NT = 40.55 \quad NT \cong 40 \text{ taladros}$$

$$NT = 13.58 * (64^{(0,0007*64+0,0925)}) + 11.52 * (0,0167 * 64 + 0,5825)$$

$$NT = 43.06 \quad NT \cong 43 \text{ taladros}$$

B. Diámetro del taladro de producción “ ϕ ”

El diámetro de brocas utilizado en la perforación del banco es de 36 mm a 41 mm, no se realizó taladros de alivio por tener cara libre para el banqueo.

C. Longitud teórica del taladro.

Para calcular hay un modelo matemático:

$$H = 0,2 + 39.1 * (\phi)$$

Fórmula empleada para frente sin taladros de alivio de diferente ϕ .

$$H = 0,2 + 39.1 * (0,0409)$$

$$H = 1.799 \text{ m} \cong 6 \text{ pies}$$

D. Longitud de efectiva de perforación.

La perforación en medio banco se hace con barrenos de 4, 6 y 7 pies, siendo la perforación efectiva de 1,75 metros en promedio, por la inclinación de los taladros perforados resultó una voladura eficiente de medio banco con 1.20 m promedio.

E. Presión de detonación del explosivo “POD”

$$POD = 0,25 * 10^{-5} * \sigma * (VOD)^2$$

Dónde:

POD = Presión de detonación (KBar)

σ = 1.14 (g/cm³)

VOD = 4400 (m/s)

$$POD = 0,25 * 10^{-5} * 1.14 * (4400)^2$$

$$POD = 55.175 \text{ KBar}$$

F. Factor de carguío (Fc)

$$Fc = \frac{Vc}{VTal} = \frac{\pi * \phi e^2 * Le * N^{\circ}cartuchos}{\pi * \phi Tal^2 * LTal}$$

Donde:

$$Vc = 1.95(m^3)$$

$$VTal = 0.1313(m^3)$$

$$\phi e = 0.02858 (m)$$

$$Le = 0.3048(m)$$

$$N^{\circ}cartuchos = 5$$

$$\phi Tal = 0.038(m)$$

$$LTal = 1.80 (m)$$

$$Fc = \frac{Vc}{Vtal} = 1.93$$

G. Burden

Formulas según manual de perforación y voladura (Ames L. , 2008)

$$B = \phi * \left(\frac{PoDtal}{Fs * \sigma_r * RQD} + 1 \right)$$

Dónde:

$$\phi = 0.3048 (m).$$

$$PoDtal = 56262.822 \left(\frac{Kg}{cm^2} \right).$$

RQD = 70% según el estudio geomecánico.

$\sigma_r = 1275 \text{ kg/cm}^2$ según el estudio geomecánico

FS = 2.

Tabla 13: Factor de seguridad para cálculo de burden

ÁREA	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
Factor de seguridad	6	5	4	3	2	1.5

Burden para arranque B1 = S1 = 0.22 (Fs= 6)

Burden para ayudas B2 = S2 = 0.25 (Fs= 5)

Burden para sub ayudas B3 = S3 = 0.30 (Fs= 4)

Burden para contornos $B_4 = S_4 = 0.39$ (Fs= 3)

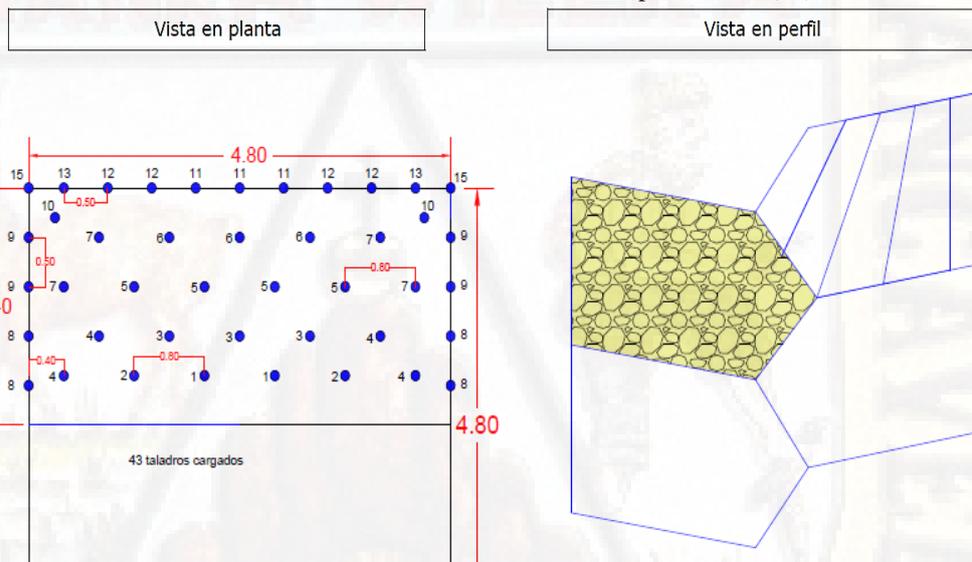
Burden para contornos $B_4 = S_4 = 0.39$ (Fs= 3)

$$B = 0.3048 * \left(\frac{56262.822}{2 * 1275 * 70} + 1 \right)$$

$$B = 0.4008 \text{ m} \cong 0.40 \text{ m}$$

El diseño de malla de perforación calculado los parámetros de voladura para mejorar la fragmentación de la roca, facilitó con la limpieza con el equipo Betsy y acelerando en realizar el ciclo operativo.

Ilustración 9: Nuevo diseño de malla de perforación (02).



Fuente: Elaboración propia

Teniendo las características geomecánicas del pique Yauricocha en la voladura se utilizó el Emulnor 3000 en los taladros de producción y Emulnor de 1000 en los taladros de contorno con un cebo de 3000 y P80.

4.1.7.4 Volumen de material a volar (v)

El volumen del material a volar es igual sección por longitud efectiva de perforación.

$$V = S * Lp$$

$$V = 11.52 * 1,80 \rightarrow V = 20.7 \text{ m}^3 \text{ (Insitu)}$$

donde :

V: volumen

S: Área

Lp: longitud de perforación

Esponjamiento de la carga 45%, haciendo un total de 28.98 m3 esponjado.

Realizo las pruebas con nuevo cálculo y diseño de malla de perforación se vuelve a tomar los tiempos en la limpieza con el equipo Betsy.

Tabla 14: Tiempos llenado de baldes de profundización por número de cucharas del equipo Betsy después de la aplicación del diseño de malla de perforación.

NUMERO DE CUCHARAS/BALDE							
BALDE N°01		BALDE N°02		BALDE N°03		BALDE N°04	
N° DE CUCHARAS	TIEMPO DE CARGA						
1	0:00:17	1	0:00:14	1	0:00:16	1	0:00:14
2	0:00:15	2	0:00:16	2	0:00:14	2	0:00:14
3	0:00:18	3	0:00:14	3	0:00:16	3	0:00:14
4	0:00:15	4	0:00:16	4	0:00:15	4	0:00:14
5	0:00:16	5	0:00:15	5	0:00:17	5	0:00:16
6	0:00:15	6	0:00:15	6	0:00:15	6	0:00:15
7	0:00:18	7	0:00:14	7	0:00:18	7	0:00:17
8	0:00:15	8	0:00:15	8	0:00:14	8	0:00:15
9	0:00:16	9	0:00:17	9	0:00:16	9	0:00:16
10	0:00:15	10	0:00:15	10	0:00:14	10	0:00:14
11	0:00:15	11	0:00:18	11	0:00:16	11	0:00:14
12	0:00:15	12	0:00:17	12	0:00:15	12	0:00:14
13	0:00:14	13	0:00:16	13	0:00:14	13	0:00:16
14	0:00:17	14	0:00:14	14	0:00:16	14	0:00:15
15	0:00:16	15	0:00:16	15	0:00:18	15	0:00:17
16	0:00:15	16	0:00:15	16	0:00:18	16	0:00:15
17	0:00:15	17	0:00:14	17	0:00:14	17	0:00:16
18	0:00:15	18	0:00:16	18	0:00:14	18	0:00:15
19	0:00:15	19	0:00:15	19	0:00:15	19	0:00:14
20	0:00:15	20	0:00:14	20	0:00:17	20	0:00:16
21	0:00:15	21	0:00:15	21	0:00:15	21	0:00:14
22	0:00:15	22	0:00:19	22	0:00:14	22	0:00:16
23	0:00:14	23	0:00:16	23	0:00:14	23	0:00:15
24	0:00:16	24	0:00:15	24	0:00:14	24	0:00:15
25	0:00:15	25	0:00:15	25	0:00:14	25	0:00:14
26	0:00:17	26	0:00:15	26	0:00:16	26	0:00:16
27	0:00:15	27	0:00:15	27	0:00:15		
PROMEDIO	0:00:16	PROMEDIO	0:00:15	PROMEDIO	0:00:15	PROMEDIO	0:00:15
T. TOTAL(S=*)	0:06:59	T. TOTAL(S=*)	0:06:41	T. TOTAL(S=*)	0:06:54	T. TOTAL(S=*)	0:06:31

TIEMPO DE CARGUIO A LOS BALDES DE PROFUNDIZACION													
	GUARD.01	GUARD.02	GUARD.03	GUARD.04	GUARD.05	GUARD.06	GUARD.07	GUARD.08	GUARD.09	GUARD.10	GUARD.11	GUARD.12	TOTAL
PROMEDIO	0:00:15	0:00:15	0:00:15	0:00:15	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:14	0:00:15
T. TOTAL(seg)	0:06:59	0:06:41	0:06:54	0:06:31	0:06:42	0:07:22	0:07:14	0:07:20	0:07:12	0:06:35	0:07:05	0:07:10	0:06:59

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un tiempo promedio de 00:00:15 por viaje del boom del equipo Betsy y realizando el carguío de un balde con un tiempo promedio de 00:06:59.

Tabla 15: Tiempo de viajes por guardia después de realizar la voladura con la nueva malla de perforación.

NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 01		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02		NUMERO DE VIAJES/GUARDIA GUARDIA 02	
N° DE BALDES	TIEMPO POR VIAJE						
1	0:08:14	1	0:08:10	1	0:08:10	1	0:08:45
2	0:08:25	2	0:07:44	2	0:07:44	2	0:07:55
3	0:08:15	3	0:08:29	3	0:08:29	3	0:08:32
4	0:08:45	4	0:07:41	4	0:07:41	4	0:07:19
5	0:07:55	5	0:07:12	5	0:07:12	5	0:08:14
6	0:09:21	6	0:07:48	6	0:07:55	6	0:08:25
7	0:07:58	7	0:08:14	7	0:09:21	7	0:08:15
8	0:08:32	8	0:08:25	8	0:07:58	8	0:08:45
9	0:08:18	9	0:08:15	9	0:08:32	9	0:07:55
10	0:07:42	10	0:08:45	10	0:08:18	10	0:09:21
11	0:07:29	11	0:07:55	11	0:07:42	11	0:07:58
12	0:09:21	12	0:09:21	12	0:07:29	12	0:09:21
13	0:07:58	13	0:07:58	13	0:08:15	13	0:07:58
14	0:08:35	14	0:08:32	14	0:08:45	14	0:08:35
15	0:07:53	15	0:08:18	15	0:07:55	15	0:07:53
16	0:08:11	16	0:07:42	16	0:08:32	16	0:08:11
17	0:07:46	17	0:07:29	17	0:08:18	17	0:07:46
18	0:09:55	18	0:08:25	18	0:07:42	18	0:07:42
19	0:07:52	19	0:07:52	19	0:08:10	19	0:08:10
20	0:07:27	20	0:07:27	20	0:09:21	20	0:07:44
21	0:08:29	21	0:09:21	21	0:07:58	21	0:08:29
22	0:07:41	22	0:07:58	22	0:08:35	22	0:07:41
23	0:07:12	23	0:08:35	23	0:07:53	23	0:07:12
24	0:07:48	24	0:07:53	24	0:08:11	24	0:07:42
25	0:08:35	25	0:08:11	25	0:07:46	25	0:07:29
26	0:07:53	26	0:07:42	26	0:07:47		
		27	0:07:29				
PROMEDIO	0:08:13	PROMEDIO	0:08:06	PROMEDIO	0:08:08	PROMEDIO	0:08:08
T. TOTAL (h·r)	3:33:30	T. TOTAL (h·r)	3:38:51	T. TOTAL (h·r)	3:31:39	T. TOTAL (h·r)	3:23:17

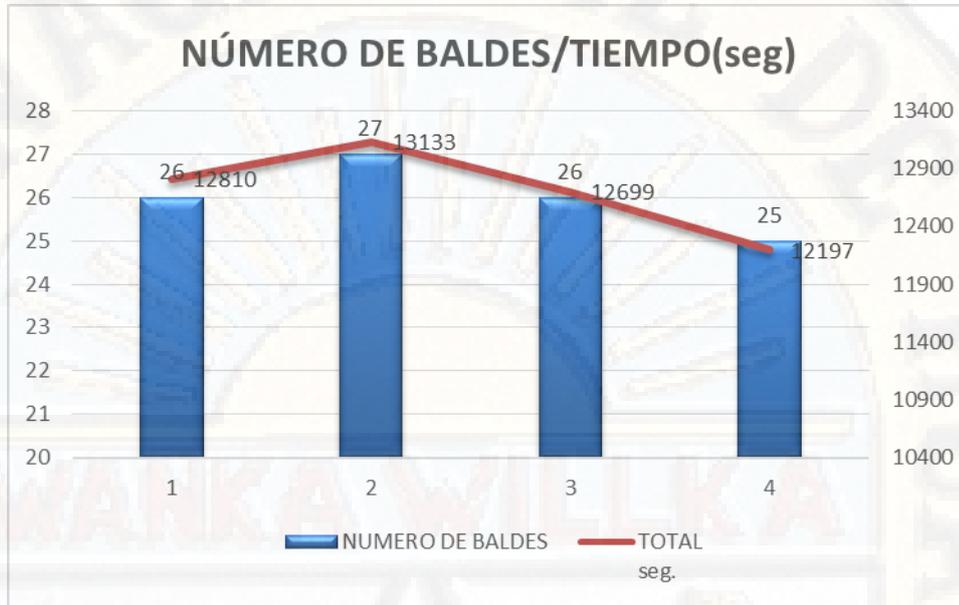
Fuente: Elaboración propia

El resultado en el tiempo de limpieza después de una voladura con el nuevo diseño de malla de perforación en medio banco en el pique es de 3:31:49 Hrs.

Promedio.

La mejora de la limpieza después del nuevo diseño de malla de perforación y voladura en medio banco el pique de sección cuadrado, mejoró la eficiencia del equipo al momento de realizar el carguío de desmonte en los baldes de profundización.

Gráfico de numero de baldes por guardia en función del tiempo con diseño de malla 02.



Fuente: Elaboración propia

- La grafica del diseño de la malla de perforación 02, muestra que en la guardia 1 se limpiaron 26 baldes de aproximadamente 46.8 m³ de desmonte, en un tiempo de 12810 segundos.
- En la guardia 2 se limpiaron 27 baldes de aproximadamente 48.6 m³ de desmonte, en un tiempo de 13133 segundos.
- En la guardia 3 se limpiaron 26 baldes de aproximadamente 46.8 m³ de desmonte, en un tiempo de 12699 segundos.
- En la guardia 4 se limpiaron 25 baldes de aproximadamente 45 m³ de desmonte, en un tiempo de 12197 segundos.

4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1 Hipótesis

La hipótesis nula de la investigación es:

H₀: El diseño de malla de perforación en medio banco no mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

H1: El diseño de malla de perforación en medio banco mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.

4.2.2 Nivel de significancia: 5%

4.2.3 Elección de la prueba de estadística: prueba t para muestras independientes.

4.2.3.1 Estimación del P- Valor

Estadísticos de grupo

METODOS		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
BALDES	DISEÑO 01	4	29,50	,577	,289
	DISEÑO 02	4	26,00	,816	,408

Cuadro 3: Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
B Se han asumido varianzas iguales	,000	1,000	7,000	6		3,500	,500	2,277	4,723
L No se han asumido varianzas iguales			7,000	5,400	,001	3,500	,500	2,243	4,757

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Toma de decisión:

Si P es menor que 0,05 entonces rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis del investigador.

En nuestro trabajo de investigación el P- Valor es igual a 0,001 por tal motivo rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con referencia a la hipótesis específica 1: Lo esperado fue describir la influencia de las características del macizo rocoso en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha, al respecto, mediante la observación directa en campo se definió los tipos de roca III-B y IV-A con calidades de regular a mala, estos conocimientos influyeron en plantear diseños de mallas apropiadas; logrando una voladura de material homogéneo, posibilitando una limpieza en menos tiempo; confrontando estas interpretaciones de la calidad del macizo rocosos no se encontró coincidencias de estudios similares que anteceden; sin embargo en el marco teórico existe algunas consideraciones respecto a la ejecución de labores de pique.

En referencias a las hipótesis específicas 2 y 3: los objetivos fueron saber el avance y el tiempo de limpieza del material estéril en la profundización del pique; los resultados obtenidos después de la aplicación de mallas de perforación apropiadas en medio banco dieron avances relevantes; de igual manera se disminuyó el tiempo promedio de limpieza por guardia en 0:29:44 Hrs. respecto al estado del tiempo de limpieza anterior, por lo que se interpreta un diseño de malla adecuado en base al conocimiento del macizo rocoso, influye en la mejora del tiempo de limpieza; comprobando la hipótesis planteada en la investigación. Verificando los resultados con las referencias del marco teórico no se halló similitudes de investigación en específico, pero existen generalidades que manifiestan de las bondades de equipos mecanizados para labores verticales en minería subterránea; por lo mismo opino que todo conocimiento basado en la observación directa en campo, así como la experiencia laboral, el caudal de conocimientos académicos, cede inferir a afirmar que un buen diseño de malla de perforación basado en el conocimiento de las características rocosas admiten a la obtención de una voladura óptima efectuando mejoras dentro del ciclo operativo.

CONCLUSIONES

1. Se determinó las características del macizo rocoso correspondientes al tipo de roca III-B con rango de RMR 41-50 equivalente a una calidad regular y un tipo IV-A con RMR rango 31-40, equivale a una calidad de roca mala, efectuando diseños de malla de perforación regular a irregular según la geomecánica del medio banco.
2. Se logró un avance significativo de limpieza con el equipo Betsy producto de la aplicación del diseño malla de perforación apropiada en medio banco.
3. Se determinó un tiempo de 4:01:34 Hrs. por guardia para una limpieza con diseño de malla anterior y 3:31:49 Hrs. para una limpieza con diseño de malla posterior (modificado); habiendo obtenido finalmente una disminución de 0:29:44 Hrs. respecto al estado del tiempo de limpieza anterior.
4. Habiendo determinado las características del macizo rocoso, nos permitió optar el diseño de malla de perforación adecuado, asimismo se disminuyó el tiempo de limpieza por guardia; por tanto, se da por comprado la hipótesis correspondiente.

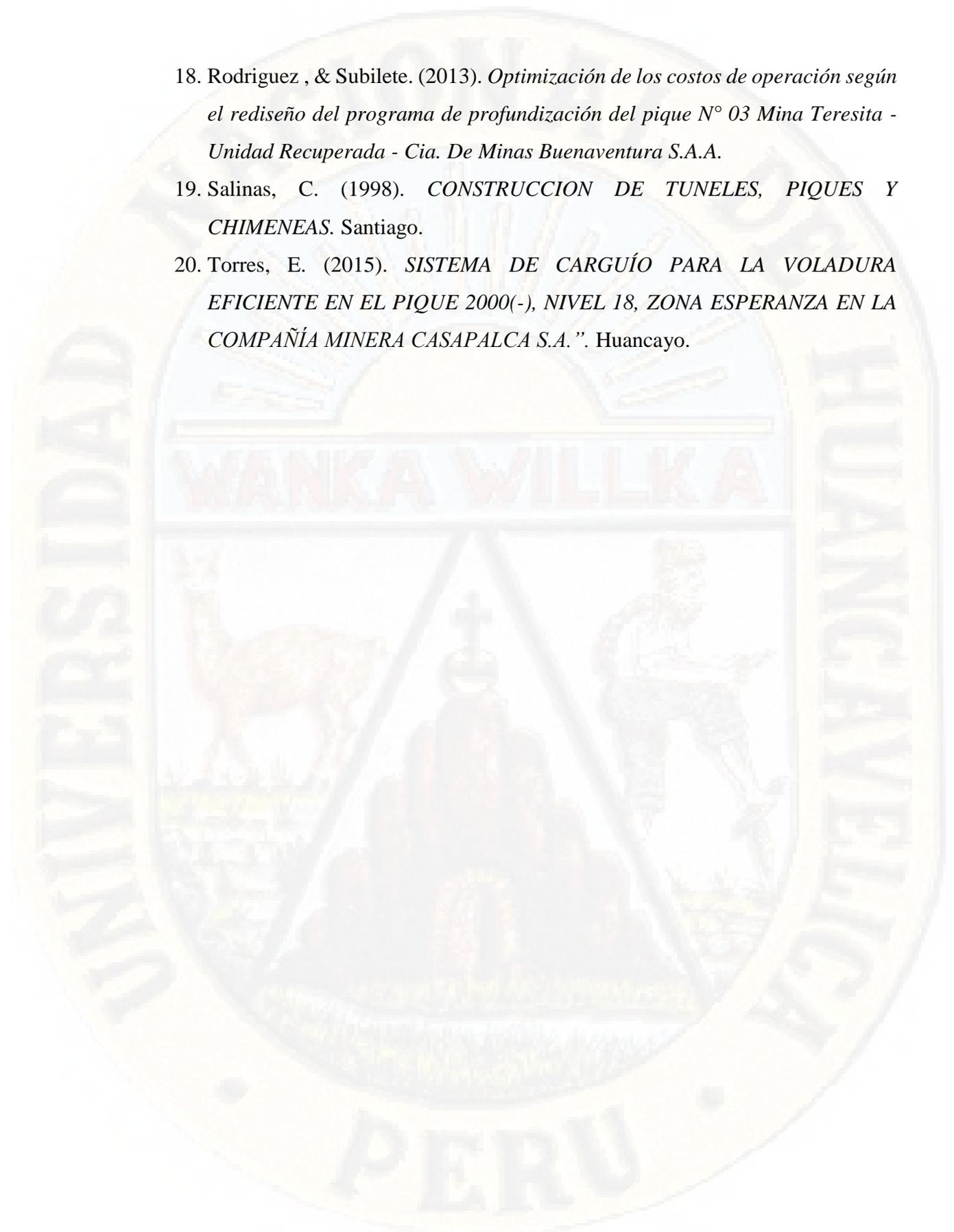
RECOMENDACIONES

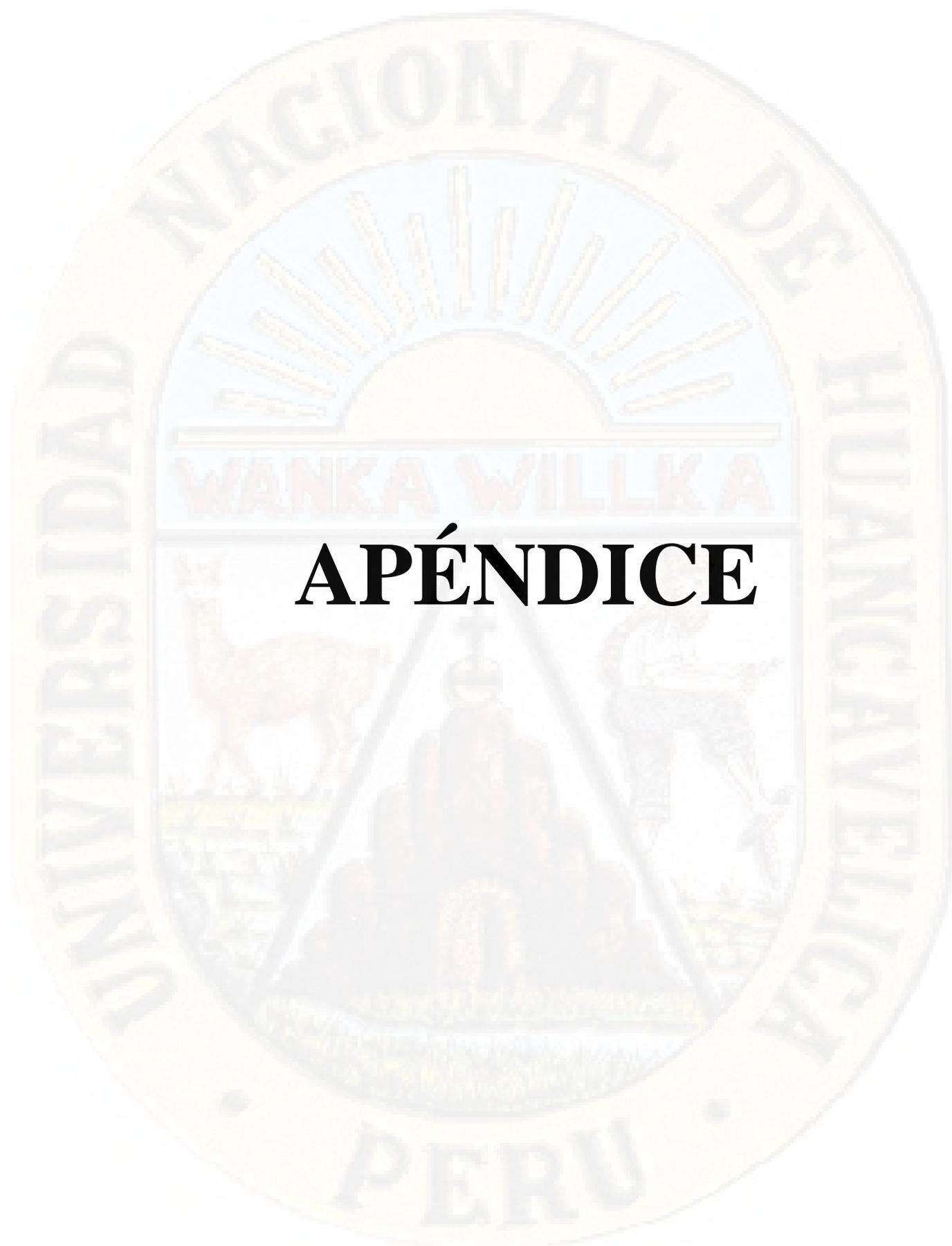
1. Se debe tener datos geomecánicos del macizo rocoso, porque con ello se tendrá en consideración para seguir mejorando el diseño de malla de perforación en medio banco en el pique.
2. Tener en cuenta las características del macizo rocoso para mejorar el resultado de la voladura y la eficiencia de avance en la limpieza con el equipo Betsy.
3. Continuar con el estricto control en la distribución geométrica de los taladros como indica la malla de perforación estandarización y capacitar al colaborador del pique a fin de realizar sus trabajos de manera segura respetando los procedimientos y estándares
4. Se recomienda reforzar a los perforistas para determinar las características del macizo rocoso antes de iniciar con el marcado de la malla de perforación adecuada en medio banco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ames, L. (2008). *Manual de Perforación y voladura de Rocas*.
2. Ames, V. (1994). *Tecnología de Explosivos*. Huancayo: Perú: U.N.C.P.
3. Andrade, C. (2014). *Diseño de excavación para profundizar el “pique de fierro” ubicado en el área “ciruelo unificado” operado por la Compañía Minesadco S.A.* Quito: UCE.
4. Barrios, A. (2009). *Profundización del pique 447 sección 3 en Cia. Minera Atacocha S.A.*
5. Cáceda, J., & Perez, J. (2015). *PROYECTO PIQUE CENTRAL PARA EXPLOTACION DEBAJO DE NIVEL 1400 - SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C.*. Huancayo.
6. CARIDE, C., & LOPEZ, C. (1994). *MANUAL DE PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS. GENERICA*.
7. Cervera, M., & Blanco, E. (2003). *Resistencia de materiales*.
8. CONEINGEMMET, I. (2003). *Congreso Nacional Geologica, Minera, Metalurgica y Geociencias*. Huancayo.
9. Duncan. (1973). *Cubical triaxial tests on cohesionless soil. Journal of the Soil*.
10. ENAEX. (2014). *Manual de Tronadura*. Chile: 2a. ed.
11. EXSA. (2000). *Manual Práctico de Voladura*. Lima.
12. Farfán, R. (2015). *Proyecto de profundización del pique vertical 790 Oroya del nivel 11 al nivel 18 Unidad Minera Americana Cia. Minera Casapalca S.A.*
13. González de Vallejo, L. (2015). *INGENIERÍA GEOLÓGICA EN TERRENO VOLCANICOS*. Madrid: Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.
14. López, C., & López, E. (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*,. Arias Montano.
15. López, J. (2003). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*.
16. Loyola. (2013). *Construcción del pique 158e para la optimización del laboreo minero en la Unidad de Paula – CEDIMIN S.A.C.*
17. Postigo, J. E. (2016). *Excavación superficial del Shaft por el método de perforación y voladura de la Central Hidroelectrica Chaglla*.

18. Rodríguez , & Subilete. (2013). *Optimización de los costos de operación según el rediseño del programa de profundización del pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada - Cia. De Minas Buenaventura S.A.A.*
19. Salinas, C. (1998). *CONSTRUCCION DE TUNELES, PIQUES Y CHIMENEAS*. Santiago.
20. Torres, E. (2015). *SISTEMA DE CARGUÍO PARA LA VOLADURA EFICIENTE EN EL PIQUE 2000(-), NIVEL 18, ZONA ESPERANZA EN LA COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.*”. Huancayo.





APÉNDICE

Matriz de Consistencia

TÍTULO: “DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN EN MEDIO BANCO PARA MEJORAR LA LIMPIEZA CON EQUIPO BETSY EN LA PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE YAURICOCHA NV. 1070 – NV. 1210. UNIDAD DE ACUMULACIÓN YAURICOCHA DE LA SOCIEDAD MINERA CORONA S.A. – YAUYOS – LIMA - 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿En qué medida el diseño de malla de perforación en medio banco mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar el diseño de malla en perforación de medio banco para mejorar el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210. Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>El diseño de malla de perforación en medio banco mejorará el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.</p>	<p>Univariable</p> <p>Diseño de malla de perforación en medio banco.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION:</p> <p>Según la intervención del Investigador: observacional.</p> <p>Según la planificación de la toma de datos: prospectivo.</p> <p>Según el número de ocasiones en que mide la variable de estudio: longitudinal.</p> <p>Según el número de variables de interés: descriptivo.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION:</p> <p>Descriptivo</p>

PROBLEMAS ESPECÍFICOS: a) ¿Cómo influirá el macizo rocoso en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018? b) ¿Cómo influirá el avance en la limpieza con equipo Betsy el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: a) Describir la influencia del macizo rocoso en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018. b) Describir la influencia en el avance en la limpieza con equipo Betsy el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: a) El macizo rocoso influirá en el diseño de malla de perforación en medio banco en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018. b) El diseño de malla de perforación en medio banco influirá en el avance de la limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.		DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Se centra en: <ul style="list-style-type: none"> ○ Observacional ○ Prospectivos ○ Longitudinal ○ Analítico ○ Descriptivo. POBLACIÓN Y MUESTRA POBLACIÓN: Pique Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. MUESTRA: Del Nivel 1070 al Nivel 1210 Pique Yauricocha TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS Técnicas:

<p>Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?</p> <p>c) ¿Cómo influirá el diseño de malla de perforación en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018?</p>	<p>Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.</p> <p>c) Describir la influencia del diseño de malla de perforación en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.</p>	<p>c) El diseño de malla de perforación influirá en el tiempo de limpieza con equipo Betsy en la profundización del pique Yauricocha Nv. 1070 – Nv. 1210 Unidad de Acumulación Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A. – Yauyos – Lima – 2018.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación ✓ Mediciones <p>Instrumentos:</p> <p>Los instrumentos usados en la presente investigación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Planos ✓ Libreta ✓ Equipos topográficos. ✓ Cronometro. ✓ Spray <p>TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS DE DATOS</p> <p>Microft Office AutoCAD SketchUp</p>
--	---	---	---

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

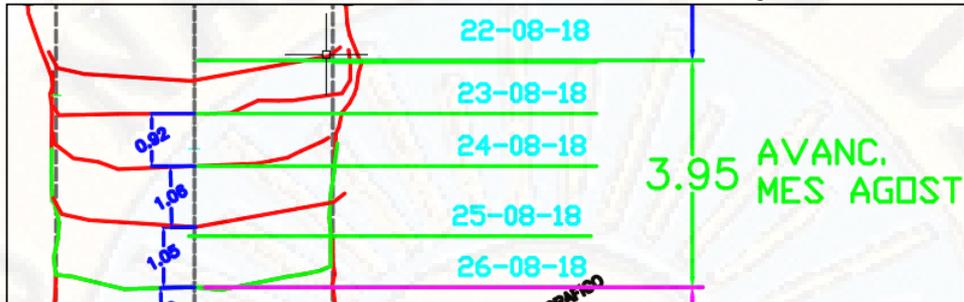
ACTIVIDADES	Setiembre 2018	Octubre 2018	Noviembre 2018	Diciembre 2018	Enero 2019	Febrero 2019	Marzo 2019	Abril 2019	Mayo 2019	Junio 2019	Julio 2019	Agosto 2019	Setiembre 2019
Elaboración de plan de tesis.	X												
Presentación plan de tesis		X											
Validación de instrumentos.			X	X									
Recolección de datos.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Análisis y procesamiento de datos.										X	X	X	
Elaboración y presentación de informe final de tesis.													X

PRESUPUESTO.

PARTIDAS	UND.	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
Remuneración:			
○ Asesor estadístico.	1	2500	2500
Servicios:			
Movilidad a mina	24 Viajes	50	2200
Impresiones	1000 Hojas	0.5	500
Búsqueda electrónica.	250 Horas	1	250
Refrigerios.			
Espiralados de plan de tesis.	30 Und.	25	750
Fotocopias.	3 Und.	30	90
	500 Hojas	0.1	50
Bienes:			
Papel bon A4	1000 Hojas	0.10	100
Lapiceros	25 Und.	2.50	62.5
Lápiz.	25 Und.	1.0	25
Corrector.	10 Und.	3.50	35
Borrador	25 Und.	1.0	25
Engrampadora	5 Und.	6.50	32.5
Perforador.	5 Und.	10.0	50
Libreta de campo	10 Und.	8.0	80
Folder plastificado.	10 Und	7.0	70
Micas A4	100 Und.	1.0	100
Imprevistos:	2500	1	2500
TOTAL			6920

Resultados del avance en la profundización de pique Yauricocha.

Plano 3: control de avance diario mes de agosto.



Control de avance diario pique Yauricocha.

Fuente: Área de topografía – DC Mining- Yauricocha 2018.

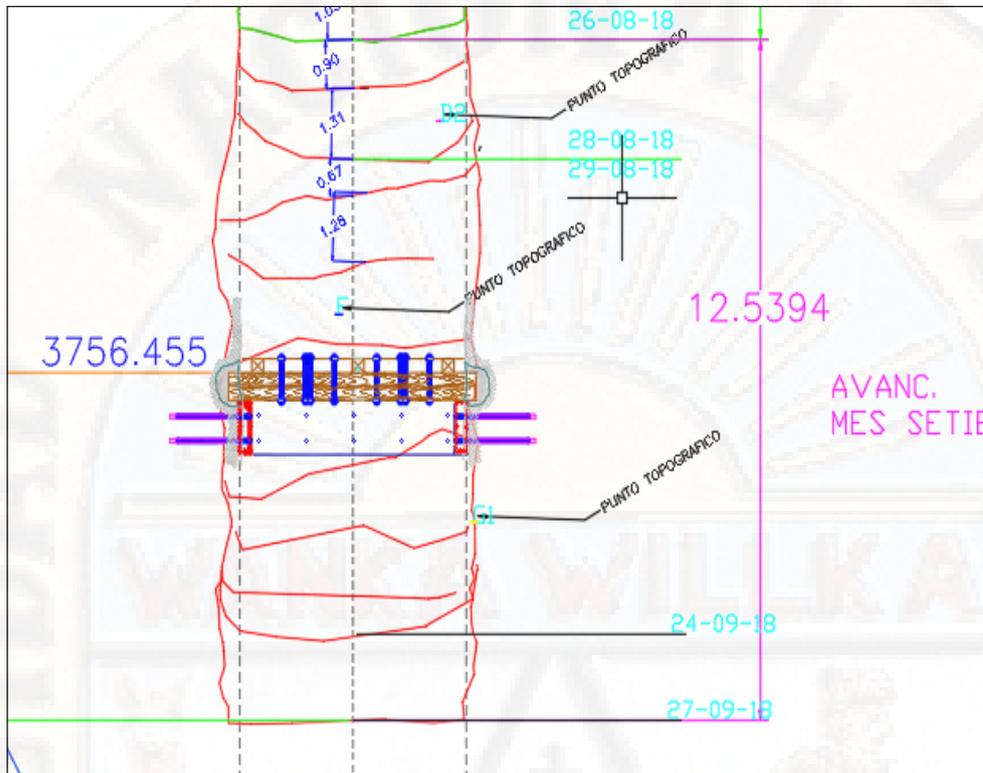
Cuadro 4: Resumen de avances Agosto 2018- proyecto pique Yauricocha

DC MINING		RESUMEN DE AVANCES - PROYECTO PIQUE YAURICOCHA _NV 720 AGOSTO 2018						S.M.C.S.A	
PROYECTO : EXCAVACIONES MINERAS VERTICAL PARA LA PROFUNDIZACION DEL PIQUE YAURICOCHA									
FECHA DE CIERRE		31 DIAS				LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
DEL 27-Julio 2018						FECHA : 27-Agosto-2018			
AL 26- Agosto 2018									
ANEXO	ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NIVEL	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	LONGITUD mts	COTA		OBSERVACIONES
							INICIO	FINAL	
1.0	1.1	EXCAVACION DE PIQUE - SECCION CUADRADO 4.8m X 4.8m		m	4.00		3766.5391	3762.5391	
2.0	2.1	INSTALACION DE PERNOS HELICOIDALES DE Ø 3/4" X 7"		und.	27		3767.507	3765.9316	
	2.2	INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA		m2	88.56		3767.507	3765.9316	
	2.3	FORRADO INTERNO DE SET CON MADERA DE 2"X6"X7" LADO BALDE		und.	672		3814.467	3875.8272	
	2.4	FORRADO INTERNO DE SET CON MADERA DE 2"X6"X7" LADO CAMINO		und.	924		4082.309	3875.8272	
3.0	3.1	INSTALACION DE TUBERIA DE 10"Ø PARA BOMBEO NV_ 920 AL NV 720 DOS FILAS		und.	7	42	4134	4176	
	3.2	INSTALACION DE BRACKETS PARA SOPORTE DE TUBERIA DE 10"Ø NV_ 920 AL NV 720		und.	6	-	920	720	

Resumen de avances pique Yauricocha.

Fuente: Área de topografía – DC Mining- Yauricocha 2018.

Plano 4: Control de avance diario mes de setiembre.



Control de avance diario pique Yauricocha.

Fuente: Área de topografía – DC Mining- Yauricocha 2018.

Cuadro 5: Resumen de avances Setiembre 2018- proyecto pique Yauricocha

DC MINING		RESUMEN DE AVANCES - PROYECTO PIQUE YAURICOCHA _NV 720 SETIEMBRE 2018					S.M.C.S.A		
PROYECTO : EXCAVACIONES MINERAS VERTICAL PARA LA PROFUNDIZACION DEL PIQUE YAURICOCHA									
FECHA DE CIERRE DEL 27-Agosto 2018			31 DIAS			LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
L 26- Setiembre 2018						FECHA : 27-Setiembre-2018			
ANEXO	ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	NIVEL	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	LONGITUD mts	COTA		OBSERVACIONES
1.0	1.1	EXCAVACION DE PIQUE - SECCION CUADRADO 4.8m X 4.8m		m		12.5	3762.539	3750.000	
	2.1	INSTALACION DE PERNOS HELICOIDALES DE Ø 3/4" X 7'		und.	280.000	13.43	3765.9316	3752.500	
	2.2	INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA		m2	260.16	13.43	3765.9316	3752.500	
	2.3	LANZADO DE SHOTCRETE CAMARA DE BOMBEO		m3	6.46		3780.640	3776.498	
	2.4	LANZADO DE SHOTCRETE PIQUE YAURICOCHA		m3	6.85		3757.84	3754.277	se lanzo en dos tramos
	2.5	CONCRETO EN BEARING SET		m3	28.00	1.75	3775.2639	3777.0292	
	2.6	CONCRETO EN POZA DE BOMBEO		m3	6.00		0.000	0.000	
	3.2	INSTALACION DE 05 CUADROS set 19- set20- set21- set22		und.	4		3784.395	3776.7752	
	3.3	INSTALACION DE GUIAS DE MADERA		und.	6		3797.095	3776.7752	
	3.4	INSTALACION DE ESCALERAS Y DESCANSO SET20 SET22		und.	2		3786.935	3776.7752	
	3.5	FORRADO INTERNO DE SET EN T CON MADERA DE 2"X6"X7' SET18 SET19 SET20		und.	126		3789.475	3779.3152	

Resumen de avances pique Yauricocha.

Fuente: Área de topografía – DC Mining- Yauricocha 2018.

Fotografía 1: Marcado de sección y distribución de taladros en medio banco



Área de topografía realizando el marcado de la sección y malla de perforación.

Fuente: Propia.

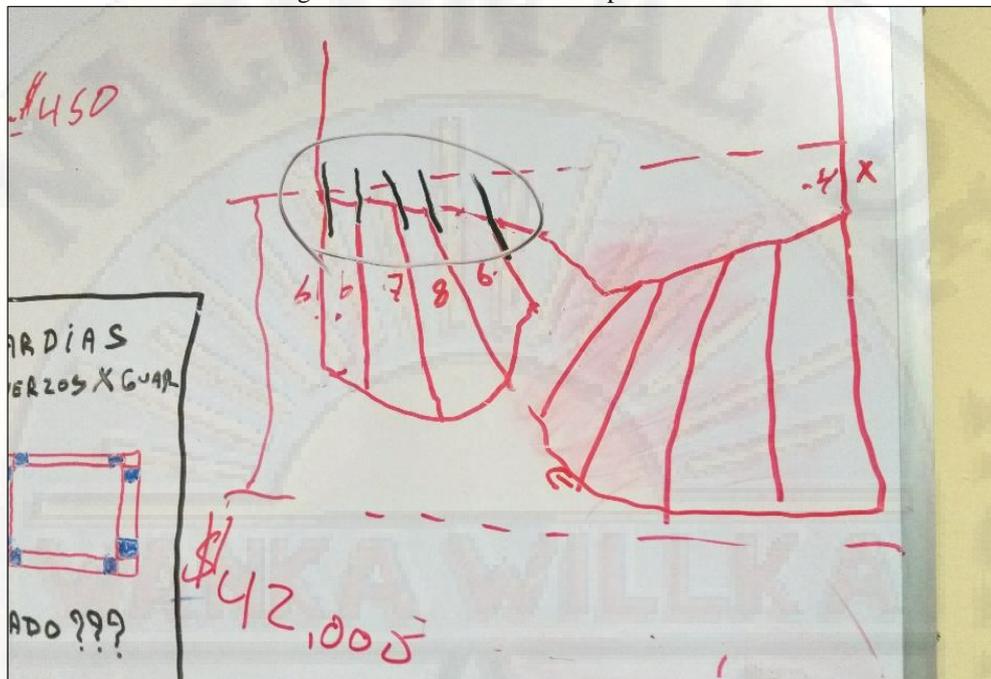
Fotografía 2: Sección 4.80x2.80m y distribución de taladros en medio banco.



Sección 4.80x2.80m y malla de perforación en medio banco.

Fuente: Propia.

Fotografía 3: Diseño de malla de perforación.



Capacitación de diseño de malla de perforación en medio banco.

Fuente: Propia.

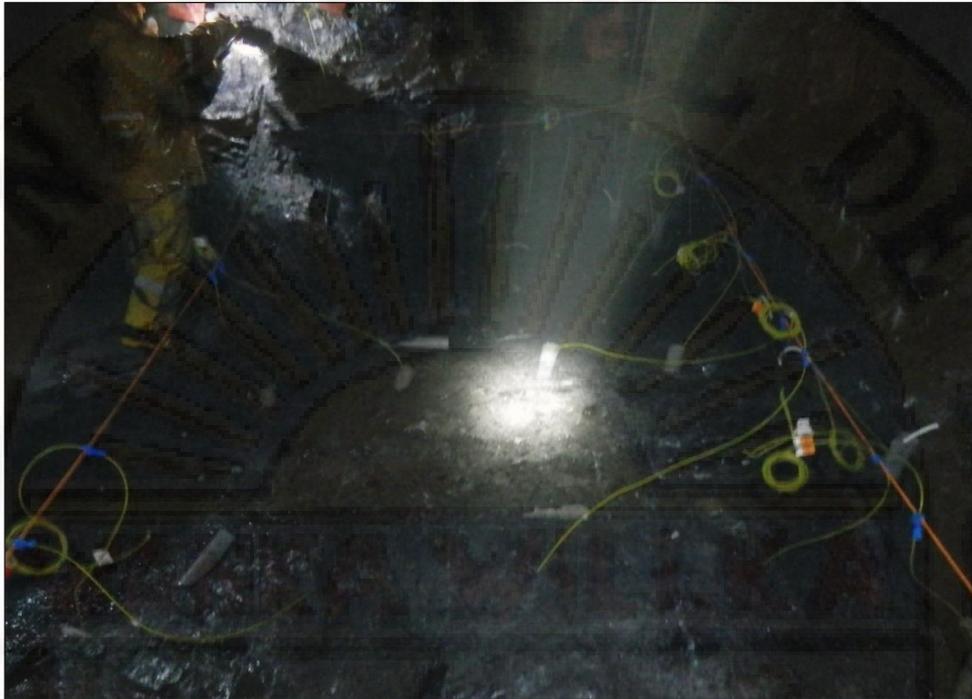
Fotografía 4: Perforación en medio banco.



Colaboradores realizando la perforación en medio banco.

Fuente: Propia.

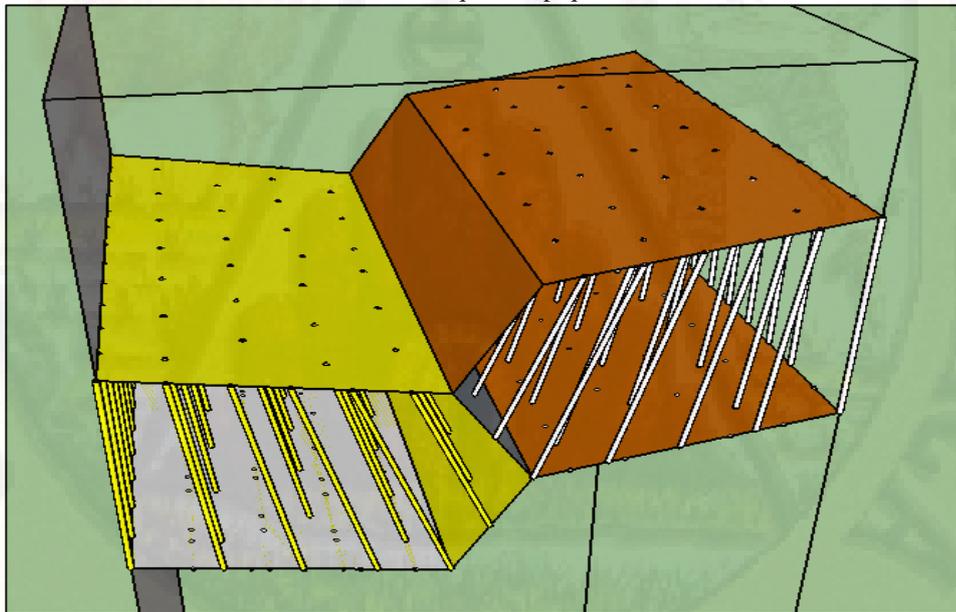
Fotografía 5: Amarre de Fanel y cordón detonante.



Amarre de Fanel y cordón detonante en medio banco.

Fuente: Propia.

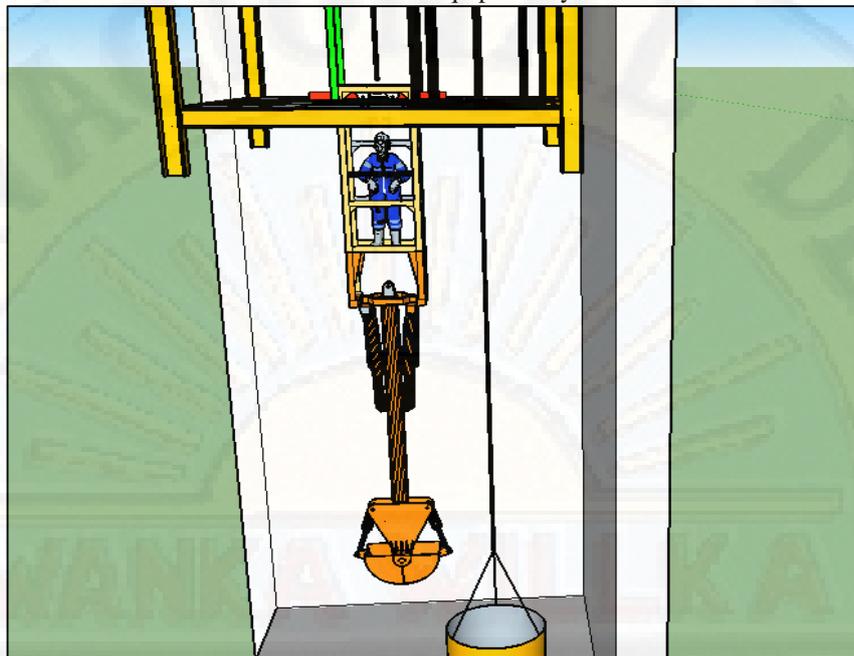
Ilustración 10: Método de banqueo en pique sección cuadrado.



Banqueo medio banco en Pique.

Fuente: Propia

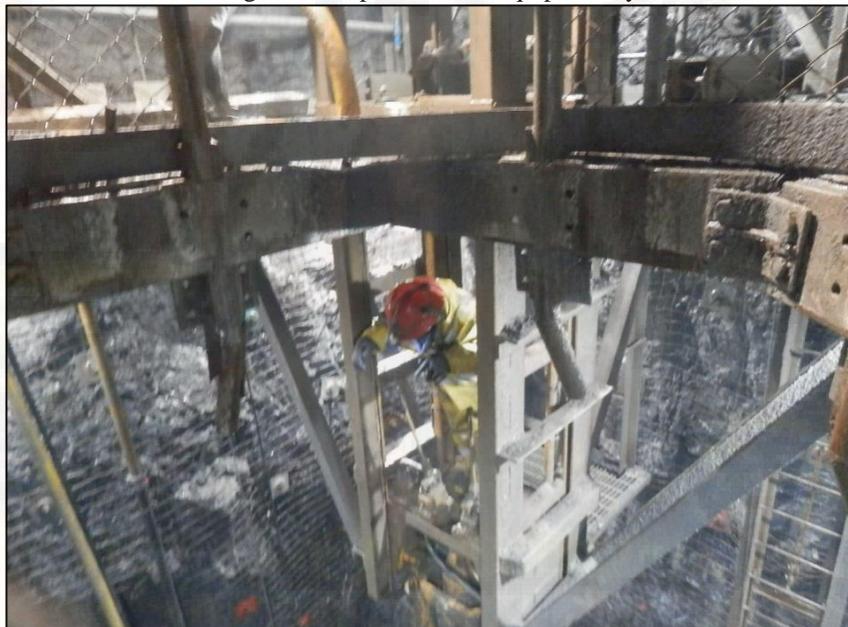
Ilustración 11: Equipo Betsy.



Estructura de la operación del equipo Betsy en el fondo del pique.

Fuente: Propia.

Fotografía 6: Operación del equipo Betsy.



● Operador realizando la limpieza con el Equipo Betsy.

Fuente: Propia.

Fotografía 7: Granulometría de la carga



Verificación de tamaño de carga después de la voladura.

Fuente: Propia.

Fotografía 8: Cuchareo de carga con equipo Betsy



Seguimiento durante la limpieza de carga con el equipo Betsy.

Fuente: Propia.

Fotografía 9: Izaje de Baldes de profundización.



Cambio y izaje de Balde de profundización durante la limpieza de carga.

Fuente: Propia.

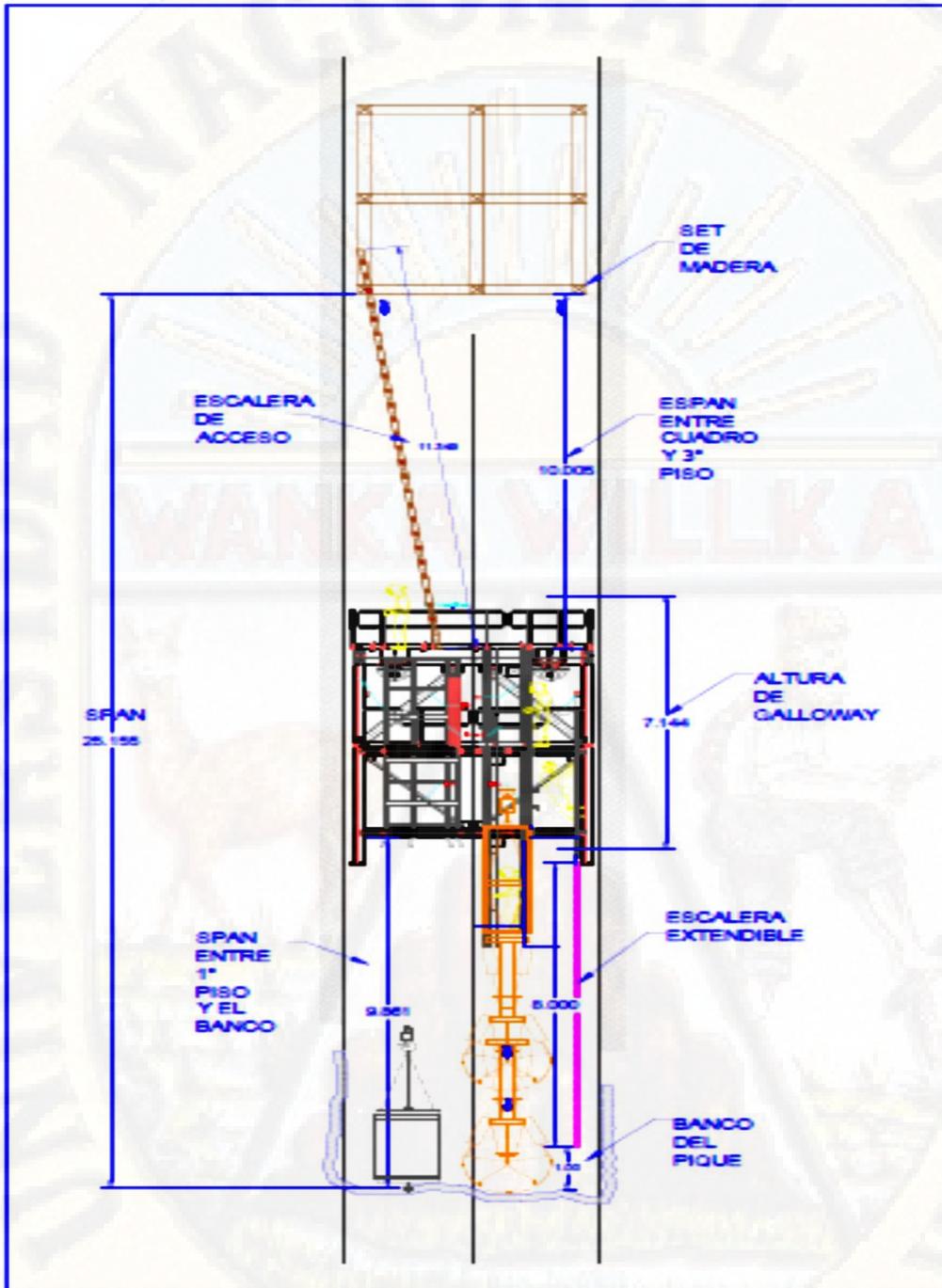
Fotografía 10: Supervisor de turno en el fondo del pique



Realizando la evaluación de resultados de voladura en medio banco.

Fuente: Propia.

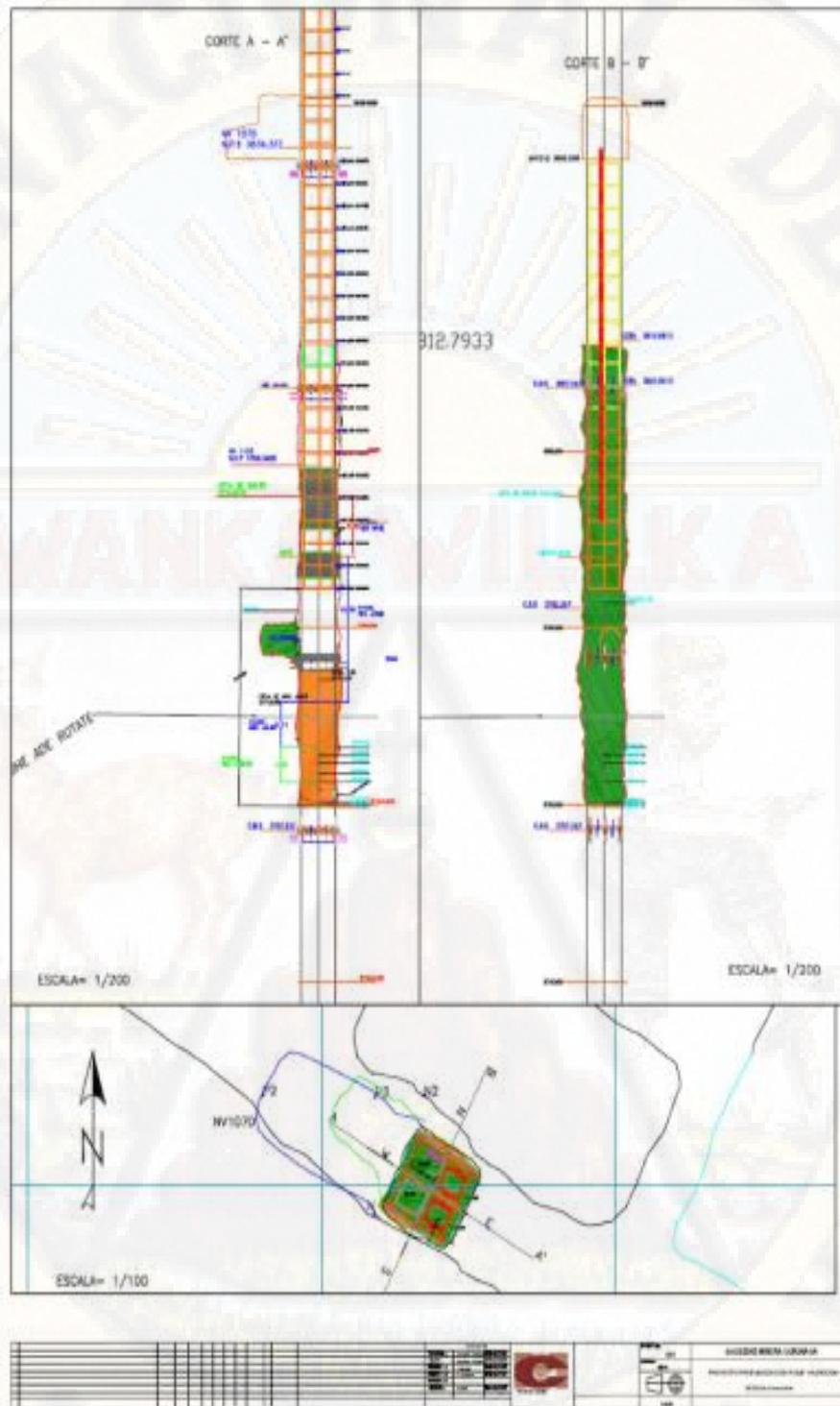
Plano 5: Span del último cuadro al fondo del pique



Span estándar para realizar la voladura en pique Yauricocha

Fuente: Área de topografía Dc. Mining

Plano 6: Dimensionamiento de la construcción del pique Yauricocha.



Span estándar para realizar la voladura en pique Yauricocha
Fuente: Área de topografía Dc. Mining