

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**“FACTORES GEOLÓGICOS, TÉCNICOS Y ECONÓMICOS, EN LA
CONSTRUCCIÓN MECANIZADA DEL PIQUE CIRCULAR EN LA U.M. ANIMON-
CHUNGAR, VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

DE: INGENIERIO DE MINAS

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

GRACE CASTILLO TUPAYACHI

ASESOR: ING. NOE CORNEJO CERECEDA

CUSCO - PERU

2019

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico mi trabajo de tesis a mis padres: Sr. Humberto Gonzalo Castillo y Castillo, quien, aunque no esté presente en vida siempre deseo que culminara mis estudios y nunca dejo de brindarme todo su apoyo; Sra. Marina Salome Tupayachi vda. de Castillo quien estuvo pendiente del terminó de mis estudios apoyándome en todo, a mis hermanos por su apoyo incondicional, a mi hija Romina quien es mi motor para seguir adelante, y a todos los amigos que me brindaron su apoyo para la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Mi sincera gratitud a mis padres, familiares, Docentes, amigos y todas las personas que contribuyeron en la realización de esta Tesis.

Al Ing. Noe Cornejo Cereceda, asesor y gran maestro; quien con mucha paciencia y preocupación asesoró mi Tesis.

De igual manera mi agradecimiento al Ing. Gilberto Donaires quien se dio el tiempo para poder guiarme en el desarrollo de mi tesis.

Mi reconocimiento y mi gratitud a los representantes de la Empresa especializada Dumas Perú SAC, por darme la gran oportunidad de trabajar en su empresa y así poder ser parte de este gran e innovador proyecto.

Expreso también mi eterna gratitud a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería de Minas, y Docentes, que durante mi permanencia universitaria me brindaron conocimientos que fortalecieron mi formación profesional.

Grace Castillo Tupayachi.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPITULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACION	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	2
a) General.....	2
b) Problemas Específicos	2
1.3. OBJETIVOS	2
a) General.....	2
b) Específicos.....	2
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	3
1.5. ALCANCES.....	3
CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	4
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	4
2.2. MARCO CONTEXTUAL	6
2.2.1. Identificación de la empresa	6
2.2.2. Localización de la empresa.....	6
2.2.3. Acceso	7
2.2.4. Clima y vegetación	8
2.2.5. Geomorfología.....	8
2.2.6. Geología Regional	8
2.3. BASES TEÓRICAS.....	9
2.3.1. Teoría relevante	9
2.3.1.1. Pique.....	9

2.3.1.2. Factores geológicos	14
2.3.1.3. Factores técnicos	20
2.3.1.4. Factores económicos	35
2.4. MARCO CONCEPTUAL.....	44
2.5. HIPOTESIS.....	45
2.5.1. Hipótesis General	45
2.5.2. Hipótesis Específicas	46
2.5.3. Variables e indicadores.....	47
CAPITULO III: METODOLOGIA	48
3.1. AMBITO DE ESTUDIO.....	48
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	49
3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	49
3.6. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	50
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES GEOLÓGICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS-CHUNGAR.....	51
4.1.1. Factores utilizados para el diseño del pique Jacob Timmers-Chungar.....	51
4.1.1.1. Fisiografía.....	51
4.1.1.2. Geología Regional.....	52
4.1.1.3. Geología local.....	53
4.1.1.4. Condiciones geomecánicas del macizo rocoso.....	55
4.1.1.5. Evaluación de las propiedades Físico-mecánicas de las rocas	57
4.1.1.6. Climatología	59
4.1.1.7. Hidrografía	59
4.1.2. Factores utilizados para la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.....	60

4.1.2.1. Hidrogeología	60
4.1.2.2. Hidroquímica.....	61
4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES TÉCNICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS-CHUNGAR	61
4.2.1. Factores utilizados para el diseño del pique Jacob Timmers-Chungar.....	61
4.2.1.1. Parámetros del diseño del pique	64
4.2.2. Factores utilizados para la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.....	66
4.2.2.1. Procedimiento para la Construcción del Pique.....	67
4.2.2.2. Cronograma de ejecución del pique Jacob Timmers.....	67
4.2.2.3. Ciclo de minado Pique Jacob Timmers	68
4.2.2.4. Excavación	70
4.2.2.5. Ingeniería del sistema de sostenimiento	70
4.2.2.6. Ingeniería del sistema de profundización	71
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES ECONÓMICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS- CHUNGAR	79
4.3.1. Presupuesto estimado para la construcción del pique	79
4.4. PRODUCCIÓN ACTUAL DEL PIQUE JACOB TIMMERS – CHUNGAR	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Las Coordenadas UTM.....	7
Tabla 2: Acceso a la mina Animón.....	7
Tabla 3: Clima y vegetación	8
Tabla 4: Geomorfología de la mina Animón	8
Tabla 5: Etimología de la palabra Fisiografía.....	14
Tabla 6: Calidad del macizo rocoso en función del RMR	18
Tabla 7: Operacionalización de variables	47
Tabla 8: Calculo geomecánico mediante el método RMR	57
Tabla 9: Sondeo W-004 a través de las pruebas de laboratorio.....	57
Tabla 10: Propiedades geomecánicas	59
Tabla 11: Parámetros de diseño del pique Jacob Timmers – Chungar	64
Tabla 12: Ciclo de minado PJT.....	69
Tabla 13: Construcción Pique.....	69
Tabla 14: Cantidad de explosivos y accesorios de voladura para pique.....	70
Tabla 15: Presupuesto total del proyecto Jacob Timmers: \$13,313,207	80
Tabla 16: Requerimiento final de presupuesto para la 1ra etapa	81
Tabla 17: Proyección de Costos.....	82
Tabla 18: Costos de transporte.....	83
Tabla 19: Total de costos de transporte	84
Tabla 20: Ahorro por costo de transporte	85
Tabla 21: Calculando la inversión total	86
Tabla 22: Depreciación aplicable a la operación	87
Tabla 23: Estado de resultados	88

Tabla 24: Flujo de caja.....	89
Tabla 25: Producción 2019 del pique Jacob Timmers – Chungar	90
Tabla 26: Análisis económico.....	90

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Plano de ubicación de la mina Animón.....</i>	7
<i>Figura 2: Pique Sección Rectangular.....</i>	12
<i>Figura 3: Pique Sección Circular, compartimientos: 1: de ascenso; 2: de escalera; 3: de tuberías y cables.....</i>	13
<i>Figura 4: Resistencia De La Roca Intacta</i>	17
<i>Figura 5: Número De Discontinuidades.....</i>	17
<i>Figura 6: Criterios Geomecánicos Osinerming</i>	18
<i>Figura 7: Método mecanizado de construcción de chimeneas usando un equipo Raise Borer ...</i>	22
<i>Figura 8: Esquema de operación de un equipo Raise Borer en un sistema convencional</i>	22
<i>Figura 9: Cargos de VRM están conectados e iniciados en un agujero ITH.....</i>	26
<i>Figura 10: Método de carguío del Cryderman.....</i>	28
<i>Figura 11: Distribución del cargador Riddell en la Excavación del Pique.....</i>	29
<i>Figura 12: Distribución del Cactus Grab en la Excavación del pique</i>	30
<i>Figura 13: Elementos de un Cactus Grab</i>	31
<i>Figura 14: Distribución del Cryderman en la Evasión del Pique.....</i>	32
<i>Figura 15: Diseño del GALLOWAY usado en la construcción del Pique Principal MARSA Fuente DUMAS PERU S.A.C.....</i>	34
<i>Figura 16: Comparación de tasas de crecimiento del costo de mantenimiento de máquinas similares.....</i>	42
<i>Figura 17: Topografía y ecosistema de la mina Chungar.....</i>	52
<i>Figura 18: Plano Geológico regional de la unidad minera Aminon.....</i>	53
<i>Figura 19: Estratigráfica local de la unidad minera Animón.....</i>	54
<i>Figura 20: Mapa Geológico local de la ubicación del Pique Jacob Timmers – Chungar</i>	55

<i>Figura 21: Parámetros GSI según el tipo de muestra (marga roja y marga gris).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 22: Lagunas escalonadas.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 23: Esquema en Superficie del Pique JT</i>	<i>62</i>
<i>Figura 24: Esquema en interior Mina del Pique JT.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25: Cronograma de ejecución del pique Jacob Timmers</i>	<i>68</i>
<i>Figura 26: Sostenimiento del pique con Shotcrete</i>	<i>71</i>
<i>Figura 27: Cryderman.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 28: Winches Timberland.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 29: Galloway.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 30: Baldes de profundización</i>	<i>74</i>
<i>Figura 31: Winches neumático Denver</i>	<i>75</i>
<i>Figura 32: Encofrado metálico</i>	<i>75</i>
<i>Figura 33: El Galloway y la grúa de Ton.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 34: Maniobra de la grúa para introducir el Galloway</i>	<i>76</i>
<i>Figura 35: Maniobra de descenso del Galloway</i>	<i>77</i>
<i>Figura 36: Galloway dentro de la apertura del pique</i>	<i>77</i>
<i>Figura 37: Sistema de profundización con Cryderman.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 38: Caseta de mando del Cryderman</i>	<i>78</i>

RESUMEN

La presente investigación titulada “FACTORES GEOLÓGICOS, TÉCNICOS Y ECONÓMICOS, EN LA CONSTRUCCIÓN MECANIZADA DEL PIQUE CIRCULAR EN LA U.M. ANIMON-CHUNGAR, VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A” tuvo como objetivo, describir los conocimientos, procedimientos y experiencias en geología técnicos-económicos que la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera S.A.A requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar. siendo una investigación de tipo básica, descriptivo, no experimental y de enfoque cualitativo teniendo como población al pique Timmers-Chungar diseñado y construido por la unidad minera Animón, ubicada en la parte central de la cordillera de los andes del Perú, lográndose identificar que, los estudios geológicos son los primeros que una unidad minera debe ejecutar antes de realizar el diseño del pique, debido a la importancia que refiere el determinar el tipo de roca y suelo que se excavará; asimismo, estos estudios se complementan con los estudios hidrológicos para la ejecución de la obra, debido a la afluencia de aguas subterráneas y su nivel de ph que podrían afectar la estructura construida y el revestimiento de concreto del pique; otro aspecto importante que se pudo observar son los criterios que la unidad minera Animón aplicó en base a la experiencia que lleva trabajando en yacimientos mineros subterráneos.

Finalmente se determinó que la construcción del pique Jacob Timmers del tipo circular ha sido rentable para la empresa minera Chungar, a pesar de tener una inversión de 13313207 dólares, puesto que no solo han recuperado la inversión, sino que el pique ha superado la productividad esperada.

Palabras claves: Pique, factores económicos, geológicos y técnicos

ABSTRACT

This research entitled "GEOLOGICAL, TECHNICAL AND ECONOMIC FACTORS, IN THE MECHANIZED CONSTRUCTION OF CIRCULAR PICK IN THE U.M. ANIMON-CHUNGAR, VOLCÁN COMPAÑÍA MINERA S.A.A" aimed to describe the technical-economic knowledge, procedures and experiences in geology that the Animón Chungar Volcán mining company S.A.A mining unit required for the design and construction of the Jacob Timmers-Chungar pique. being a research of basic, descriptive, non-experimental and qualitative approach taking into account the population at Timmers-Chungar picket line designed and built by the Animón mining unit, located in the central part of the Andes mountain range of Peru, being able to identify that, the geological studies are the first that a mining unit must execute before carrying out the design of the piqué, due to the importance it refers to when determining the type of rock and soil that will be excavated; specifically, these studies are complemented with hydrological studies for the execution of the work, due to the influx of groundwater and its ph level that could affect the built structure and the concrete siding of the pique; Another important aspect that could be observed is the criteria that the Animón mining unit applied based on the experience it has been working in underground mining deposits.

Finally, it was determined that the construction of the Jacob Timmers pique of the circular type has been profitable for the mining company Chungar, despite having an investment of 13313207 dollars, since it has not only recovered the investment, but that the pique has exceeded the expected productivity.

Keywords: Piqué, economic, geological and technical facto

INTRODUCCIÓN

En el Perú muchas empresas del sector minero, cuyos yacimientos se están explotando de manera subterránea van teniendo la necesidad con el transcurrir de los años de realizar la extracción del mineral y/o desmonte a mayores profundidades, hecho que implica también el transporte de personal, tanto para el ingreso y salida de sus labores; en ese sentido, nace la necesidad de que estas empresas por temas de costos de operación minera, además de la obtención de mayor productividad, utilicen piques y sistemas de izajes, haciendo de tal manera más eficiente su ciclo de producción. Sin embargo, para la determinación de los piques y sistemas de izaje a implementar, las empresas mineras requieren desarrollar estudios geológicos, geomecánicos e hidrológicos, así como también la infraestructura con la que cuentan o con la que quieran implementar, además del impacto económico que dicha implementación implique respecto a ahorros significativos de los costos de producción.

Al respecto, en el Perú se tiene que el pique Jacob Timmers – Chungar, diseñado y construido por la unidad minera Animón, el cual viene operando desde el año 2013, resulta ser el sistema de izaje más moderno que existe; por tanto, resulta interesante tanto para los profesionales del sector y además de las demás empresas mineras conocer los factores geológicos, técnicos y económicos en los que la unidad minera Animón se basó para el diseño y construcción de dicho pique.

Por tal razón, la presente investigación, a través de la revisión de bibliografía de libros, artículos científicos, información de la página web de la empresa Volcán compañía minera SAA. y estudios pasados como tesis nacionales e internacionales identifica y describe los factores geológicos, técnicos y económicos, que la unidad Minera Animón requirió para el diseño y construcción del mencionado pique; además de finalmente evaluar su rentabilidad económica al 2019.

CAPITULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACION

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La unidad minera Aminon es una empresa dedicada a la explotación de minerales Pb, Zn y Cu, el cual aplica diferentes métodos de explotación subterránea teniendo en consideración los resultados de las evaluaciones de las características geológicas y geomecánicas del yacimiento minero, dicha empresa está ubicada en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco y departamento de Pasco, a una altitud de 4,600 msnm.

Las grandes empresas mineras cuando requieren realizar la extracción del mineral de un yacimiento minero o el desmonte a mayores niveles de profundidad recurren a la construcción de piques y la utilización de un sistema de izaje, tanto para introducir materiales, maquinarias y al mismo personal; con el fin de incrementar la producción y reducir los costos, siendo los piques rectangulares los más utilizados, por ser más baratos; sin embargo, resulta ser determinante para la construcción de un pique los factores geológicos, técnicos y económicos.

Así mismo la mayoría de las empresas mineras utilizan un sistema convencional de piques lo cual es más económicos y poco eficiente en la capacidad productiva, donde el ascenso y descenso al frente de trabajo se realiza por medio de escaleras metálicas o de madera y la superficie de trabajo del minero y su ayudante, es una plataforma de madera que se va trasladando y cambiando de posición en altura, a medida que la excavación de la chimenea progresa o también utilizaban una chimenea ejecutada con maquina trepadora para ambos casos la sección de la chimenea es menor a la sección mayor del pique y se realiza de un nivel inferior a un nivel superior generalmente en rocas tipo I y II.

Actualmente en el Perú el sistema de izaje más moderno que existe es el Pique Jacob Timmers – Chungar de la unidad minera Animón, proyecto que se inició en el año 2010 y culmino en el año 2013; razón por la que, para el sector minería resulta importante conocer los criterios,

procedimientos y/o experiencias técnicas-económicas que dicha compañía minera utilizó para su diseño y construcción, tales como la naturaleza del suelo para las cimentaciones, los estudios de geología, hidrogeología, geotecnia y geomecánica, además de los costos de inversión.

En ese sentido, se plantea lo siguiente:

1.2.FORMULACION DEL PROBLEMA

a) General

¿Qué conocimientos, procedimientos y experiencias en geología técnicos -económicos se requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar en la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera SAA?

b) Problemas Específicos

- ¿Qué tipo de estudios geológicos técnicos económicos, se requirieron para el diseño del pique con Galloway y Cryderman?
- ¿Cómo fue el proceso constructivo mecanizado con el Galloway y Cryderman, en el avance del pique?
- ¿Cuál es la rentabilidad económica del pique con Galloway y Cryderman?

1.3.OBJETIVOS

a) General

Describir los conocimientos, procedimientos y experiencias en geología técnicos-económicos que la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera S.A.A requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.

b) Específicos

- Detallar los tipos de estudios geológicos técnicos económicos que se requirieron para la construcción mecanizada del pique con Galloway y Cryderman.

- Explicar cómo fue el proceso constructivo mecanizado del pique con el Galloway y Cryderman.
- Analizar la rentabilidad del pique con Galloway y Cryderman.

1.4.JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se justifica porque resulta importante para los profesionales y las unidades mineras del Perú conocer las consideraciones técnicas-económicas que se utilizaron en el diseño y construcción del pique Jacob Timmers – Chungar de la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera SAA, al ser este sistema de izaje el más moderno que existe en el Perú; lo cual representa una extensión tecnológica de innovación que resulta aplicable en la geotécnica y electro-mecánica de obras de ingeniería tanto mineras como civiles, aspecto que podría incidir en la mejora de su productividad.

1.5.ALCANCES

El presente trabajo de investigación se centra en identificar y describir las consideraciones técnicos-económicos que la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera S.A.A requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar y en base a ello determinar el costo total de inversión en el que incurrirían otras empresas mineras para la construcción mecanizada de un pique con Galloway y Cryderman similar al pique Jacob Timmers – Chungar.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Desde el año 2006, las áreas de Planeamiento y Proyectos de la U. M. Animón iniciaron los primeros estudios de un proyecto para la construcción de un nuevo pique considerando el límite de utilización del sistema de rampas para la extracción, dado la longitud que está teniendo y el incremento sostenido de la producción debido a la mayor profundización y el gran potencial del yacimiento.

Desde el año 2009, Volcán Compañía Minería (VCM) puso en marcha la construcción de piques, especialmente el Pique Roberto Letts; el horizonte del proyecto una vez culminado el montaje sería de 9 años con las reservas actuales. Ello ha significado que, de la producción de 600 TMPD de aquel entonces, la producción actual de la U. M. Andaychagua se incremente a 3,200 TMPD.

Lo importante es considerar que la tecnología de excavación de piques en minas peruanas empleando el criterio de profundización mecanizada, es completamente novedosa, y aun así con dicha restricción se puso en marcha el proyecto, lo que hace de ella un punto de partida tecnológico en la actividad minera.

2.1.1 Antecedentes Nacionales.

Mamani D. (2014) en su investigación titulada “Consideraciones de diseño para construcción de un pique forma circular caso – Andaychagua pique Roberto Letts” desarrollado en la Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Geológica, minería y metalúrgica, llegando a resultados que fueron los fundamentos que favorecen a la elección de un pique de forma circular los cuales:

- Tienen costos menores de revestimiento, el revestimiento toma la forma ideal para obtener máxima resistencia, asemejándose a la de un cilindro cerrado, así mismo evita la construcción de ángulos que es más costosa y lenta.
- La presión se reparte uniformemente por todo el perímetro, las ventajas crecen a medida que aumenta el diámetro del pique, la forma circular ofrece una mejor resistencia a las deformaciones por presión lateral, en formaciones inestables el pique de forma circular es adaptable para una variedad de materiales de revestimiento, en terreno malo la forma del pique estaría condicionada a circular o elíptica, donde se dimensionará el espesor de revestimiento.
- Para la ejecución de un pique circular se debe considerar todos los parámetros en el diseño según propósito de la obra, el diámetro del pique está sujeto a variables particulares para cada proyecto, no hay un diámetro económico, el costo de acarreo mediante rampas es más costoso que por sistema de izaje.

Cáceres J. & Perez J. (2015), en su investigación titulada “Proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 - Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.” en la Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ingeniería de Minas, el objetivo principal fue de Determinar cómo influye el Proyecto Pique Central para la Explotación debajo del Nivel 1400 en Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C. utilizo el método científico, llegando a los siguientes resultados:

- Luego de interpretar los resultados de los trabajos de exploración se ha determinado como reserva probada y probable 1 009 799 TM de mineral.
- El Nuevo pique central debe ser construido desde el Nivel 1400 hasta el Nivel 1700, alcanzando el pique una longitud de 428 metros. La sección de la excavación será de 4,81 m x 2,31 m; y tendrá tres compartimientos, uno para camino y otros dos para skips.

- La ubicación del Pique Central, será de acuerdo a la opción 6; esta opción cumple con los cinco factores considerados para la elección de la ubicación adecuada del Pique Central llamado Pique Rosario en las Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.
- El Costo Total el pique será de 3 260 468 U.S. \$; el costo por metro lineal será de 7 604,40 U.S. \$/m y el costo de inversión unitario será de 3,229 U.S. \$/TM.
- El cronograma de inversiones para la construcción del nuevo pique central tendrá una duración dos años y tres meses.

2.2. MARCO CONTEXTUAL

2.2.1. Identificación de la empresa

La unidad minera Aminon es propiedad de la empresa administradora Chungar S.A.C., la cual a su vez es una subsidiaria de la empresa Volcán Compañía Minera S.A.A.

La unidad minera Aminon es una empresa dedicada a la explotación de minerales Pb, Zn y Cu, para tal efecto aplica diferentes métodos de explotación subterránea teniendo en consideración los resultados de las evaluaciones de las características geológicas y geomecánicas del yacimiento minero.

2.2.2. Localización de la empresa

Está ubicado en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco y departamento de Pasco, a una altitud de 4,600 msnm.

Tabla 1: Las Coordenadas UTM

P.P : ANIMON
N : 8'780,728
E : 344,654
La altitud de la mina se encuentra en 4,600 m.s.n.m., dentro de la hoja 23-K - Ondores.

Figura 1: Plano de ubicación de la mina Animón



2.2.3. Acceso

La mina Animón cuenta con tres vías posibles:

Tabla 2: Acceso a la mina Animón

Ruta						Distancia	Tiempo	Asfalto	
						Km	Hrs	%	
Lima	⇒	Oroya	por	C. de Pasco	a	Animón	328	6	100
	⇒	Huaral		Animón		225	4	30	
	⇒	Canta		Animón		219	4	30	

2.2.4. Clima y vegetación

La zona presenta siguientes características que describen de manera sistemática y organizada:

Tabla 3: Clima y vegetación

Zona				
	Característica		C°	Meses
	Frígido		3	Ene – Mar
Clima	Seco	Temperatura	4	Ene – Mar
	Típico de las puna		Bajo cero	Abril – Junio

La presencia de vegetación de la zona es propia y característico de la región puna con cordilleras ponderados, y cuenta en general con pastos conocidos como ICHUS por los habitantes y pastos de carácter silvestres.

2.2.5. Geomorfología

Las características geomorfológicas se presentan a continuación de forma esquemática:

Tabla 4: Geomorfología de la mina Animón

Geomorfología			
Superficie	Ambiente	Altitud	Altitud de la mina
Puna	Glaciar	msnm	msnm
		4,200	4,600

2.2.6. Geología Regional

La Cordillera de los Andes en el Perú Central, tiene un ancho aproximado de 300 Km. y ha sido intensamente plegada, fallada y contiene una gran variedad de yacimientos minerales.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Teoría relevante

2.3.1.1. Pique

Los piques constituyen labores verticales o subverticales, construidas en descenso y son de sección circular, rectangular o cuadrada y que requieren una completa infraestructura de apoyo, superficial y subterránea; que sirven de comunicación con interior mina y la superficie exterior, así también cuando se requiere profundizar una mina; o para la extracción de mineral y desmonte; la cámara de winche está ubicada en el interior de la mina o al exterior. (Salinas T, 1998)

Mismo autor Salinas (1998) indica que para la construcción de piques se tiene que tener una serie de subproyectos en consideración para una infraestructura adecuada.

- Definición del arreglo superficial del pique.
- Diseño y construcción de un peinecillo o castillete.
- Definición de los equipos de izamiento.
- Diseño del método de excavación.
- Diseño de los sistemas de drenaje y ventilación.
- Suministros de aire comprimido y agua.
- Suministro de energía eléctrica
- Definición del arreglo seccional del pique.
- Definición del sistema de sostenimiento.
- Proyectos específicos de Obras Civiles para la construcción

Importancia de un pique

El pique, en un contexto de minería o explotación minero, es una perforación con una orientación vertical con el fin de alcanzar las profundidades de la tierra, y con ello se simplifica otros procesos que se realizaban con otras técnicas; razón por la cual es de suma importancia en

las actuales ejecuciones mineras, “El propósito de un pique es para la extracción de minerales, así como de estéril provenientes de la explotación de una mina subterránea; así mismo para el acceso del personal y materiales en la actividad subterránea (Salinas T, 1998). es decir, la importancia de construir un pique esta en estrecha relación con el papel que desempeña el mismo en las labores propias de una minera.

(Salinas T, 1998) indica también que el pique se emplea para lograr la entrada de un aire fresco al nivel subterráneo, para que salga el aire viciado, para la exploración antes de realizar las labores propias de determinación de reservas de los minerales como el acceso: de una máquina de sondaje, de toma muestra, los estudios de carácter geomecánicos.

Asimismo (Salinas T, 1998) indica que la profundización del pique constituye uno de los factores relevantes a estudiar en la etapa de la construcción un pique completamente o parcialmente vertical. Generalmente las operaciones de un pique de tipo vertical son más ventajosas a comparación de en uno inclinado.

Objetivos de un pique

Los objetivos de un pique como señala (Pérez V, 2015) tiene que estar acorde con los siguientes aspectos:

- A la velocidad de los winches de extracción.
- Los costos de mantención de un pique vertical son más económicos puesto que, en el movimiento y la extracción del balde solo existe un punto de contacto entre las guías del sistema y el elemento de guiado del balde.
- En una etapa de construcción mantener la plataforma de trabajo con su sistema de guiado colgante sea esta fijo o flexible será más simple, que ir instalando rieles en una etapa de profundización.

- La profundización de un pique vertical es de mayor velocidad que un pique inclinado, conocer esto es importante en proyectos para la edificación de nuevas minas ya que, al pasar el tiempo de profundización, también se incrementa la carga financiera para el proyecto en ejecución.
- La profundización de un pique completamente vertical es posible ejecutar en casi todo tipo de terreno, tomando en cuenta el manejo del sistema de revestimiento (Pérez V, 2015).

Tipos de Piques

(Marcos C, 2016) indica que los piques para las minas, por lo usual tienen una forma o estructura circular y rectangular, sin embargo existen los de sección curvilínea, pero se emplean muy raramente en la actualidad. Para una adecuada elección de la forma de una sección transversal, es muy necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

La calidad del macizo rocoso.

- El tiempo de servicio y el destino final del pozo.
- El material de fortificación a ser utilizado.

Muy independientemente de la forma que tenga el pique, será muy necesario considerar estos aspectos relevantes para que un pique tenga éxito, asimismo la seguridad de los trabajadores y materiales dentro del pique depende mucho de la calidad de la roca y por ende de la fortificación adicional.

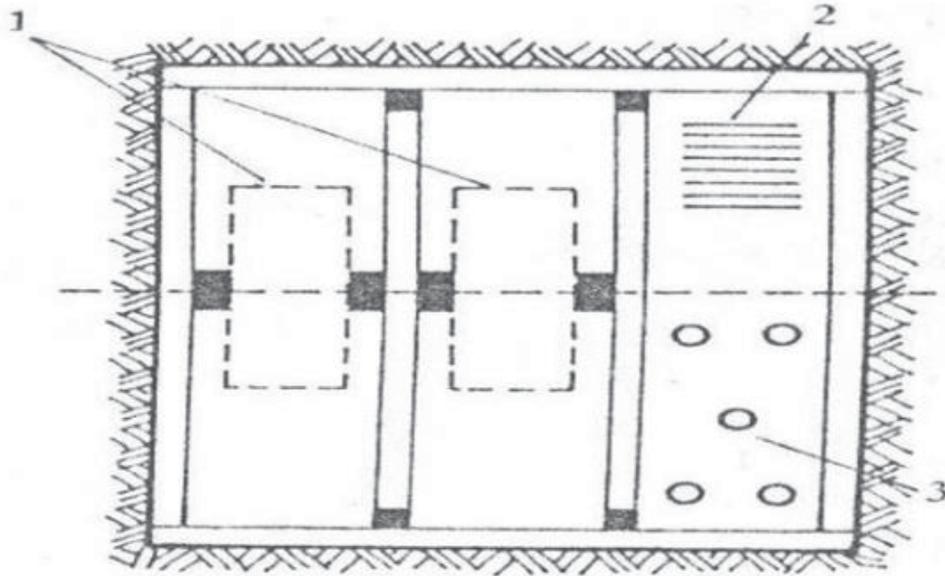
Pique Sección Rectangular

Es pique con sección rectangular es un método tradicional los cuales generalmente están perforados en rocas de buena calidad con sostenimientos o revestimiento de madera (Salinas T, 1998) indica que la forma más empleada; sin embargo, posee las desventajas siguientes:

- Cierta dificultad en la formación de los ángulos rectos y en rocas fuertes.
- Cierta nivel de deformación significativa en la fortificación en las rocas

- Inestables y débiles.
- Mala distribución del nivel de labor alrededor de una excavación.
- Mala distribución del nivel de labor alrededor de una excavación.

Figura 2: Pique Sección Rectangular

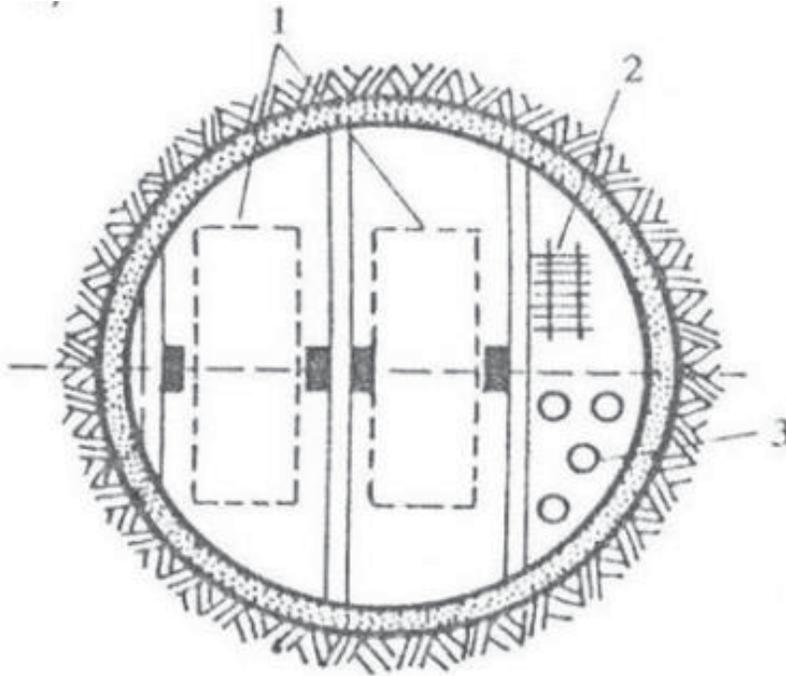


Fuente: (Construcción de Tuneles, Piques y Chimeneas, 1998): Compartimientos: 1: de ascenso; 2: de escalera; 3: de tuberías y cables

Pique Sección Circular

(Salinas T, 1998) indica que la sección circular emplea un revestimiento de hormigón, lo cual ciertamente garantiza una estabilidad adecuada, porque la fortificación resiste mejor la presión de las rocas circundantes; razón por la cual, se distribuye de modo uniforme. Asimismo, los piques de sección circular presentan un menor coeficiente en la resistencia aerodinámica. es decir el pique de sección circular es más estable y resistente en comparación con el de sección rectangular.

Figura 3: Pique Sección Circular, compartimientos: 1: de ascenso; 2: de escalera; 3: de tuberías y cables



Fuente: (Construcción de Tuneles, Piques y Chimeneas, 1998): Forma Circular de la Sección Transversal de un Pique

Piques Inclinados

Cuando las características de un terreno son deficientes la construcción de rampas es muy difícil y costosa y por ende se opta por construir un pique inclinado, puesto que estos pueden acomodarse de acuerdo a la conveniencia del diseño mineral en producción (Mamani A, 2014) indica que los piques inclinados presentan las siguientes características:

1. Estos piques se emplean con el fin de profundizar la mina en vetas.
2. Hasta de dos compartimientos de lado a lado, o de abajo y arriba
3. La inclinación de los ángulos es de 30° y 73° .
4. La inclinación de los piques consta de dos y tres compartimientos.

5. La producción con la presencia de un pique inclinado alcanza hasta los 16,000 TM entre desmonte y mineral.
6. Estos piques se pueden profundizar hasta unos 4 niveles.
7. Los piques inclinados son aplicados para producciones en escala menor.

2.3.1.2. Factores geológicos

Geología

(Navea G., 2007) Indica que “la geología es la ciencia que estudia la estructura interna de la Tierra y su composición, así como los cambios que ha sufrido a lo largo del tiempo geológico”.

(Duque E, 2013) señala que la Geología es la ciencia que estudia el planeta Tierra en su conjunto, se dedica a describir los materiales que la forman con el fin de averiguar su evolución y pretende descubrir y comprender las causas de los fenómenos de carácter exógenos y endógenos.

El tiempo en la geología se mide en millones de años.

(Serrato Á, 1969) menciona a (Villota, 1992) quien indica que la etimología del término fisiografía es:

Tabla 5: Etimología de la palabra Fisiografía

	Voz latina	Significado
Fisiografía	Graphos	Descripción.
	Physios	Naturaleza

Estos términos en conjunto nos quieren decir la "descripción de la naturaleza y su producción", entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo, asimismo la fisiografía no solo describe los aspectos relativos a la litósfera (relieve, materiales, edad de las formaciones superficiales y los procesos morfogenéticos), al igual la geomorfología, sino que también describe los relativos al clima, al agua y los seres vivos.

Desde un punto de vista pragmático, la fisiografía comprende los estudios, las descripciones y las clasificaciones de la geofoma del terreno en investigación, considerando los aspectos propios de la geomorfología, la geología, el clima actual y pasado, la hidrología, aspectos bióticos. (Serrato Á, 1969) y por su parte Villota (1997) indica que el análisis fisiográfico constituye un método bastante moderno para interpretar las imágenes de superficies terrestres, que se fundamentan en la relación suelo – paisaje.

Hidrografía

(OHI Pub. S-32) citado por (MONACO, 2010) indica que es una rama de las ciencias aplicadas que se ocupa de la medida y la descripción de las características del mar y de las áreas costeras con el propósito primario de la navegación y el resto de los propósitos y actividades marinas, incluyendo actividades costa afuera, la investigación, la protección del ambiente, y servicios de predicción. Es decir, la hidrografía trata el conjunto de los mares, lagos, ríos y otras formas de agua.

Macizo rocoso

De acuerdo a los autores (Ferrer, 2007) el macizo rocoso constituye un medio discontinuo, porque presenta un comportamiento geomecánico que es posible de estudiar y categorizar en función a la aptitud para sus aplicaciones. Y por este motivo se realizaron las siguientes clasificaciones del macizo rocoso:

- La resistencia de los materiales rocosos
- La RQD
- El espacio y la orientación de discontinuidad.
- Las condiciones de la discontinuidad
- La estructura geológica y las fallas individuales.
- Las filtraciones
- El estado tensional

Las clasificaciones descritas nos permiten caracterizar la calidad del macizo rocoso.

RMR

Es un sistema o metodología que permite a las personas clasificar el macizo rocoso de acuerdo a la calidad de la misma, para lo cual analiza las propiedades geomecánicas que poseen estas.

Calidad de roca

En los trabajos mineros es importante analizar la calidad de la roca, o la resistencia de la roca macizo, de acuerdo a las evaluaciones geomecánicas realizadas a lo largo de la historia de los trabajos en los yacimientos mineros, es frecuente presencia de las rocas o estructuras rocosas de muy mala calidad, donde se hace presente la preocupación principalmente por el riesgo de fallas o caída de rocas, o los derrumbes y asentamientos a gran escala o de gran magnitud.

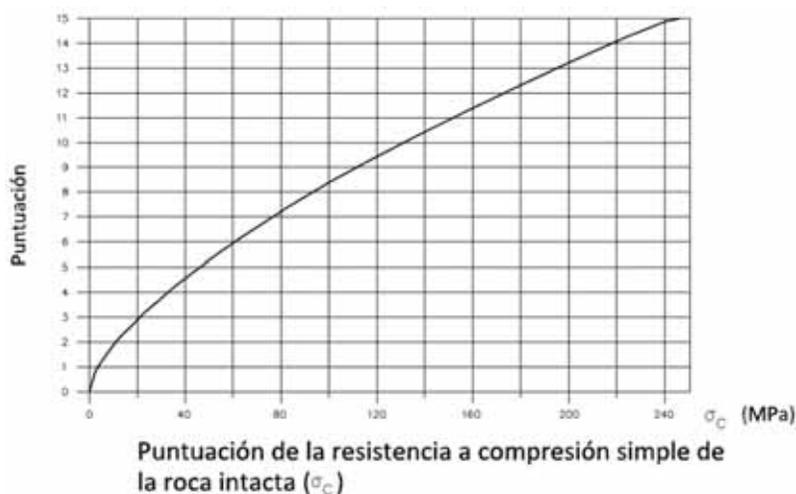
Asimismo, para mayor seguridad en esto de tipo de trabajos es necesario tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- La ubicación del yacimiento con relación a las características geológicas del lugar
- La resistencia y el grado de las alteraciones de las estructuras rocosas.
- La presencia y las características de las aguas subterráneas.
- La altura a la superficie de las operaciones que están desarrollando.
- Los espacios existentes entre las fracturas
- La resistencia del mineral
- La estructura de la superficie.
- El tipo de relleno las fisuras
- El tipo de manifestación de las aguas subterráneas.

Cálculo del RMR

A continuación, se presenta las tablas para determinar el valor de RMR básico mediante la valoración de los cinco parámetros que la conforman, y la tabla para determinar los factores de corrección por orientación del eje del túnel, influencia de la plastificación del frente ni el factor por posible excavación con tuneladoras (OSENERMING, 2000).

Figura 4: Resistencia De La Roca Intacta



Fuente: OSINERMING

Figura 5: Número De Discontinuidades

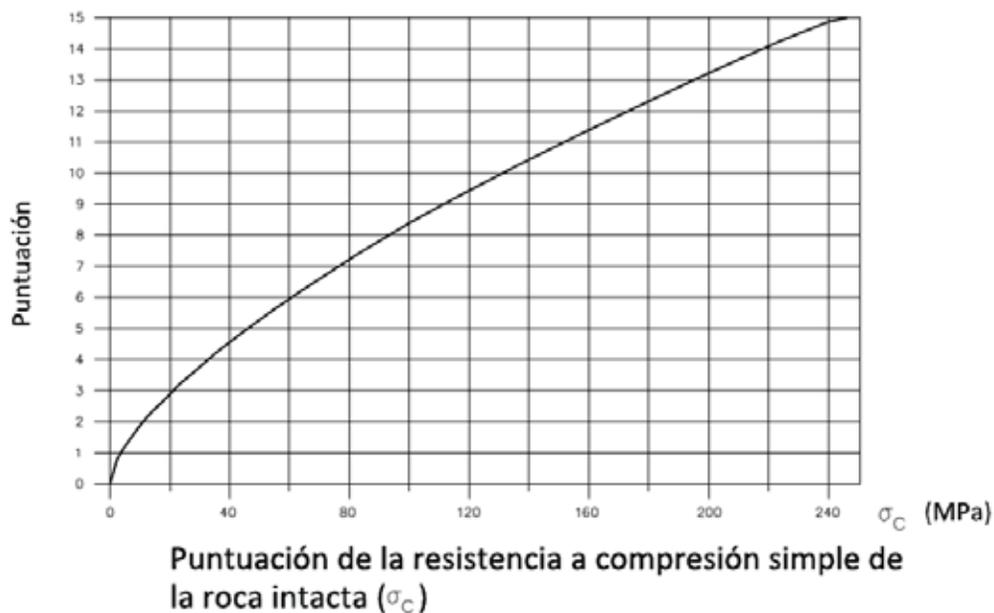


Tabla 6: Calidad del macizo rocoso en función del RMR

CLASE	RMR	CALIDAD DE LA ROCA
I	81-100	Muy buena
II	61-80	Buena
III	41-60	Regular
IV	21-40	Mala
V	0-20	Muy Mala

Figura 6: Criterios Geomecánicos Osinermining

3. Condición de discontinuidades					
Continuidad	< 1 m	1 – 3 m	3 – 10 m	> 10 m	
	5	4	2	0	
Rugosidad	Muy rugoso	Rugoso	Liso	Espejo de falla	
	5	3	1	0	
Relleno de falla	Duro		Suave		
	< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm	
	5	2	2	0	
Alteración	Inalterada	Moderadamente alterada	Altamente alterada	Descompuesta	
	5	3	1	0	
4. Presencia de agua					
Estado del macizo	Seco	Húmedo	Mojado	Goteando	Flujo de agua
Valoración	15	10	7	4	0
5. Alterabilidad					
Alterabilidad I_{d2} (%)					
> 85	60 – 85	30 – 60	< 30		
10	8	4	0		

Fuente: (Ucs) Guía De Criterios Geomecánicos Osinermining

Cálculo del Índice de Resistencia Geológica (GSI)

De acuerdo a Hoek (1994) el índice de GSI (resistencia geológica) se desarrolló para contrarrestar los problemas detectados en el empleo del índice RMR con el objetivo de evaluar la resistencia los macizos rocosos de acuerdo al criterio universal del investigador Hoek Brown (Inyge, 2019). Este índice de GSI que mide la calidad geotectónica, se determina en base a dos parámetros que indican la capacidad en cuanto a resistencia y la asimetría de los macizos rocosos:

- El RMS: estructura del macizo rocoso mide la blocosidad y la trabazón
- El JC (condición de estructuras) determina la condición de estructuras del macizo rocoso.
- El GSI es la evaluación se realiza por medio de la comparación de los casos que interesa, de acuerdo a las condiciones siguientes: típicas y su variación de 0 a 100. Lo cual nos permite clasificarlo de la siguiente forma:
 - Muy mala calidad (clase V: de 0 a 20: GSI)
 - Mala calidad (clase IV: de 20 a 40: GSI)
 - Regular (clase III: de 40 a 60: GSI)
 - Buena (clase VI: de 60 a 80: GSI)
 - Muy buena (CLASE: de 60 a 100: GSI)

Asimismo, al emplear esta herramienta de GSI es necesario considerar los siguientes casos:

- No se puede aplicar este método en caso de que se presente un macizo rocoso con claro control estructural, y se debe proceder con mucho cuidado.
- No se debe aplicar en casos de resistencia en compresión uniaxial de las rocas intactas.
- No se debe aplicar cuando se presentan espaciamiento entre estructuras (implicaría evaluar la blocosidad)
- No considera la condición de aguas, dado que define en términos de termino efectivo.

El índice GSI debe determinar en rangos y no se debe considerar como un valor determinado o específico. Asimismo, en la práctica es muy frecuente definir un rango en promedio de unos 15 cotes o puntos. (Inyge, 2019)

2.3.1.3. Factores técnicos

Métodos de Construcción de Piques

a) Método de Construcción Semi-Mecanizado (Cryderman, Galloway)

(Salinas T, 1998) indica que este método es utilizado recién en el siglo XIX, se implementa asimismo inicialmente se implementa en Sudáfrica y luego es perfeccionado en Canadá. Este tiene como principal fuente de energía al aire comprimido.

Uso de piloto: este piloto puede ser generalmente constituido por una chimenea convencional o ejecutada con una trepadora; para los cuales la sección de la chimenea debe tener un menor tamaño en comparación con la sección del pique y se realiza en rocas con calidad de tipo I y II; la cual sirve de cara libre y así mismo cumple la función de echadero para el material desecho de la voladura del contorno de los piques (Salinas T, 1998).

Los Piques Ciegos: es la abertura que no posee chimenea piloto y todas las actividades de profundización se realizan únicamente desde la parte superior. Generalmente se usa el banqueo que constituye un método para profundizar el área, asimismo se puede ejecutar con máquinas eléctricas o máquinas neumáticas, llamados jumbo y sinker en la orden señalada. La principal característica es que no presenta una cara libre o piloto (Salinas T, 1998). Estos piques presentan un ciclo de trabajo más complejos ya que requieren servicios adicionales que también se realiza desde la parte superior.

Con fines de este estudio, se opta por un pique con piloto ciego, que son más eficientes en cuanto a costo, por tratarse de Margas grises y rojas en comparación de un piloto semi-mecanizado o un piloto convencional. (Salinas T, 1998).

Ventajas y Desventajas del Método

Ventajas:

- Se consolida la completa verticalidad de un pique.
- El avance nos facilita la instalación de: encofrado metálico, sets y servicios permanentes para el pique.
- Es independiente a las demás labores en interior mina
- Asegura el acondicionamiento de las estaciones en cada nivel.
- Posibilita la planificación anticipada al constituir un proyecto independiente.
- Es posible programar disparos de acuerdo a la necesidad de la operación.

Desventajas:

- El riesgo se comporta directamente proporcional a la profundidad de un pique.
- Demanda controles únicos y precisos por cada actividad de riesgo alto y medio.
- La prolonga del ciclo minado condiciona la profundización de la tarea.
- No es posible realizar labores simultáneas.
- La excavación a semi y totalmente mecanizada le proporciona la velocidad al desarrollo de la actividad, sin embargo, puede demandar más costos.

b) Método de Construcción Mecanizado (Raise Boring)

El método mecanizado de construcción consiste en el empleo de maquina electro hídrica y requiere la construcción de una chimenea con una plataforma trepadora (Salinas T, 1998) indica que el método de construcción se ejecuta por medio de la chimenea, entre ellos esta las Raise-Borer, agrega la utilización del equipo que realiza las operaciones siguientes:

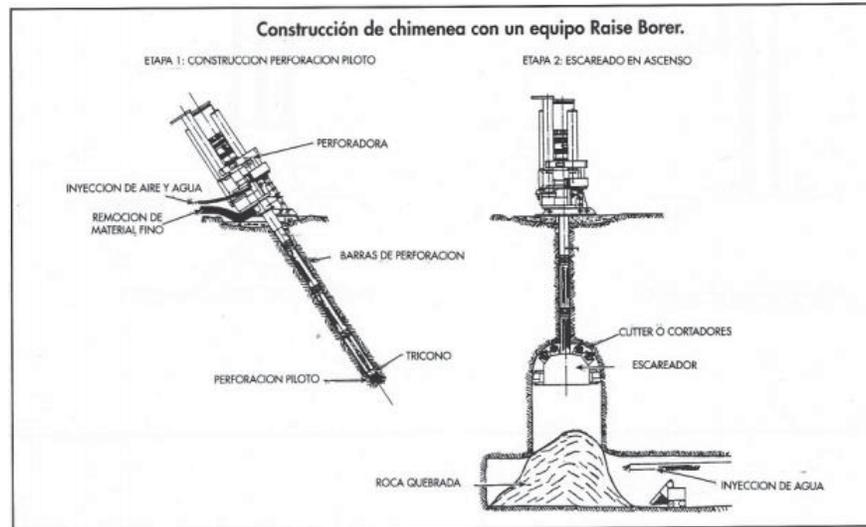
- La construcción de un tiro piloto de uno a otro nivel.
- Un escariado del piloto a una sección indicada sin la necesidad de emplear los explosivos.

(Salinas T, 1998) indica que de acuerdo a los antecedentes históricos el primero de este tipo equipos se empleó en los EEUU, el cual tenía la capacidad de perforar un tiro piloto de un diámetro de 0,2 mts., para luego taladrar a un diámetro de 0,9 mt.

Estos equipos constituyen una herramienta útil en la minería y la construcción, los cuales posibilitan excavar chimeneas de diámetros de 0,7 mts a 6,4 mts. y pueden alcanzar una longitud entre 500 y 600 mts. La elección de un equipo adecuado dependerá de la calidad de la roca.

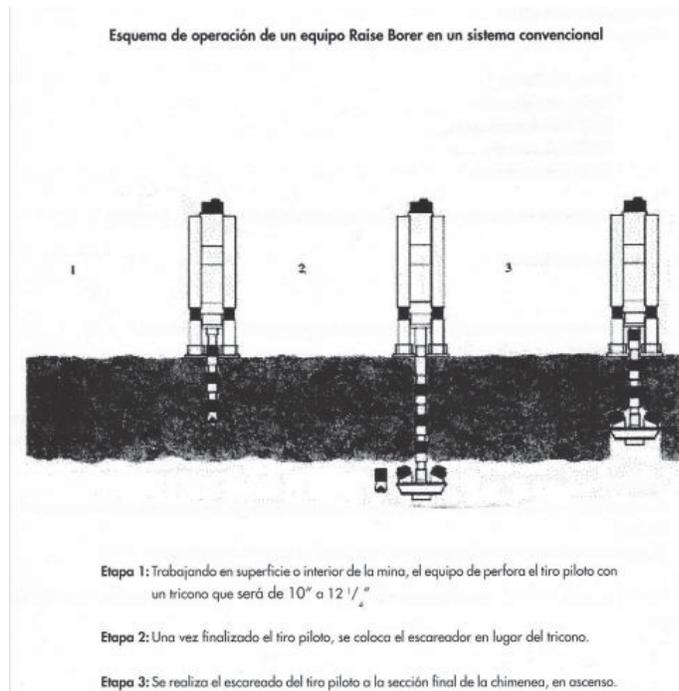
En la figura a siguiente se ofrece un panorama del método convencional de construcción de una chimenea empleando un equipo Raise Borer.

Figura 7: Método mecanizado de construcción de chimeneas usando un equipo Raise Borer



Fuente: Construcción de Túneles, Piques y Chimeneas por Camilo Salinas T.

Figura 8: Esquema de operación de un equipo Raise Borer en un sistema convencional



Fuente: Construcción de Túneles, Piques y Chimeneas por Camilo Salinas T.

Ventajas y desventajas del Método

(Pérez V, 2015) indica que las Ventajas de este método son:

- Son altamente seguros.
- No presenta daño en las rocas circundantes.
- Muy buena productividad, medida en hombres-día por metro de avance.

(Pérez V, 2015) indica que las Desventajas de este método son:

- Se requiere alta especialización del personal en la operación y mantenimiento del equipo.
- Requiere de infraestructuras previas, tales como: estación de perforación, tendidos eléctricos, estanques, etc. antes de iniciar las labores de perforación.
- No se puede modificar el rumbo e inclinación de la chimenea, una vez iniciada.
- Se requiere un tiempo en traslados y montajes antes de iniciar la construcción de la chimenea.

- Es necesario preparar la estación del equipo realizando un desquinche hacia el techo de la galería, para formar una pequeña caverna donde pueda operar. El equipo requiere una altura de unos 4,0 a 5,5 m. en un área de 3,0 m. de ancho y unos 4,0 m. de largo, dependiendo del modelo a utilizar.
- Se requerirá construir la plataforma de apoyo del equipo que será de hormigón tipo H-25 de 2,0
- 2,0 m. y un espesor de 0,20 m.
- Es un equipo costoso, de alta inversión, por lo que es conveniente su adquisición con un soporte de metros de chimeneas a construir, con el fin de ir amortizando la inversión.

c) Pique con Piloto de Chimenea Convencional

Corresponde a la construcción de chimeneas “en la cual ascenso y descenso al frente de trabajo se realizó por medio de escaleras metálicas o de madera y la superficie de trabajo del minero y su ayudante, es una plataforma de madera que se va trasladando y cambiando de posición en altura, a medida que la excavación de la chimenea progresa. Las chimeneas con piloto convencional son: Chimenea Convencional ascendente, la perforación se realiza con perforadoras stoper, la Chimenea Convencional ascendente con Alimak, la perforación se realiza con perforadoras stoper (Salinas T, 1998). Asimismo, indica que las secciones máximas de trabajo recomendables con excavación a sección completa son: En sección circular, En sección cuadrada.

El método convencional es autónomo hasta los 35 m., sobre esa altura de construcción, se vuelve altamente Inseguro.

La perforación se realiza con máquinas livianas tipo stoper, de 30 a 40 kgs., las cuales tienen la particularidad de poder perforar en forma vertical y ascendente. En este tipo de máquinas el émbolo de empuje se encuentra fijo al extremo anterior de la máquina, evitando el pivoteo que tienen las máquinas livianas para perforación de galerías (Salinas T, 1998).

El consumo de aire comprimido de estas máquinas es de 140 cfm, como en el caso del modelo BBC-16W, a 200 cfm en el modelo BBD-94W, ambas de la fábrica Atlas Copco.

El diagrama de perforación, normalmente utilizado es en base a ranuras en V, y el consumo de explosivos dependerá de la sección a excavar. Por las características de este tipo de excavación se usarán solo explosivos encartuchados (Salinas T, 1998).

Asimismo, indica que el método es seguro hasta la altura indicada, y la tendencia actual es privilegiar una alternativa mecanizada en la construcción de chimeneas que están en el límite de la autonomía del método convencional.

- **Ventajas del método convencional.**

“No requiere instalaciones ni infraestructura previa al inicio de la excavación de la chimenea propiamente tal” (Salinas T, 1998) indica que el rumbo y la inclinación de la chimenea puede ser modificado, durante el desarrollo de la chimenea, cuidando mantener la inclinación adecuada para el escurrimiento de la saca o material quebrado proveniente de la tronadura.

A través de la perforación se puede lograr un buen control estructural de las cajas de la chimenea, utilizando, además, explosivos adecuados según la calidad de la roca que se vaya encontrando. La utilización de tronadura amortiguada en el contorno de la chimenea, mejorará la calidad de la excavación (Salinas T, 1998).

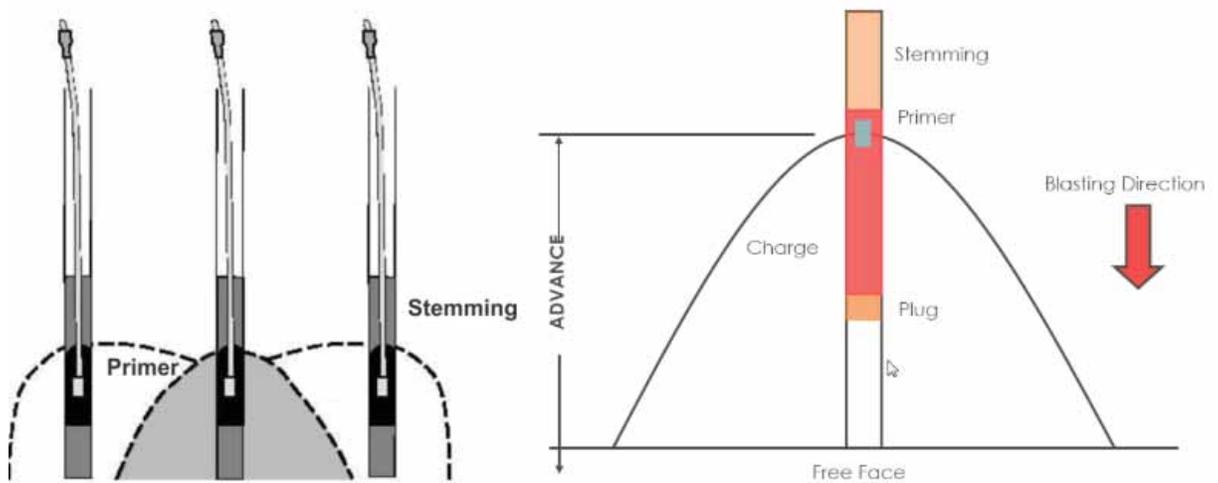
Las operaciones de sostenimiento, pueden realizarse inmediatamente y por las características de este método se podrán efectuar inspecciones visuales de la calidad del macizo rocoso, en forma constante, durante todo el desarrollo de la chimenea (Salinas T, 1998).

- **Desventajas del método convencional.**

“Es un método que involucro altos riesgos de accidentes por el solo hecho de ser operaciones en altura. Por lo anterior se requiere una constante observación de los procedimientos utilizados y las medidas de seguridad adoptadas”, asimismo (Salinas T, 1998) refiere Es un método que involucro un considerable tiempo del ciclo, por el hecho de tener que ir formando la superficie de trabajo del minero, disparo a disparo.

Es de baja productividad medido en términos de hombres-día por metro de avance, y comparado con los desarrollos horizontales.

Figura 9: Cargos de VRM están conectados e iniciados en un agujero ITH.



Fuente: (Iring, 2015)

Cryderman

Consiste fundamentalmente en equipo de carguío diseñado bajo el mismo concepto que el clamshell, con la salvedad que los cables de operación se han reemplazados por cilindros neumáticos que le proporcionan una gran autonomía de operación en cualquier sección de excavación de pique (Salinas T, 1998).

“La cuchara está formada por dos partes similares y la operación de apertura y cierre se realiza por medio de dos cilindros accionados por aire comprimido ubicados uno en cada parte” (Salinas T, 1998).

(Salinas T, 1998) indica que “la posición del equipo en cualquier punto de carguío, en el área del pique, se realiza mediante un cilindro central retráctil que permite el acercamiento o alejamiento de la cuchara al punto de carguío”.

En la operación de tronadura, el equipo es izado, por medio del cilindro retráctil, dentro de la plataforma de trabajo al espacio, que, en la operación de carguío, lo ocupa el operador del equipo.

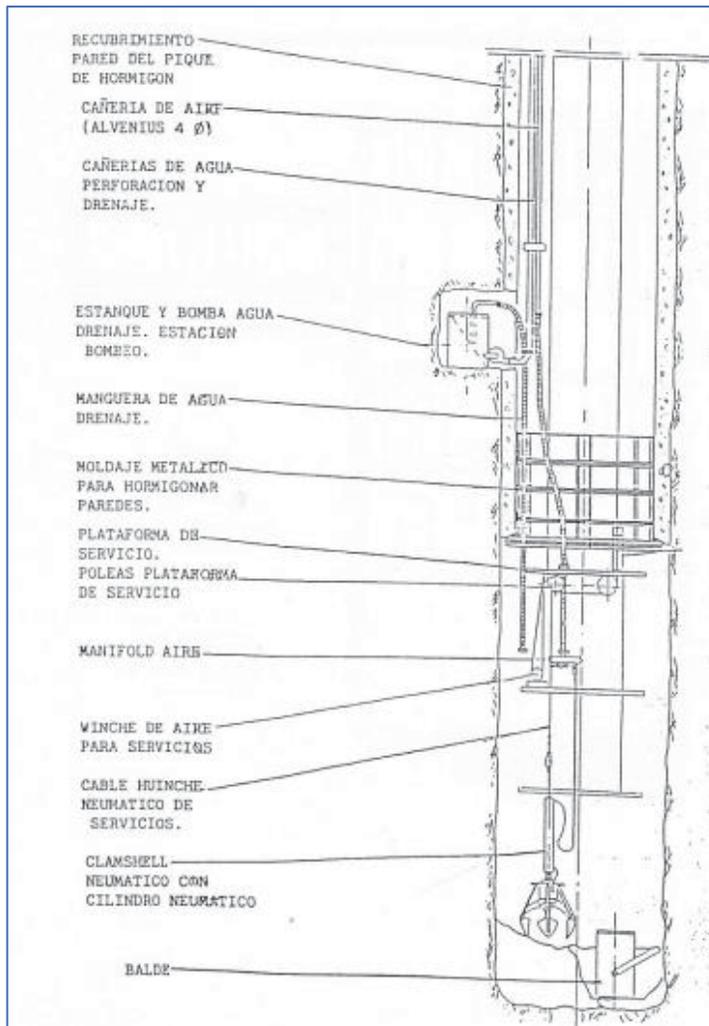
El Cryderman no se limita, como el Riddell, solo a piques rectangulares, sino que es Rosible-su utilización a cualquier tipo de sección (Salinas T, 1998).

(Salinas T, 1998) afirma que “El rendimiento del Cryderman variará de acuerdo al modelo que se trate”.

(Salinas T, 1998) refiere que “el Cryderman es el sistema de carguío más usado en la construcción de piques en la actualidad, principalmente por su versatilidad de adaptarse a cualquier sección de carguío, su rendimiento y su seguridad de operación”.

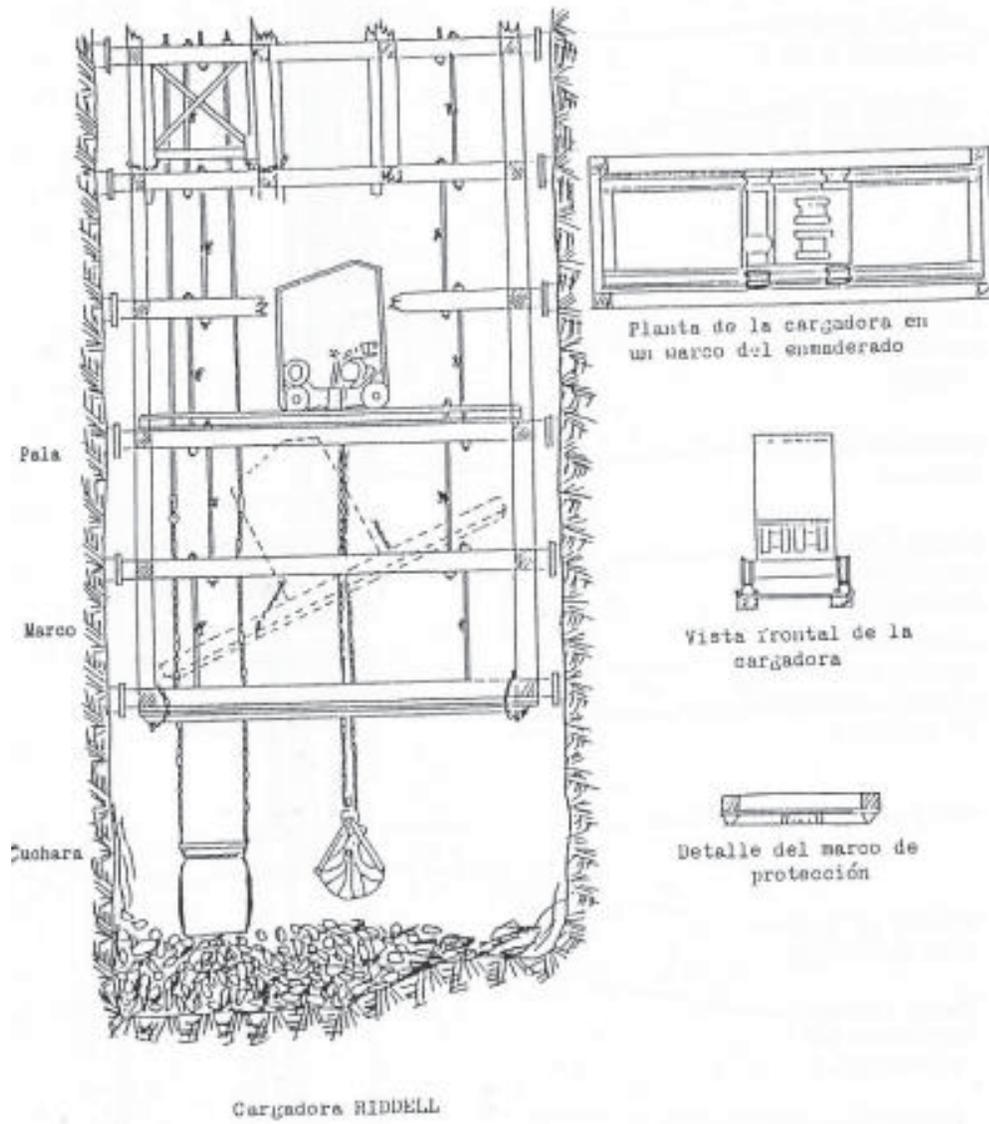
En las figuras siguientes se muestran croquis de los diferentes métodos de carguío que se pueden usar en la construcción de piques.

Figura 10: Método de carguío del Cryderman



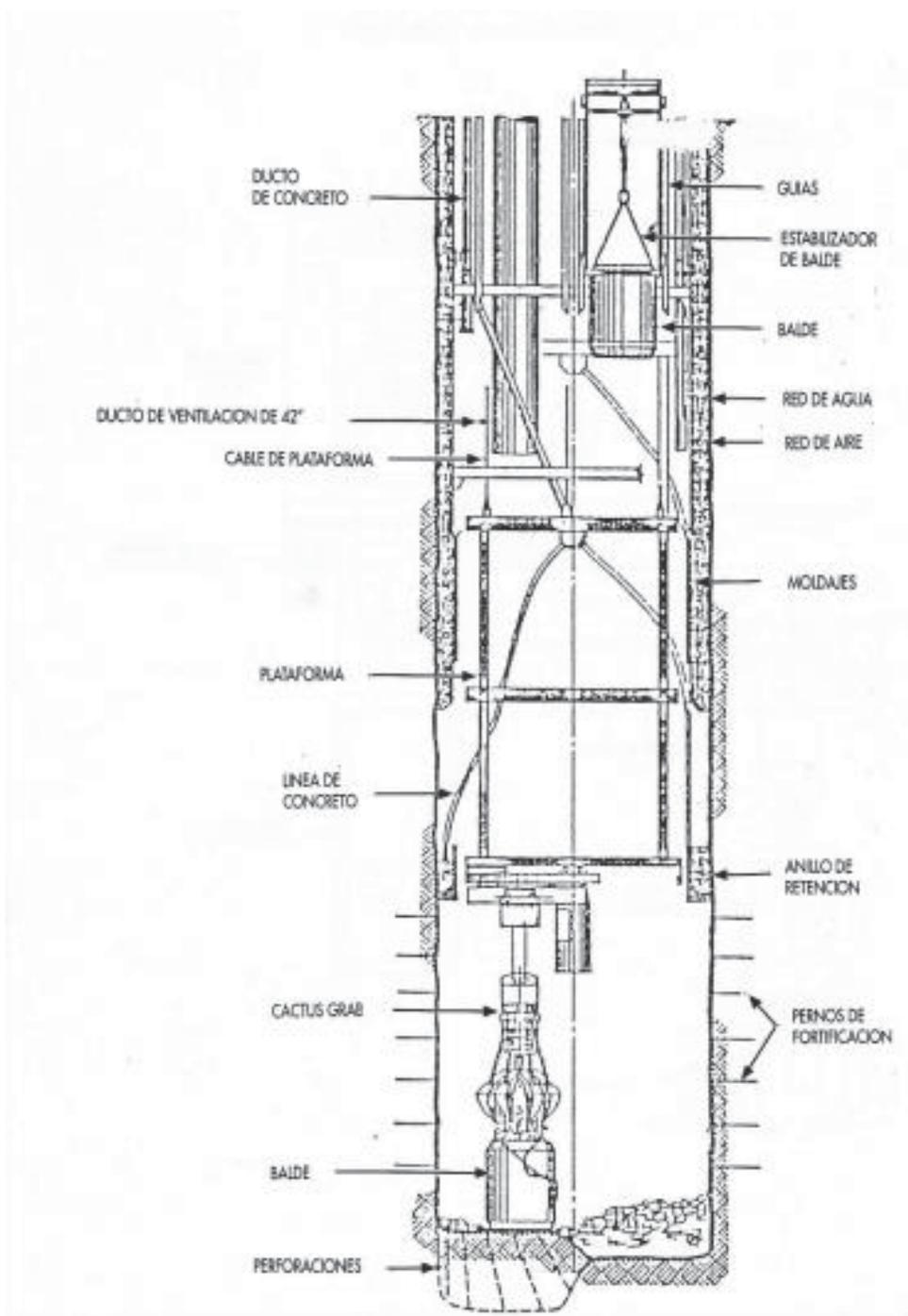
Fuente: (Construccion de Tuneles, Piques y Chimeneas, 1998)

Figura 11: Distribución del cargador Riddell en la Excavación del Pique



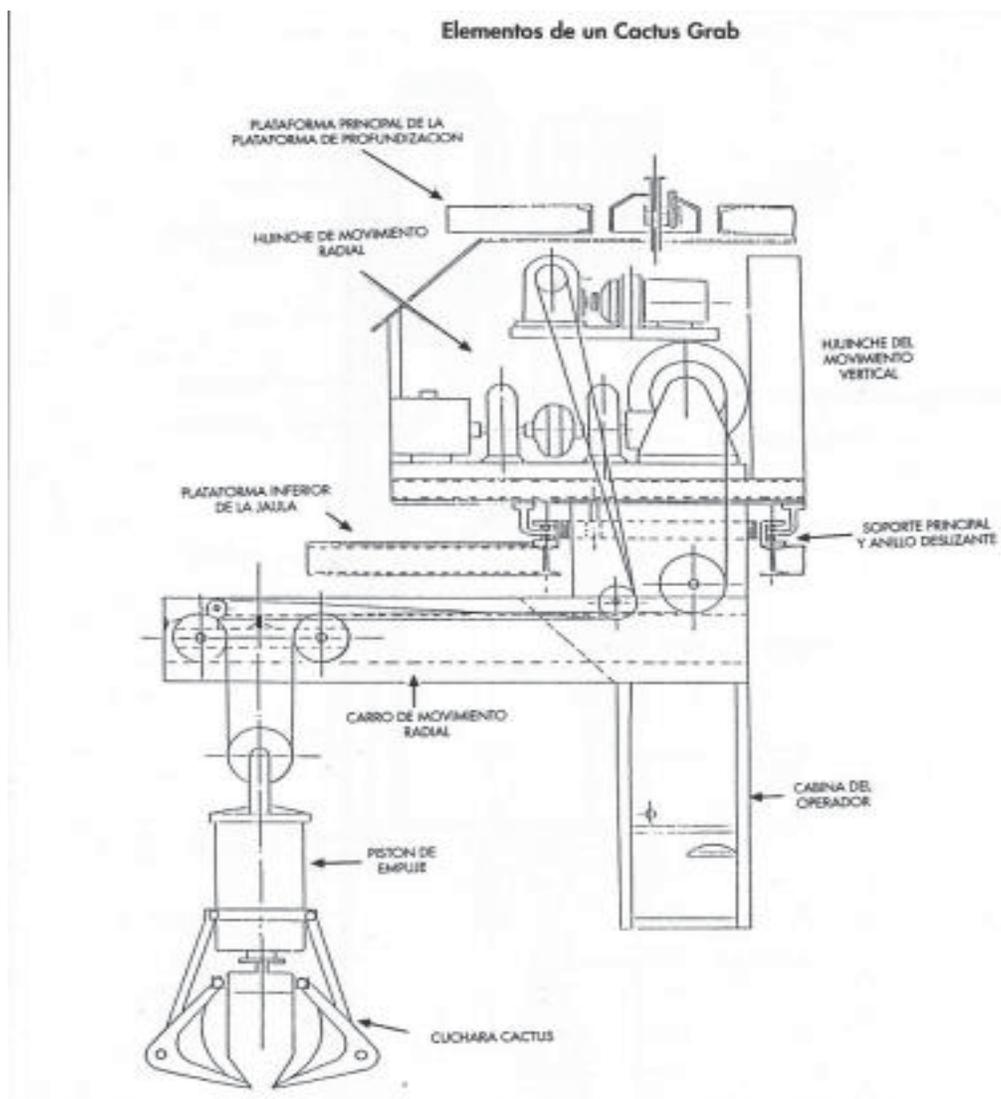
Fuente: (Salinas T, 1998)

Figura 12: Distribución del Cactus Grab en la Excavación del pique



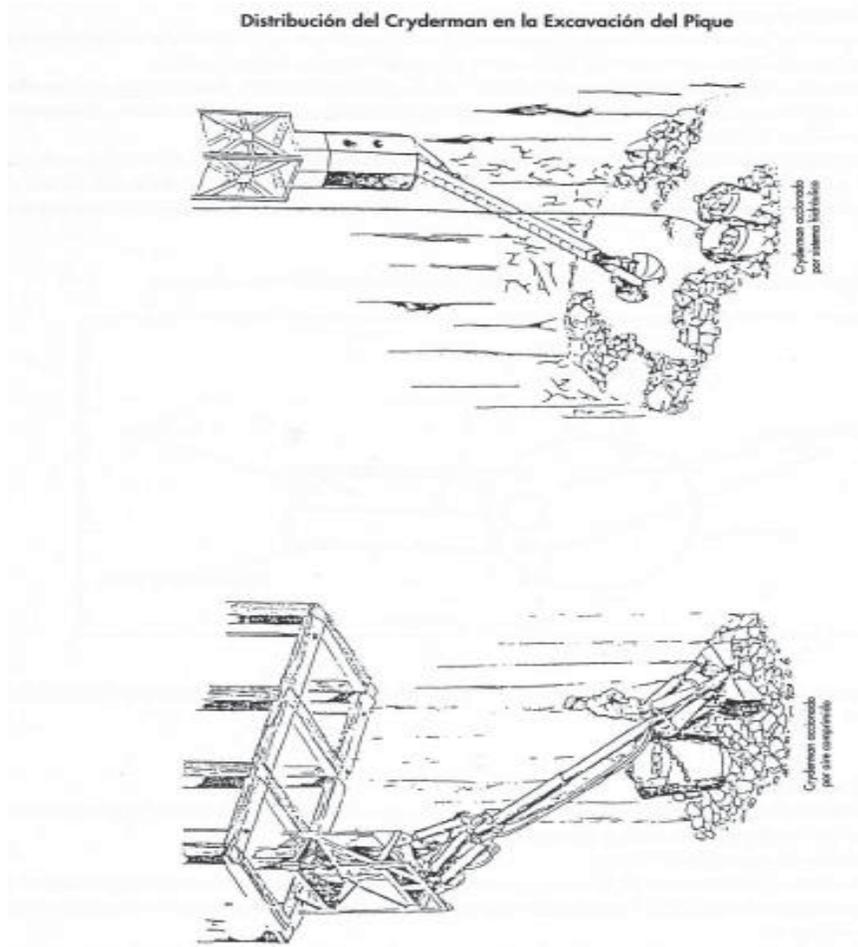
Fuente: (Salinas T, 1998)

Figura 13: Elementos de un Cactus Grab



Fuente: (Salinas T, 1998)

Figura 14: Distribución del Cryderman en la Evasión del Pique



Fuente: (Construcción de Túneles, Piques y Chimeneas, 1998)

Galloway

(Fernández G, 2016) afirma que es una plataforma de trabajo suspendida por 3 winches Timberland, diseñada específicamente para la construcción de piques circulares con revestimiento de concreto la cual consta de 3 pisos en su forma más básica (varia de diseño dependiendo del método de perforación y voladura), a su vez sirve como piso de perforación para pernos de anclaje para el sostenimiento de hastiales del pique, encofrado de formas metálicas para el vaciado de concreto.

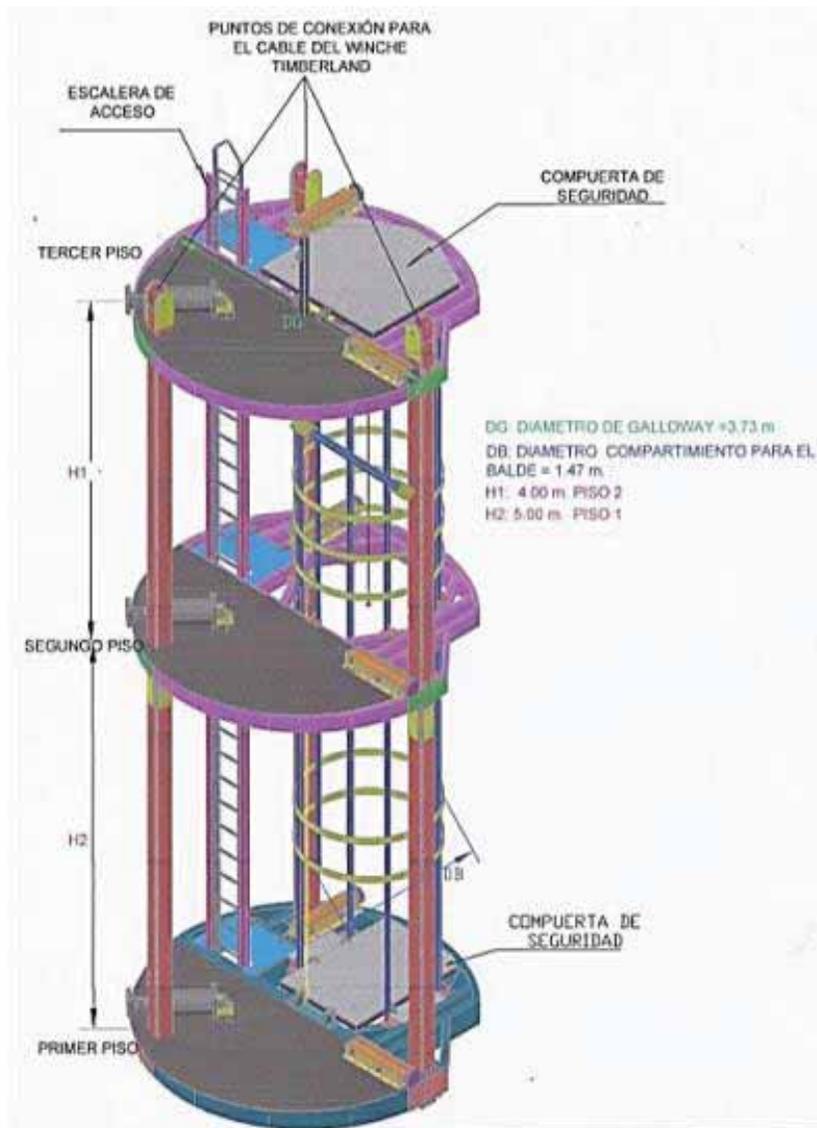
(Fernández G, 2016) indica que el primer piso del Galloway sirve como piso de perforación para pernos de sostenimiento y desquinche de hastiales si es necesario, consta también de una

compuerta de seguridad para el balde de servicios, una escalera de acceso para bajar al fondo del pique y de teclas los cuales sujetan a las formas metálicas que posteriormente son fijadas al contorno del pique.

El segundo piso del Galloway de acuerdo a (Fernández G, 2016) sirve como depósito de herramientas y equipos como el oxicorte, el extintor de incendios y un perchero para el cable de fuerza; en este piso se encuentran las válvulas de aire comprimido y agua que se usan en la perforación de taladros en el pique.

El tercer piso del Galloway consta de una plataforma de seguridad que evita el paso del balde de servicios a los pisos inferiores, en este piso están dispuestos 3 sockets de los cuales están anclados cables de acero los cuales mantienen suspendida a toda la estructura dentro de la columna del pique mediante 3 winches de la marca Timberland, también tiene una escalera de acceso a los pisos inferiores. (Fernández G, 2016)

Figura 15: Diseño del GALLOWAY usado en la construcción del Pique Principal MARSA Fuente DUMAS PERU S.A.C



Fuente: (Fernández G, 2016)

2.3.1.4. Factores económicos

(Amate F, 2011) señala que los factores económicos son todas las actividades que tienen la capacidad para poder incrementar o disminuir la capacidad productiva de servicios y bienes en una economía de un país, con lo cual se pretende satisfacer las necesidades básicas y socialmente humanas. Continuación se mencionan los factores más usuales en todo proceso productivo:

- **Tierra:** (Alburquerque, 1997) indica que el factor tierra comprende a todos los recursos naturales que pueden ser utilizados en el proceso productivo. Por ejemplo, la tierra cultivable, la tierra para edificación, los recursos minerales como oro, plata o acero, las fuentes de energía como agua, gas natural, carbón, etc.
- **Trabajo:** (Alburquerque, 1997) indica que el factor trabajo comprende las horas de tiempo que las personas dedican a la producción. De esta forma, las horas de trabajo físico de un agricultor, las horas de estudio de un investigador o las horas de clases de un profesor, son todos ejemplos del factor productivo Trabajo.
- **Capital:** (Alburquerque, 1997) indica que el factor capital Comprende a los bienes durables que son utilizados para fabricar otros bienes o servicios. Así, por ejemplo, la maquinaria agrícola, las carreteras, los ordenadores, etc., son considerados Capital.
- **Tecnología:** (Alburquerque, 1997) indica que el factor tecnología comprende el conjunto de conocimientos y técnicas que, aplicados de forma lógica y ordenada, permiten a las personas solucionar problemas, modificar su entorno y adaptarse al medio ambiente. Éste último factor se empezó a incluir más tarde.

Análisis Económico-Financiero.

(EOI, 2010) señala que el análisis económico-financiero de las organizaciones no es fijo, dado que cada analista estudia de acuerdo a sus intereses y a la información que posee, y en este sentido decidirá revisar un aspecto u otros. Además, depende de la situación y sector de la del momento en que se realice el análisis, puede ser importante basarse en diferentes aspectos.

(EOI, 2010) señala que, al acreedor de una organización, lo que más le interesará saber es su grado liquidez de inmediato. Y para el banco quien la empresa pide un préstamo, lo que le conviene saber es la posibilidad de la empresa para pagar los intereses y la devolución del principal en el tiempo mediato.

(EOI, 2010) refiere que el análisis financiero o patrimonial se dedica a estudiar la posición financiera de la empresa. Para poder profundizar en el análisis financiero es necesario conocer los siguientes conceptos:

- La liquidez. Como la capacidad de una organización para hacer frente a sus deudas y obligaciones en un tiempo inmediato.
- La solvencia. Como la capacidad de una organización para dar frente a sus obligaciones y deudas a medida que a medida que se acerque el vencimiento en un tiempo mediato o inmediato.
- La estructura del pasivo y endeudamiento. Composición de la financiación entre los distintos tipos de recursos.
- La estructura del activo. Composición del activo entre los distintos tipos de empleos de los recursos.
- La cobertura. Relación entre las estructuras del activo y pasivo.

Costos e inversiones

Inversiones del proyecto

La inversión es una determinada cantidad de dinero que se pone a disposición de una empresa u organización con el propósito de incrementar las utilidades provenientes de la ejecución del proyecto (Sapag Ch, 2011) indica que la mayoría de las inversiones de un proyecto se concentra en aquellas que se deben ejecutar antes del inicio de la operación, pero es muy necesario considerar los mismo durante la operación del proyecto, tanto por la necesidad de reemplazar activos como para solucionar la ampliación proyectada del nivel de actividad.

(Sapag Ch, 2011) indica que las que se realizan antes de que el proyecto empiece a funcionar constituyen lo que los textos denominan calendario de inversiones previas a la puesta en marcha, caracterizado por incluir los desembolsos anteriores a la puesta en marcha. Una inversión que suele confundir es la realizada en el propio estudio de la evaluación del proyecto.

Cualquier inversión realizada en el pasado se considera un costo hundido si no tiene opción de uso o de venta. Las inversiones de reemplazo se incluirán en función de la vida útil de cada activo, la que se puede calcular de acuerdo con distintos criterios (Sapag Ch, 2011).

- Criterio contable: supone que los activos deberán ser reemplazados en la misma cantidad de años en que pueden ser depreciados contablemente.
- Criterio técnico: define el periodo de reemplazo en función de estándares predeterminados de uso, que se relacionan con tasas estudiadas de fallas.
- Criterio comercial: determina el periodo de reemplazo en funcionamiento de alguna variable comercial generalmente asociada a la imagen corporativa.
- y Criterio económico: estima el momento óptimo económico de la sustitución, es decir, cuando los costos de continuar con un activo son mayores que los de invertir en uno nuevo.

(Sapag Ch, 2011) indica que las inversiones son más usuales en proyectos de ampliación y reemplazo que se asocian con la ejecución de las obras físicas necesarias y con la adquisición de equipamiento. Pero no es posible esperar que un nuevo proyecto pueda ponerse en marcha sin tener bien definidos sus sistemas de información.

Inversión en capital de trabajo

(Sapag Ch, 2011) indica que una inversión fundamental para el éxito o el fracaso de un negocio es la que se debe hacer en capital de trabajo. “El proyecto puede considerar la inversión en todos los activos fijos necesarios para poder funcionar adecuadamente, pero si no contempla la inversión en el capital necesario para financiar los desfases de caja durante su operación, probablemente fracase”. Cuando el proyecto consiste en un proceso productivo donde hay un

periodo de producción, otro de comercialización y otro de cobranza, el capital de trabajo deberá ser capaz de financiar todos los egresos que se ocasionan antes de recibir los pagos de los clientes.

Desde el punto de vista del cálculo de la rentabilidad de un proyecto, no es necesaria una gran precisión en su determinación, por cuanto el capital de trabajo, como se verá más adelante, si bien se considera como una inversión inicial, es un activo de propiedad permanente del inversionista que se mantiene en la empresa, por lo que deberá considerarse como parte de los beneficios recuperables en el tiempo. Solo tiene el efecto de su costo de capital por mantenerlo inmovilizado en el negocio en vez de invertirlo en otra opción rentable (Sapag Ch, 2011).

El saldo positivo muestra solo que el crecimiento en el capital de trabajo puede ser financiado con excedentes del propio flujo de caja del proyecto. Si se financia con estos excedentes, deberá exigirse a esta inversión un retorno que compense su no uso en otras oportunidades de inversión que tenga la empresa, de la misma manera que se les exige a los recursos que son aportados para el financiamiento de toda la inversión.

(Sapag Ch, 2011) indica que la diferencia entre la inversión en capital de trabajo y aquella que se realiza en activos fijos es que, mientras que estos últimos pueden perder o ganar valor con el paso del tiempo, la inversión en capital de trabajo se mantiene, en términos reales, durante todo el periodo de evaluación, y puede recuperarse con la finalización del proyecto.

Costos relevantes

Uno de los conceptos más importantes para una correcta evaluación económica de proyectos que involucran cambiar una situación existente por otra nueva, como la sustitución de tecnología o la externalización de un servicio, por ejemplo, es el denominado costo relevante, término que se aplica indistintamente a los costos y a los beneficios, y que corresponde a los ítems que marcan una diferencia entre las opciones que se analizan (Sapag Ch, 2011).

En aquellos proyectos donde no se generan cambios con respecto a la situación existente, como los de reemplazo de algún activo, por ejemplo, será la diferencia en los costos de cada

alternativa la que determinará cuál de ellas se debe seleccionar, por cuanto los ingresos, al no variar entre las opciones, constituyen un elemento irrelevante para la decisión (Sapag Ch, 2011).

Estos costos, denominados costos diferenciales, expresan el incremento o la disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas en análisis, en términos comparativos respecto de lo observado en la situación vigente. Por esto, bastará con considerar los costos diferenciales para decidir respecto de un proyecto que involucre variación en los resultados económicos esperados (Sapag Ch, 2011).

Costos contables no desembolsables

(Sapag Ch, 2011) indica que los costos contables no desembolsables que se consideran relevantes para la evaluación de un proyecto son los que tienen un efecto indirecto sobre el flujo de caja, al afectar el monto a pagar de impuestos a las utilidades. Al respecto, los costos contables que se deben tener en cuenta son tres: la depreciación de los activos fijos, la amortización de los activos intangibles y el valor libro de los activos que se venden.

Costos de falla y políticas de mantenimiento

(Sapag Ch, 2011) indica que las decisiones de inversión y gastos en tareas de mantenimiento de equipos están fuertemente vinculadas con las políticas para enfrentar las fallas que generalmente ocurren en los procesos de producción.

Entre ellas, se destacan las cuatro siguientes:

- Mantenimiento correctivo, basado en una reacción a la ocurrencia de la falla.
- Mantenimiento preventivo, realizado a intervalos de tiempo predeterminados, para minimizar la ocurrencia de las fallas.
- Mantenimiento de inspección, condicionado al resultado de observaciones a intervalos de tiempo predeterminados que pueden dar origen a mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento de oportunidad, en el cual se hacen tareas de mantenimiento a elementos complementarios a uno averiado

Curva de aprendizaje

Este término es el que se emplea para reconocer que, en una primera etapa, la productividad puede ser inferior a los estándares considerados como normales, por cuanto el personal contratado va adquiriendo muchas veces la experiencia necesaria en el manejo de la tecnología, durante la etapa de producción del primer periodo posterior a la puesta en marcha

(Sapag Ch, 2011) indica que esta menor productividad no solo podrá determinar menores niveles de producción y ventas en los primeros periodos, sino también mayores costos unitarios de producción, explicados tanto por la mayor cantidad de material dañado debido a la falta de experiencia como por el menor aprovechamiento de las escalas de producción óptimas.

La curva de aprendizaje se basa en tres consideraciones básicas:

- Que el tiempo que se ocupa en realizar una tarea o en elaborar una unidad de un producto será menor cada vez que se realice la tarea o se fabrique el producto.
- Que la tasa de ahorro de tiempo por unidad producida será decreciente.
- Que la reducción en el tiempo empleado en ejecución seguirá un patrón previsible

Garantía sobre los equipos nuevos

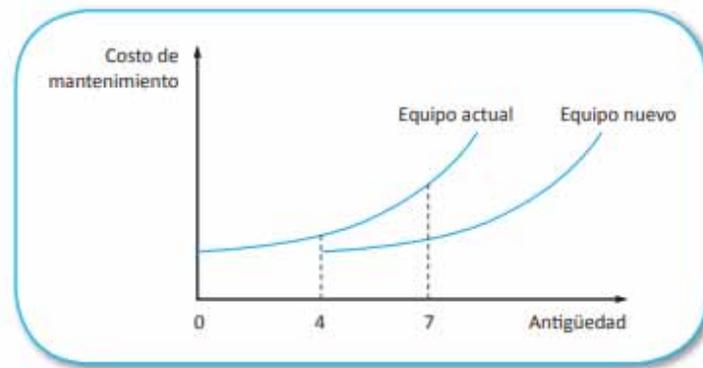
(Sapag Ch, 2011) indica que afirma que, si el cambio tecnológico pudiera tener un impacto significativo dentro de la estructura de costos, no podrá obviarse la inclusión de la curva de aprendizaje por su fuerte impacto sobre la productividad y los costos iniciales. Sin embargo, el menor costo de la garantía podrá no ser considerado si es incluido en la tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento o si se plantea seguir un criterio conservador en la evaluación.

Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento

(Sapag Ch, 2011) indica que a medida que el tiempo transcurre y los equipos son más antiguos y tienen mayor cantidad de horas de uso acumuladas, estos empiezan a requerir cada vez más repuestos, más horas-hombre destinadas a su reparación y más insumos para efectuar el mantenimiento. Para una correcta evaluación de las opciones en estudio se deberá elaborar, con

base en registros históricos de gastos en mantenimiento por tipo de activo, una tasa de crecimiento de este costo, la cual puede crecer, a su vez, a tasas marginales que aumentan a lo largo del tiempo

Figura 16: Comparación de tasas de crecimiento del costo de mantenimiento de máquinas similares



Fuente: (Sapag Ch, 2011)

Su influencia se aprecia en los diferentes costos en que se incurren para el desarrollo de un pique, donde la decisión depende de la ubicación, el tipo de diseño, y del método empleado en la profundización de un pique. Para desarrollar el pique el factor más importante a considerar es lo económico, sin embargo, existen otros factores que condicionan también la perforación, tales como: factores de superficie, geológicos, subterráneos, operacionales entre otros que nos puede condicionar en la ejecución del proyecto.

Asimismo, para llevar a cabo el pique, se debe considerar ciertos parámetros para realizar una selección adecuada de las alternativas mencionadas, que dependen de la sección, el tipo y condiciones del terreno.

Otro tema importante a considerar en los factores económicos es el costo por diferentes conceptos o de comparación son:

- Los costos a incurrir en los materiales
- Los costos a incurrir en la mano de obra
- Los costos a incurrir en maquinarias
- Los costos a incurrir en el uso de energía

Se debe tomar en cuenta los costos incurridos en la ubicación del pique, los cuales se dividen en: inversiones básicas y los costos de explotación:

Las Inversiones Básicas, los cuales se subdividen en:

- Los costos a incurrir en el pique
- Los costos a incurrir en las labores transversales.
- Los costos a incurrir en el carguío.

Los costos de explotación:

- Los costos a incurrir en la conservación de las diferentes labores
- Los costos a incurrir en el transporte en las galerías transversales
- Los costos a incurrir en la extracción.

Ubicación del pique

La ubicación según Costos: empíricamente se determina que el pique se debe ubicar de tal modo que intercepte a los trabajos anteriores y disminuir al máximo el pilar de protección, si se presenta la cercanía de una veta, entre ellos tenemos el caso de un pique vertical central.

En la producción o en el centro, el diámetro se tiene que evaluar para que la circulación de las jaulas sea mínima y asimismo dar espacio para los conductos eléctricos, aire, agua, bombeo, ventilación, escalera de emergencia y relleno.

Ubicación según transporte

De acuerdo a (Mamani A, 2014) el eje del pique tiene que estar ubicado (para lograr la mayor eficiencia) lo más cerca posible a la planta concentradora y donde se realice el menor laboreo. (Próximo a carreteras de gran circulación)

2.4. MARCO CONCEPTUAL

Factor económico

(Amate F, 2011) Señala que los factores económicos son todas las actividades que tienen la capacidad para poder incrementar o disminuir la capacidad productiva de servicios y bienes en una economía de un país, con lo cual se pretende satisfacer las necesidades básicas y socialmente humanas. A continuación, se mencionan los factores más usuales en todo proceso productivo, tales como tierra, trabajo, capital y tecnología.

Curva de aprendizaje

Este término es el que se emplea para reconocer que, en una primera etapa, la productividad puede ser inferior a los estándares considerados como normales, por cuanto el personal contratado va adquiriendo muchas veces la experiencia necesaria en el manejo de la tecnología, durante la etapa de producción del primer periodo posterior a la puesta en marcha.

Factor geológico

Son procesos constructivos y de origen endógeno, interrumpen el ciclo geográfico de nuestro planeta, estos son naturales en el medio donde habitamos, por ello la geología como ciencia que estudia la estructura interna de la tierra y su composición, estas han sufrido a lo largo del tiempo geológico.

Hidrografía

(OHI Pub. S-32) citado por (MONACO, 2010) indica que es una rama de las ciencias aplicadas que se ocupa de la medida y descripción de las características del mar y de las áreas costeras con el propósito primario de la navegación y el resto de los propósitos y actividades marinas.

Macizo rocoso

De acuerdo al autor (Ferrer, 2007) el macizo rocoso constituye un medio discontinuo, por que presenta un campo mecanice que es posible de estudiar y categorizar en función a la aptitud para sus aplicaciones.

Factor técnico

Consideramos diferentes métodos tales como:

Construcción semi-Mecanizado:

La cual (Salinas T, 1998) Indica que este método es utilizado recién en el siglo XIX, se implementa inicialmente en Sudáfrica y luego es perfeccionado en Canadá. Este tiene como principal fuente de energía al aire comprimido.

Construcción Mecanizado

(Salinas T, 1998) Indica que el método de construcción se realiza por medio de chimeneas como son las Raise-Borer.

Pique

(Salinas T, 1998) Afirma que Los piques constituyen labores verticales o subverticales, construidas en descenso y son de sección circular, rectangular o cuadrada y que requieren una completa infraestructura de apoyo, superficial y subterránea; que sirven de comunicación con interior mina y la superficie exterior, así también cuando se requiere profundizar una mina; o para la extracción de mineral y desmonte.

2.5. HIPOTESIS

2.5.1. Hipótesis General

Los resultados de esta investigación servirán a los profesionales y las unidades mineras del país como guía para el diseño y construcción de un sistema de izaje similar al del pique Jacob Timmers – Chungar.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- Conocer los estudios geológicos técnicos económicos que se requirieron para el diseño y construcción del pique con Galloway y Cryderman permitirá a los profesionales y las unidades mineras del país ampliar su nivel de conocimiento en lo que respecta la innovación en sistemas de izaje para extracción de minerales y/o desmonte.
- La determinación del costo total de inversión para la construcción mecanizada de un pique con Galloway y Cryderman permitirá a las unidades mineras del país evaluar si les es rentable realizar una inversión de ese tipo.

2.5.3. Variables e indicadores

Tabla 7: Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Factores geológicos, técnicos y económicos	Factores Geológicos	- Geología. - Geomecánica (RMR: Resistencia del macizo rocoso y GSI: Índice de fuerza geológica)
	Factores Técnicos	- Tecnología mecanizada de Galloway y Cryderman. (m)
	Factores económicos	- Inversión económica en dólares. (US\$)

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1.AMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo se desarrolla en el lugar donde está situada la unidad minera Animón; es decir en la parte central de la cordillera de los andes del Perú; este centro de operación minera se ubica en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Pasco, siendo sus coordenadas UTM: N. 8'780,728 y E. 344,654.

3.2.TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación reúne las características metodológicas de una investigación básica, puesto que se recopiló la información existente sobre pique, métodos, y los factores que influenciaron en la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.

3.2.2. Nivel de la Investigación

La investigación es de tipo descriptivo porque se describe los aspectos técnicos-económicos que la unidad minera Animón requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar; asimismo, se utiliza todas las teorías sobre piques, tipos, ventajas y métodos de construcción.

Este tipo de investigación, utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. (Behar R, 2008)

3.2.3. Diseño de la investigación

La investigación es no experimental, puesto que no se manipuló el comportamiento de la variable.

Para Hernández S & Mendoza T (2018) la investigación no experimental, es aquel estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

3.2.4. Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque cualitativo porque está basada en la literatura existente y las experiencias iniciales en la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.

Para Hernández S & Mendoza T (2018) La investigación cualitativa inicia con el propio investigador; su preparación y experiencia, y revela evidencia o información simbólica verbal, audiovisual o en forma de texto e imágenes.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población de esta investigación es el pique Timmers-Chungar diseñado y construido por la unidad minera Animón.

3.3.2. Muestra

No es aplicable en el presente estudio, porque se analiza al pique Timmers-Chungar, de manera individual, representativa no desde el punto de vista estadístico, sino por sus “cualidades”, como lo indica Hernández S & Mendoza T (2018).

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica que se utilizó para la recolección de información es la siguiente:

- **Revisión bibliográfica:** Consistió en la indagación de información referida al tema de estudio, se revisó material bibliográfico como informes, libros, artículos científicos, información de la página web de la empresa Volcán compañía minera SAA. y estudios pasados como tesis nacionales e internacionales.

3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos, se procesaron con los programas Microsoft Office Excel y Word 2016.

3.6.TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a cada objetivo y en base al comportamiento de la variable estudiada y sus dimensiones, transformándolos en información que permitió llegar a una conclusión, para ello fue necesario representarlos en tablas y gráficos.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES GEOLÓGICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS-CHUNGAR

4.1.1. Factores utilizados para el diseño del pique Jacob Timmers-Chungar

La unidad minera Animón, para el diseño del pique Jacob Timmers-Chungar, previamente efectuó los siguientes estudios:

- Estudios geotécnicos
- Estudios geomecánicos
- Estudios hidrogeológicos

La evaluación geológica y geomecánica del pique fueron los primeros que se ejecutaron, dado que ello permitió zonificar el pique según su profundidad, la cual varía ligeramente por las características litológicas y estructurales del terreno en cada tramo y finalmente se incorporó la evaluación hidrológica, puesto que resulta necesario el conocer la condición hidrogeológica de las aguas subterráneas que pudieran incidir en los trabajos de construcción del mencionado pique.

A continuación, se detalla aspectos generales de la zona donde se ejecutó el pique Jacob Timmers – Chungar.

4.1.1.1.Fisiografía

La superficie dentro de la cual se encuentra la unidad minera Animón presenta un relieve poco accidentado, de acuerdo a (Matta V, 2013, pág. 13) presenta- superficies onduladas; es decir, geoformas positivas y negativas.

(Matta V, 2013, pág. 13) también señala que la topografía muestra antiguos valles en forma de artesa o en “U”, como resultado de la acción glaciár, que dejó como remanentes lagunas escalonadas e intercomunicadas por un drenaje natural y que, en las zonas del distrito Huayllay, las partes más elevadas han sufrido un desgaste erosional notable debido principalmente a factores

eólicos, dando lugar a la formación de figuras caprichosas conocidas como el bosque de rocas o los afloramientos volcánicos de Huayllay.

Figura 17: Topografía y ecosistema de la mina Chungar



Fuente: (Paz A, 2018, pág. 12)

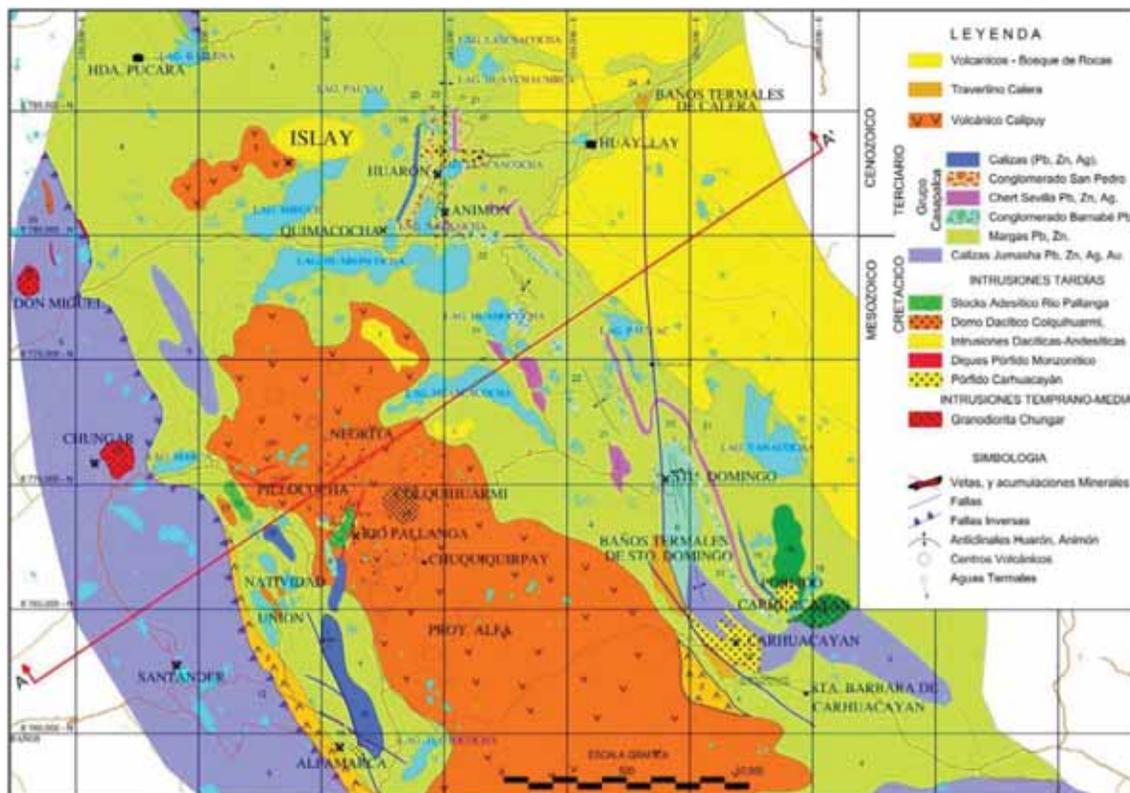
De la misma manera, Quispe A & Véliz C (2013, pág. 5) describe que la mayor parte de estos cerros están labrados en rocas sedimentarias (capas rojas) y en menor grado en rocas volcánicas e intrusivas.

4.1.1.2. Geología Regional

Como lo señalarán Quiñones S (Quiñones C, 2013, pág. 32) y (Paz A, 2018, pág. 14), las unidades lito-estratigráficas que afloran en la región de la mina Animón están constituidas por rocas sedimentarias de tipo “lolásico” conocidos como “margas rojas y margas grises”, rocas volcánicas andesíticas y dacíticas con plutones hipabisales; las margas rojas que pertenecen al grupo Casapalca son las que abundan en la región de la mina Aminon y se encuentran distribuidas a lo largo de la cordillera occidental (desde la divisoria continental hacia el este), en forma contraria las otras unidades litológicas del cretáceo se ubican al suroeste de la mina Animón.

También se presentan acumulaciones de mineral en formas irregulares o cuerpos en los estratos calcáreos favorables de conglomerados-areniscas-calizas (dolomitización) en la intersección con las vetas del sistema este a oeste, con potencias hasta de 20.0 m.

Figura 18: Plano Geológico regional de la unidad minera Aminon



Fuente: (Matta V, 2013, pág. 22)

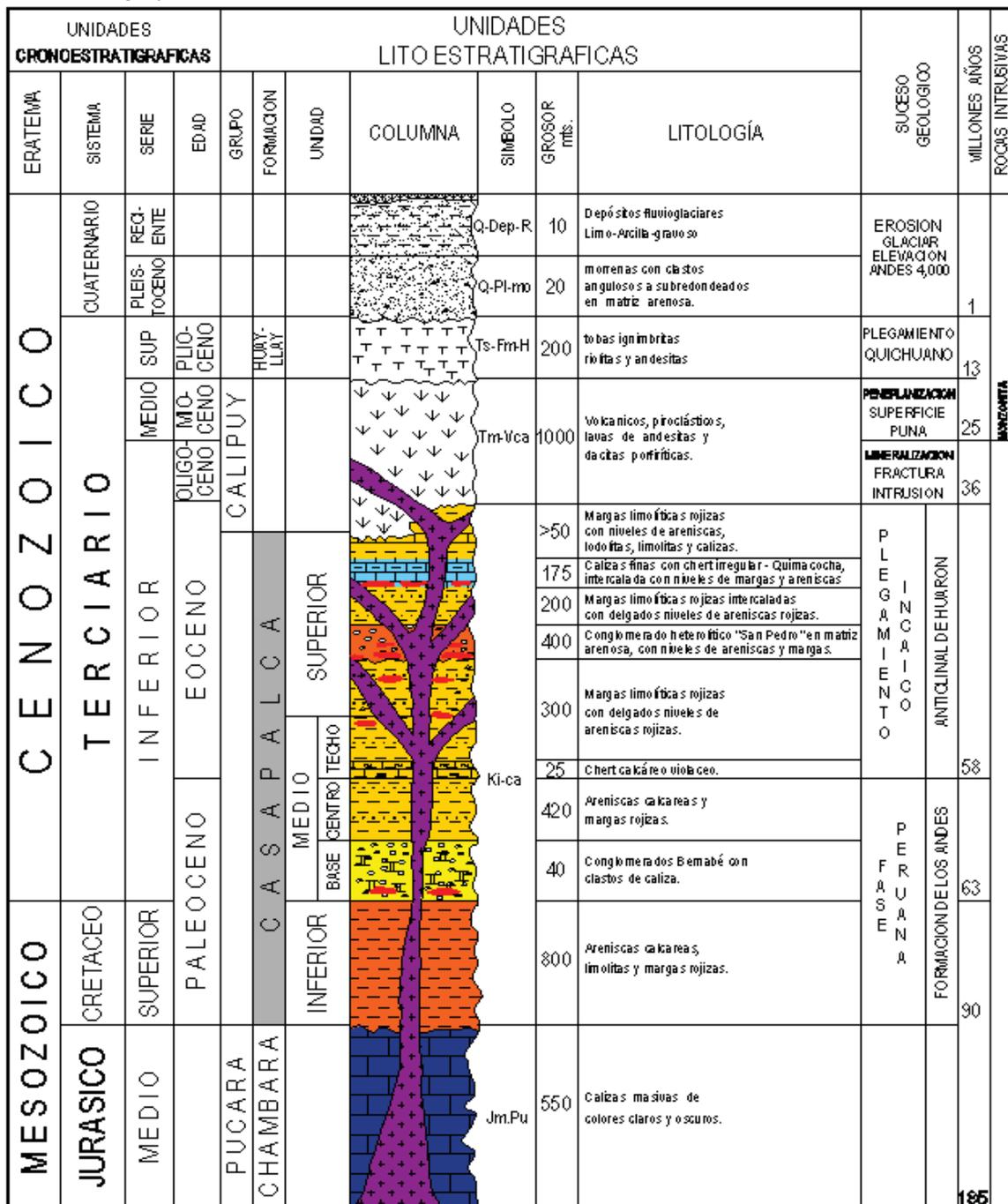
4.1.1.3. Geología local

De conformidad con Quiñones C (2013, pág. 33) y Paz A (2018, pág. 17), las unidades lito-estratigráficas del yacimiento de la unidad minera Animón están conformadas por sedimentitas que reflejan un periodo de emersión y una intensa denudación. Además, también refieren que las “Margas Rojas” del Grupo Casapalca presentan dos ciclos de sedimentación:

- **Ciclo más antiguo:** Es el más potente con 1,400 a 1,500 metros de grosor.
- **Ciclo más joven:** Con una potencia de 800 a 900 metros de grosor.

Cada ciclo en su parte inferior se caracteriza por la abundancia de conglomerados y areniscas, en su parte superior contienen horizontes de chert, yeso y piroclásticos.

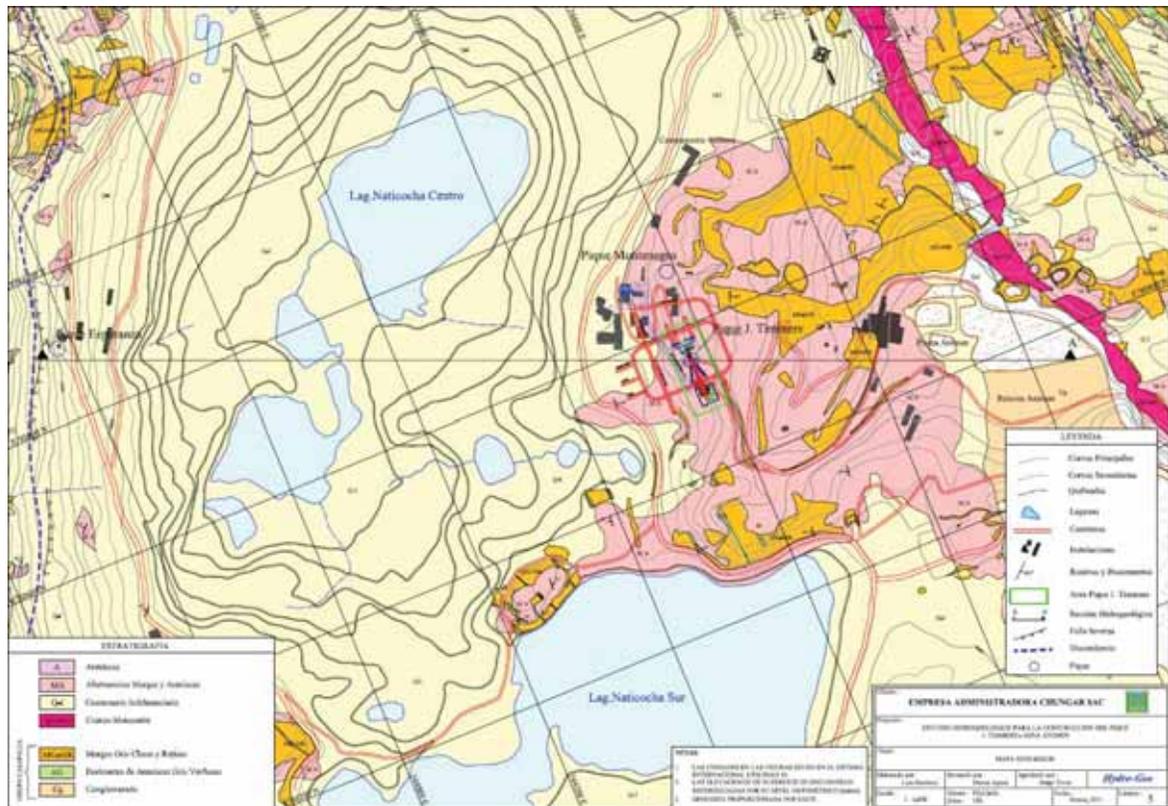
Figura 19: Estratigráfica local de la unidad minera Animón



Fuente: Paz R (2018, pág. 24)

Es justamente la marga roja, la unidad que constituyó principalmente el cuerpo del pique Jacob Timmers – Chungar y el otro tipo de litología frecuente fue la marga gris, en secuencias alternadas, pero con menor frecuencia. Asimismo, los estratos de la columna donde se construyó dicho pique presentaron estratos delgados de calcarenitas y areniscas finas.

Figura 20: Mapa Geológico local de la ubicación del Pique Jacob Timmers – Chungar



Fuente: Paz R (2018, pág. 24)

4.1.1.4. Condiciones geomecánicas del macizo rocoso

Camacho D. (2012, pág. 9) señala que, las condiciones geomecánicas del macizo rocoso donde se desarrolló la construcción del pique Jacob Timmers – Chungar son los siguientes:

- Las rocas son de muy mala calidad, razón por la que existe riesgos de caídas de rocas, derrumbes y/o asentamientos de gran magnitud.
- El yacimiento de la unidad minera Animón se ubica debajo de lagunas de origen glaciar, por lo que las rocas presentan plegamientos, fallas geológicas e intenso fracturamiento.

- El grado de modificación de las rocas y del mineral es de poco a intenso.
- La existencia de las aguas subterráneas en las rocas y en la estructura mineralizada se manifiestan por medio de aguas meteóricas, fósiles e hidrotermales, también por goteo en las cajas y flujos en la estructura mineralizada.
- Las operaciones se ejecutan entre los 300 a 450 m. bajo la superficie, lugar donde la manifestación de esfuerzos del macizo es evidente.
- Las discontinuidades se manifiestan hasta en cinco familias, las principales son paralelas a la estructura mineralizada.
- El espaciado entre fracturas es desde 0.05 a 0.30 m.
- La resistencia en las cajas es mayor a 15 MPa y menor de 45 MPa en el mineral.
- La persistencia de discontinuidades es de cm. a m. siguiendo el rumbo de las fallas geológicas.
- La separación de las superficies de discontinuidad es cerrada hasta 10 cm.
- Las superficies de rugosidad son planas a ondulantes, suaves en las fallas geológicas y planas lisas hasta medianamente rugosas en las rocas y minerales.
- El relleno de fisuras es por arcillas, calcita, carbonatos, pirita y limpia.
- La forma y tamaño de los bloques, generalmente son tabulares a cúbicos y con tamaños de hasta 1 m³.

Asimismo, Camacho D. (2012, pág. 12) precisa que los tipos de estudios geológicos –en laboratorio- que la unidad minera Animón requirió ejecutar fueron los siguientes:

- Módulo de Young.
- Módulo de Poisson.
- Cohesión.
- Índice de fricción.

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción.

4.1.1.5. Evaluación de las propiedades Físico-mecánicas de las rocas

- **Cálculo geomecánico mediante el método RMR**

La unidad minera Animón, para el cálculo geomecánico mediante el método RMR, utilizó la Clasificación de la masa rocosa señalada por Bieniawski en 1989.

Tabla 8: Calculo geomecánico mediante el método RMR

Tipo de roca	Rango RMR	RMR Prom	Calidad	Longitud (m)	Porcentaje (%)
IIA	71-80	71	Buena A	15	3.0
IIB	61-70	64	Buena B	243	48.6
IIIA	51-60	55	Regular A	138	27.6
IIIB	41-50	48	Regular B	64	12.8
IVA	31-40	38	Mala A	19	3.8
IVB	21-30	26	Mala B	12	2.4
V	<21	12	Muy mala	9	1.8

Los resultados que obtuvo mediante el sondeo W-004 a través de las pruebas de laboratorio,

se muestra a continuación:

Tabla 9: Sondeo W-004 a través de las pruebas de laboratorio

PROFUNDIDAD		ESPESOR (m)	CÁLCULO GEOMECÁNICO RMR (PARAMETROS)						RMR	Tipo de roca
DE	A		1	2	3	4	5	6		
0	1.6	1.6	4	3	8	20	10	10	35	IV Mala
1.6	3.9	2.3	4	13	10	20	10	5	52	III Regular
3.9	5.4	1.5	4	20	15	20	10	5	64	II Regular

Fuente: Informe de sostenimiento Pique J. Timmers (pág. 6)

Es decir, el tipo de roca donde se construyó el pique Jacob Timmers es de Clase IV ROCA MALA, razón por la que la unidad minera Animón determino que para la construcción era recomendable un sostenimiento estructural sistemático, aspecto que fue confirmado con la determinación del parámetro GSI.

- **Determinación del parámetro GSI**

Tabla 10: Propiedades geomecánicas

Propiedades geomecánicas	Marga roja	Marga gris
Densidad (σ)	2.67	2.55
Resistencia de compresión (Rc) (Mpa) – GSI	25 a 45	10 a 35
Resistencia de la tracción (Rt) (Mpa)	2.6 a 4.8	2.1 a 3.6
Ángulo de fricción (Φ)	25° a 35°	<20°
Cohesión de la roca (Kg. Pa)	100 -200	

Fuente: Departamento Geomecánica Chungar

Por tal razón la unidad minera Animón determino que para la construcción era recomendable un sostenimiento estructural sistemático con empernado en una cuadrícula de 1.2x1.2 metros de espaciado y el revestimiento de concreto colocado de inmediato.

4.1.1.6.Climatología

El clima de la zona donde se ejecutó el pique Jacob Timmers es típico de la sierra central (cálido en el día y frío en la noche) y por su altitud seco y frío durante todo el año. Las precipitaciones son estacionales, por lo general llueve de noviembre hasta fines de marzo.

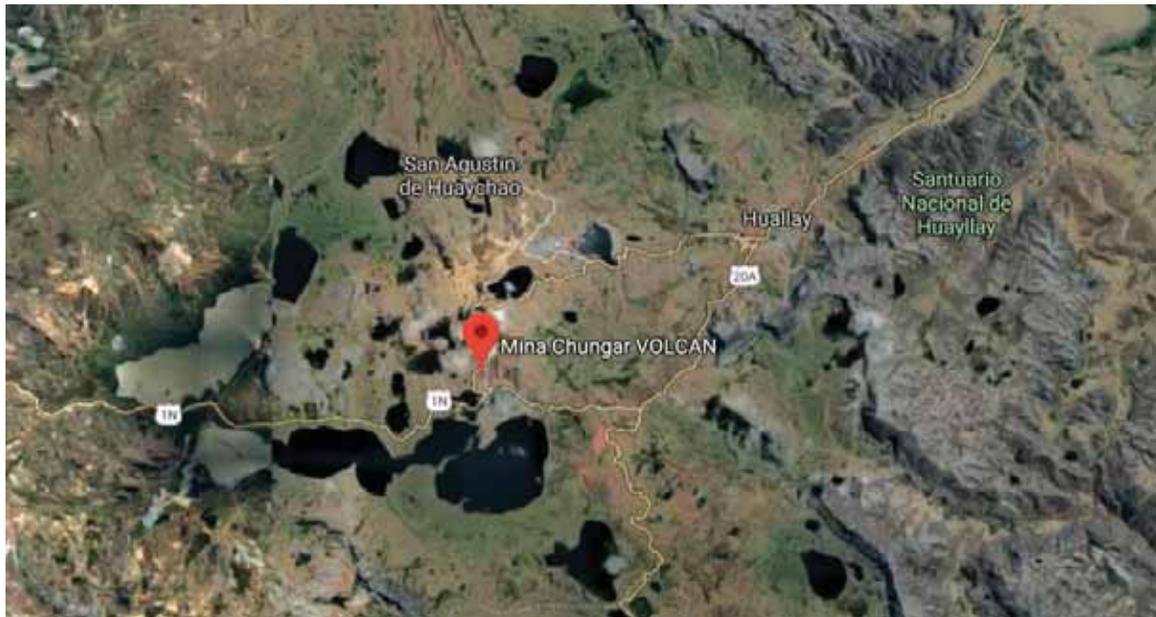
La unidad minera Animón considerando los datos obtenidos por la estación meteorológica de Chungar en el periodo 2005-2007, determino una precipitación total anual de 981 mm, una temperatura media anual de 4.9 °C, con valores máximo de 11.8 °C y mínimo de -0.6 °C; además también determinó la variación de la humedad relativa media anual de 73%, con valores máximo de 96% y mínimos de 19%.

4.1.1.7.Hidrografía

El drenaje regional de la zona donde se ejecutó el pique Jacob Timmers es del tipo dendrítico dado que las aguas son captadas del río San José (discurre de Sur a Norte) que es el principal colector de la zona. Los drenajes locales son del tipo reticulado (corresponden a rocas

sedimentarias) y hacia las lagunas son del tipo radial. De acuerdo con Paz A (2018, pág. 14) la cuenca hidrográfica está formada por las lagunas escalonadas Naticochoa, Yanachay, Llacsacocha, Shegue y Huaroncocha.

Figura 22: Lagunas escalonadas



Fuente: Google Earth

4.1.2. Factores utilizados para la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar

4.1.2.1. Hidrogeología

La evaluación hidrogeológica le permitió a la unidad minera Animón reconocer las principales características físicas de la columna del medio sedimentario a perforarse para la construcción del pique, además de las características del flujo de las aguas subterráneas. El comportamiento de las aguas subterráneas se circunscribe al comportamiento poco permeable de las margas y las delgadas capas de calcarenitas del Casapalca inferior, dado que la estructura general del macizo consiste en una gruesa secuencia de margas rojas y estas han sido alteradas por anomalías dando origen a las margas grises, siendo estas zonas localmente las que podían tener cierta circulación pero que en general no se encuentran interconectadas, es decir constituye un acupifugo (basamento impermeable).

4.1.2.2.Hidroquímica

La unidad minera Animón realizó este estudio a fin de definir la agresividad del agua situada al entorno de donde se ejecutaría las estructuras civiles del pique Jacob Timmers, frente a la estructura de concreto usado en la construcción de dicho pique, determinando que dicha agua es química y físico-químicamente buena para evitar agresiones.

4.2.DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES TÉCNICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS-CHUNGAR

4.2.1. Factores utilizados para el diseño del pique Jacob Timmers-Chungar

Para Guerra (2014) El Pique Jacob Timmers fue dividido en dos grandes grupos:

Superficie

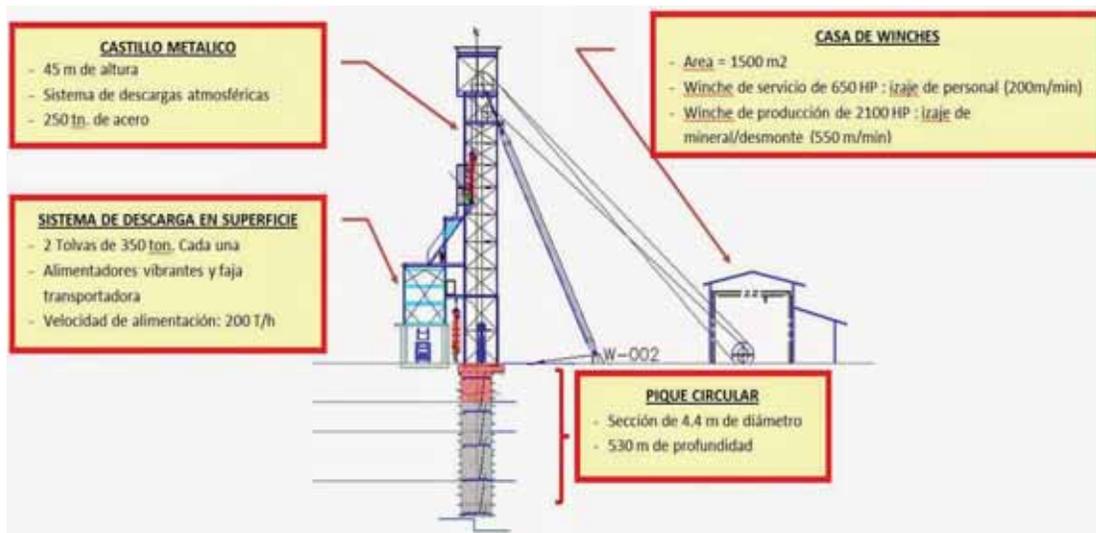
- Castillo Metálico de 45 m.
- Tolvas y Sistema de Carguío a Volquetes
- Faja Transportadora en superficie
- Winche de Servicio de 650 HP.
- Winche de Producción de 2150 HP.
- Casa de Winche
- Sistema Contra Incendio.
- Caseta de Control de Automatización.
- Subestación Eléctrica Montenegro

Mina

- Pique tubular de 530 m. de profundidad por 4.4 m. de diámetro
- Estación de personal en el Nv. 310
- Estación de personal en el Nv. 150
- Estación de descarga en el Nv. 121

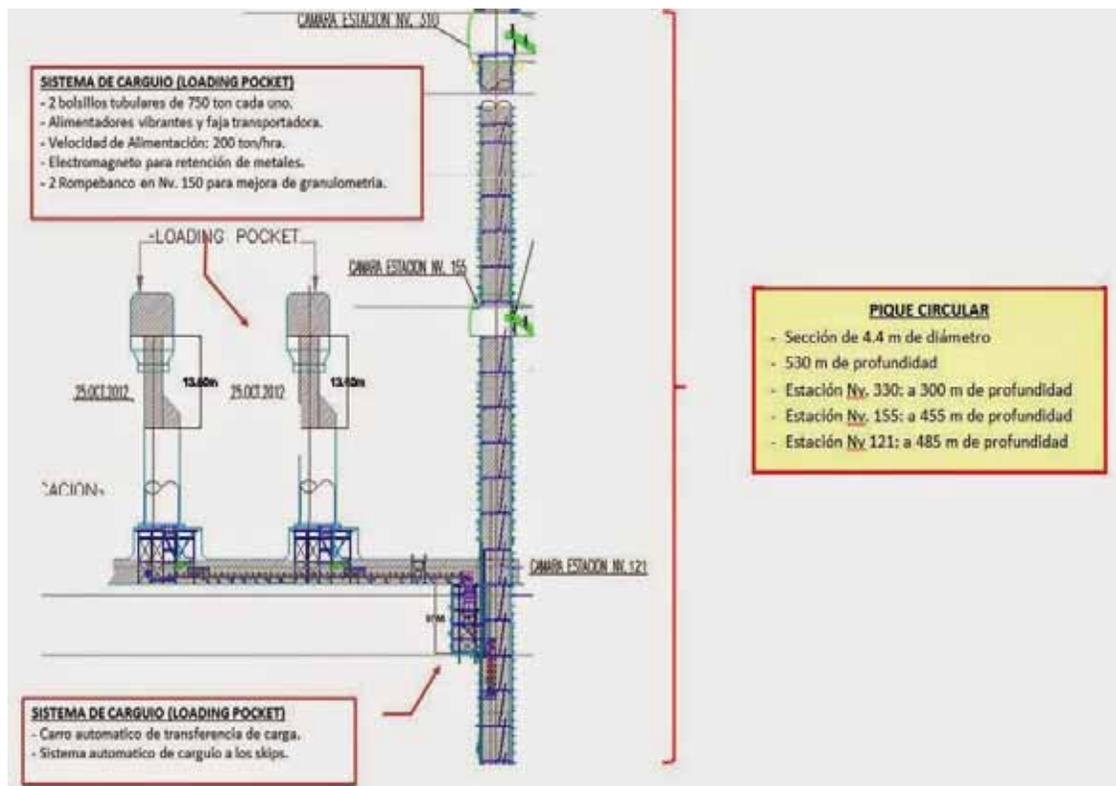
- Bolsillos de carga (02 con capacidad de 750 ton. c/u) en el Nv. 150
- Rompebancos en el Nv. 121
- Faja Transportadora en el Nv. 121.
- Skips tipo Anaconda de (02 con capacidad de 7.5 Ton c/u)
- Jaula de 2 niveles (capacidad de 26 personas)
- Sistema de Video
- Subestación Eléctrica en Nv. 150.

Figura 23: Esquema en Superficie del Pique JT



Fuente: Guerra (2014)

Figura 24: Esquema en interior Mina del Pique JT



Fuente: Guerra (2014)

De acuerdo con (Mamani M, 2018), los principios básicos que la unidad minera Animón requirió para el diseño del Pique Jacob Timmers fueron los siguientes:

- El macizo rocoso circundante, al ser la parte más importante de la estructura de la labor minera.
- Mantener la resistencia original de la roca tanto como sea posible; porque esta es el elemento de resistencia inicial.
- Prevenir la desintegración o alteración de la roca, tanto como sea posible, porque esto conduce a una considerable pérdida de resistencia del macizo.
- Evitar en lo posible la presión por esfuerzos uniaxiales o biaxiales.
- Controlar la relajación o deformaciones prematuras del macizo; para prevenir el realce o inestabilidad de la roca.

- El revestimiento con shotcrete cuya resistencia presente una dosificación de acuerdo al diseño elaborado en la mina en base a muchos ensayos.
- La aplicación del shotcrete para evitar la relajación inicial del macizo, es decir evitar la deformación de la excavación.
- El sistema de sostenimiento que permita ajustes en cuanto a espesores de shotcrete y distribución de pernos de anclaje.
- El efecto de las etapas de construcción de la labor y el efecto del tiempo en el comportamiento de la excavación, conocido como tiempo de auto-soporte.
- Evitar espacios vacíos en un radio mayor de 100 m.
- La ubicación del castillo y casa winche, deben estar ubicados estratégicamente por seguridad y sobre costo en su ejecución.

4.2.1.1. *Parámetros del diseño del pique*

Tabla 11: Parámetros de diseño del pique Jacob Timmers – Chungar

N°	Parámetros	Unidad	Cantidad/descripción
Producción mensual proyectada			
1	Mineral	TM/mes	105,000
	Desmonte	TM/mes	15,000
Producción diaria proyectada			
2	Mineral	TMD	3,500
	Desmonte	TMD	500
Producción horaria proyectada			
3	Mineral	TM/hora	22
	Desmonte	TM/hora	222.22
Izaje de persona			
4	Cantidad de personal a transportarse/viaje	EA	26
	Cantidad de personal a transportarse/piso	EA	13
	N° de pisos de la jaula	EA	2
5	Días laborales/mes considerados	días	30
6	Peso específico del mineral in situ	TMH/m ³	3.3

N°	Parámetros	Unidad	Cantidad/descripción
7	Peso específico del mineral roto a izarse	TMH/m ³	2.2
8	Peso específico del esteril a izarse	TMH/m ³	1.8
9	Ángulo de reposo del mineral	Grados	30
10	Factor de utilización neta del pique	%	75
11	Ángulo de reposo del desmonte	Grados	25
12	Altitud de la planta de izaje-hoistroom	msnm	4,609.80
13	Factor de derrateo para 4,609.8 msnm	Factor	0.85
14	Temperatura ambiente máxima y mínima del Hoistroom	°C	8
15	Tipo del ph del agua del pique	Ph	6.8 – 7.0
16	Cantidad de agua de filtración estimada	lts/seg	300
17	Inclinación del pique	Grados	90
18	Niveles de Izaje		
	Primera etapa	-	Hasta el nivel 150
	Segunda etapa	-	Hasta el nivel 00
19	Ubicación del eje vertical del pique		
	Este	-	344,575.12
	Norte	-	8,780,563.13
20	Diferencia de cotas entre el nivel 610 y niveles inferiores		
	Primera etapa (hasta el nivel 150)	M	447.27
	Segunda etapa (hasta el nivel 00)	M	597.27
21	Echaderos de mineral y desmonte en el nivel 150	-	Para volquetes
	Echaderos de mineral y desmonte en el nivel 00	-	Para volquetes
22	Capacidad del bolsillo de mineral nivel 150	TM	500
	Capacidad del bolsillo de mineral nivel 00	TM	500

N°	Parámetros	Unidad	Cantidad/descripción
23	Capacidad del bolsillo de desmante nivel 150	TM	500
	Capacidad del bolsillo de desmante nivel 00	TM	500
24	Spill Pocket		
	Capacidad de almacenamiento	TM	No será necesario
25	Capacidad de la Tolva de mineral en el castillo	TMh	350
26	Capacidad de la Tolva de desmante en el castillo	TMh	350
27	Castillo		
	Ubicación	-	En superficie
	Material de construcción	-	Acero
28	Calidad promedio de la roca en la zona del pique	-	Evaluación geo-mecánica
29	Horas netas de izaje programados por día		
	Primera guardia	H	6
	Segunda guardia	H	6
	Tercera guardia	H	6
30	Método de excavación proyectado	-	Mecanizado
31	Tipo de izaje deseado proyectado	-	Skip-skip Jaula-Desbal
32	Sistema Eléctrico		
	Voltaje de alta tensión en la zona	kV	50
	Voltaje de alimentación a la mina	kV	4.16
33	Tipo de equipos que se usaran para el transporte	-	Dumper- 25TN
	Acarreo en los niveles principales	-	Volquetes-35TN

Fuente: Unidad minera Aminon

4.2.2. Factores utilizados para la construcción del pique Jacob Timmers-Chungar

4.2.2.1. Procedimiento para la Construcción del Pique

De acuerdo con (Pérez V, 2015) el procedimiento que se siguió para la construcción del pique fue:

- El desarrollo del cronograma de actividades.
- La prevención del cumplimiento de las normas de seguridad en las diferentes actividades a ejecutarse.
- El cumplimiento de los estándares de excavación, sostenimiento, revestimiento e instalación de sets.
- La asignación de recursos humanos calificados para este trabajo y profesionales especializados para la supervisión de la construcción del pique.
- La asignación de los equipos adecuados y que cumplan las normas de seguridad.
- El contar con el plan de emergencia para la construcción del pique.

4.2.2.2. Cronograma de ejecución del pique Jacob Timmers

Para construir el pique Jacob Timmers se obtuvo 4 etapas:

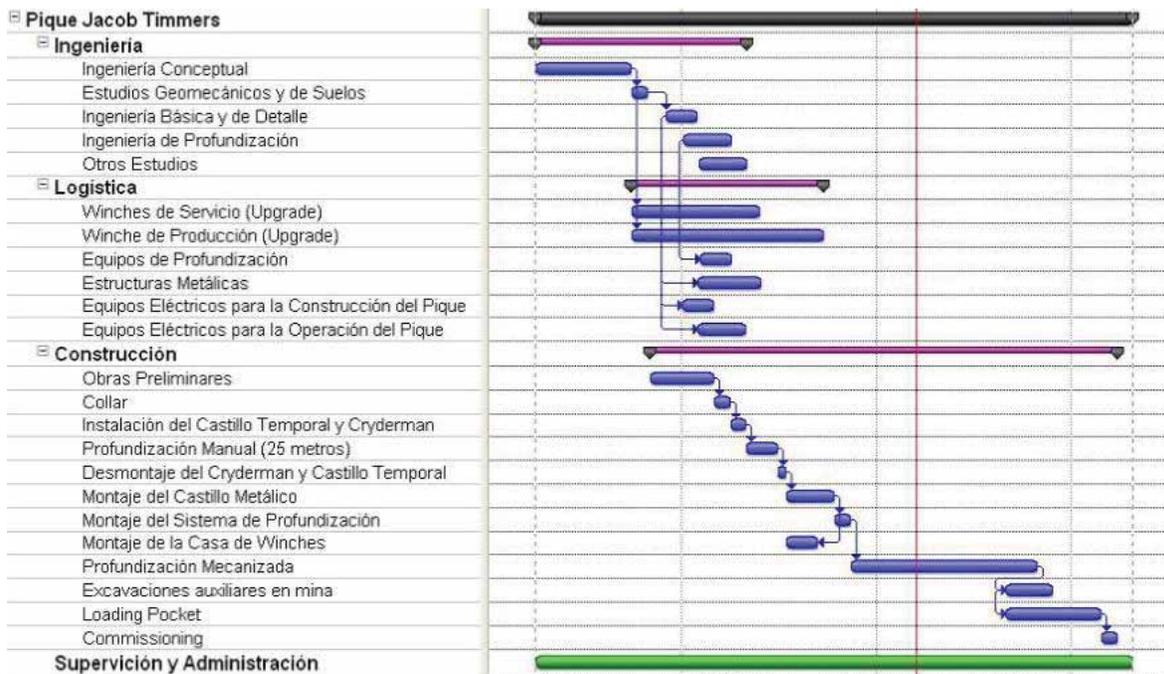
Etapa 1: Ideas Preliminares y Estudio de Factibilidad

Etapa 2: Ingeniería Conceptual y Planeamiento de la Ejecución del Proyecto

Etapa 3: Compra de los equipos principales y actualización

Etapa 4: Ingeniería Básica y de Detalle e Ingeniería de Profundización

Figura 25: Cronograma de ejecución del pique Jacob Timmers



4.2.2.3. Ciclo de minado Pique Jacob Timmers

El ciclo de minado consta de las sgtes etapas:

Limpieza

La limpieza se realizaba con equipo CRYDERMAN que constaba de dos brazos que servían de para realizar el recojo del desmonte hacia el balde, el cual por medio del winche de servicio salía a superficie y echado al camión.

La capacidad de cucharón del Cryderman es de 0.25 yd cubicas.

Perforación

Se realizó la perforación con 4 perforadoras neumáticas de marca sinker, con barrenos de 6 pies; esta etapa duraba un promedio de tres horas, luego se realizaba el carguío de taladros

Voladura y Ventilación

Se realizó mediante una malla medio banco de 1.5 mts, teniendo un avance de 5mts, se realizó una voladura eléctrica, en vista que la zona era húmeda, una vez realizada la voladura se ventilaba el área para lo cual se utilizó una compresora de 10, 000 CFM.

Sostenimiento

El sostenimiento se realizó con revestimiento de concreto con malla electrosoldada acompañada de pernos Hidrabolt, para luego seguir con el encofrado metálico; para la instalación del encofrado metálico se utilizó la plomada.

Todos los trabajos se realizaban sobre la plataforma de trabajo llamada GALLOWAY, la cual constaba de 4 pisos.

Tabla 12: Ciclo de minado PJT

<u>PERFORACION Y VOLADURA</u>		
LIMPIEZA CON EQUIPO CRYDERMAN	5.00	HORAS
PERFORACION Y SOSTENIMIENTO	3.00	HORAS
CARGUÍO DE TALADROS	1.00	HORAS
VOLADURA Y VENTILACIÓN	1.00	HORAS
	10.00	
<u>ARMADO DE SET</u>		
	12.00	HORAS
<u>REVESTIMIENTO DE CONCRETO</u>		
	8.00	HORAS
<u>CICLO COMPLETO</u>		
02 REVESTIMIENTO	16.00	
06 DISPAROS	60.00	
01 SET DE ACERO	12.00	
	88.00	HORAS
	3.67	DIAS

Por consiguiente, según el ciclo de minado calculado, se tiene el horario de disparo cada 02 horas por las 24 hrs del día. con aviso de 01 hr antes.

Tabla 13: Construcción Pique

PROYECTO:	CONSTRUCCION PIQUE				
INFORME:	CANTIDAD DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA PARA PIQUE				
FECHA:					
TIPO DE ROCA	:	IV - V	ALTURA DEL BANCO	:	2.00 MTS
LONGITUD DEL PIQUE	:	536.00 MT	DENSIDAD DEL MACIZO ROCOSO	:	2.50 GR/M3
DIÁMETRO DEL PIQUE	:	5.00 MT	EXCAVACION MENSUAL PROYECTADA	:	45.00 MT/BANCO
FACTOR DE MERMA	:	5%	FACTOR MERMA ACCESORIOS	:	10%
(voladura secundaria, traslado, desquinces adicionales)					

Tabla 14: Cantidad de explosivos y accesorios de voladura para pique

DESCRIPCION	FABRICANTE	UND	MEDIO BANCO	CANTIDAD PIQUE	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD MENSUAL INCL. ROTURA STOCK
EXPLOSIVOS						
EMULNOR 3000 DE 1 1/8" X 12 "	FAMESA	KG	37.44	21,069.30	1,768.88	1,945.77
EXPLOSIVO DE CONTORNO - FAMECORTE DE 19 X 510 MM	FAMESA	KG	1.25	703.50	59.06	64.97
ACCESORIOS						
DETONADOR NO ELECTRICO DE RETARDO - FANEL MILISEGUNDO (DEL N° 1 AL N° 10)	FAMESA	UND	30.00	17,688.00	1,350.00	1,485.00
CORDON DETONANTE - PENTACORD 5P	FAMESA	MTS	20.00	11,792.00	900.00	990.00
FULMINANTE ELECTRICO - FULMELEC INSTANTANEO DE 4.00 MTS	FAMESA	MTS	2.00	1,179.20	90.00	99.00
DETONADOR ENSAMBLADO (MECHA DE SEGURIDAD Y FULMINANTE COMUN)	EXSA	UND		91.00	7.00	7.70
NOTA:	EL DETONADOR ENSAMBLADO ES PARA VOLADURA SECUNDARIA Y/O DESQUINCHE ADICIONAL					

4.2.2.4. Excavación

El primer tramo, es decir los primeros 400 m desde superficie, se llevó a cabo a través de la perforación de tres taladros diamantinos; para los estudios geomecánicos.

Posteriormente, ya para un segundo tramo, desde el Nv. 330, se efectuó igualmente otros tres taladros diamantinos de 300 m, y allí se ejecutó además del estudio geomecánico todo lo relacionado al estudio hidrogeológico.

4.2.2.5. Ingeniería del sistema de sostenimiento

Animón determino en base a los factores geológicos que, debido a la mala calidad de la roca, el collar de pique debía ampliar a 01 m a cada lado del collar, el cual inicialmente estaba contemplado en 7 m x 7.50m.

Las consideraciones que tuvo en el sostenimiento del pique se basaron bajo los siguientes parámetros:

- Para una roca mala el empernado debe ser sistemático en una cuadrícula de 1.8 x1.8 m.
- Para una roca muy mala el empernado debe ser sistemático en una cuadrícula de 1.5 x 1.5 metros.

- Para una roca extremadamente mala el empernado debe ser sistemático en una cuadrícula de 1.2 x 1.2 m.
- Para una roca excepcionalmente mala el empernado debe ser sistemático en una cuadrícula de 1.0 x 1.0 m.
- Para zonas de falla geológica (brechas, panizo) el empernado debe ser sistemático en una cuadrícula de 0.8 x 0.8 m.

Asimismo, aplicaron el Shotcrete del orden de 2'' pulgadas, para el sostenimiento del talud de la plataforma del pique.

Figura 26: Sostenimiento del pique con Shotcrete



4.2.2.6. *Ingeniería del sistema de profundización*

El sistema de profundización que la unidad minera Animón utilizó para la construcción del pique Jaco-Timmers fue en “ciego”, para tal efecto utilizó los siguientes equipos:

- 1 Cryderman modelo Hernán, capacidad 0.25 yd³.

Figura 27: Cryderman



Fuente: Planeamiento integral ejecución del proyecto pique Jacob Timmers

- 3 winches de profundización, calculados y diseñados para la capacidad de izaje del Galloway, de la marca Timberland modelo SSK600, cada uno de 11 Tn, con un cable de acero de 1-1/2'' de diámetro y 1,000 m de longitud, cuya resistencia de tracción fue de 60,000 lb (27200 Kg), cada uno accionado con un motor eléctrico de 50 Hp.

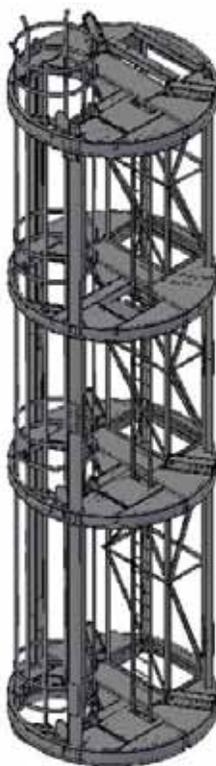
Figura 28: Winches Timberland



Fuente: (Fernández G, 2016)

- 1 Galloway o también llamada jaula de trabajo de cuatro pisos.

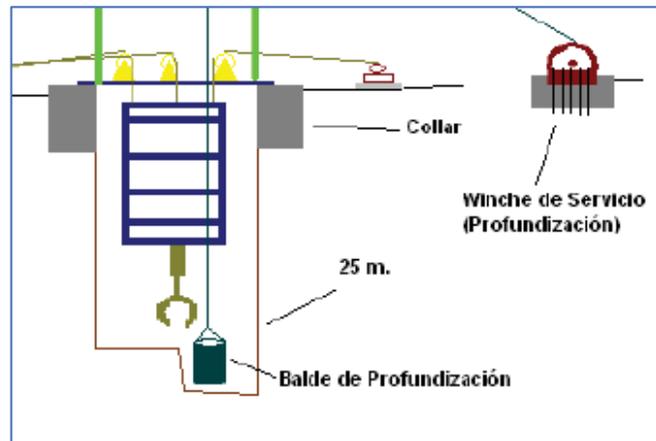
Figura 29: Galloway



Fuente: Planeamiento integral ejecución del proyecto pique Jacob Timmers

- 2 baldes de profundización con capacidad de 3 m³, con sus respectivas crucetas y sistemas de seguridad calculados y diseñados para la capacidad de izaje.

Figura 30: Baldes de profundización



Fuente: Planeamiento integral ejecución del proyecto pique Jacob Timmers

- 1 Winche de izaje para los baldes de profundización, bajada de personal y/o materiales, marca Hepburn, diseñado para izar un peso máximo de 3200 Kg (un balde de 1085 Kg, una cruceta de 1200 Kg, materiales y/o personas de peso máximo 910 Kg), hasta una profundidad máxima de 800 m., con velocidad máxima de 350 ft/min (1.78 m/s).
- 1 sistema de descarga de baldes de profundización, compuesto por el cable del winche con un diámetro nominal de 34.9mm X 6.71 Kg/m (1-3/8''X4.51 lb/ft), resistencia de tracción de 8,850 Kg. y una tambora de 92''X45'' con 64 rpm, motor de 1,150 Hp y 1040 rpm.
- 1 winche neumático Denver, para el traslado de materiales, limpieza de desmonte e izaje del Cryderman, accionado por un motor de 10 Hp.

Figura 31: Winches neumático Denver



Fuente: Planeamiento integral ejecución del proyecto pique Jacob Timmers

- 1 encofrado metálico circular de 4.40 m de diámetro útil.

Figura 32: Encofrado metálico



Fuente: Planeamiento integral ejecución del proyecto pique Jacob Timmers

- 1 compuerta de seguridad para protección del personal de profundización
- 1 sistema de transporte de concreto
- Equipamiento y herramientas para la cimentación y montaje.

Limpieza y revestimiento

La unidad minera Animón diseño y fabricó el equipo denominado Galloway, o también conocido como plataforma móvil de trabajo para profundización, el cuál introdujo al pique circular mediante una grúa de 150 Ton de capacidad y para una altura no menor a los 70 m, después de los trabajos previos de excavación.

Figura 33: El Galloway y la grúa de Ton.



Figura 34: Maniobra de la grúa para introducir el Galloway



Figura 35: Maniobra de descenso del Galloway



Figura 36: Galloway dentro de la apertura del pique



La unidad minera Animón, los primeros 30 metros de avance de excavación, los realizó de manera manual, luego de ello realizó la limpieza del collar de pique con la plataforma de trabajo Galloway y el equipo Cryderman. El modelo de Cryderman utilizado fue Herman y para su izaje se utilizó un winche que se instaló en el Galloway; además el Cryderman se utilizó para el carguío de los baldes de profundización.

Figura 37: Sistema de profundización con Cryderman



Figura 38: Caseta de mando del Cryderman



4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES ECONÓMICOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS-CHUNGAR

4.3.1. Presupuesto estimado para la construcción del pique

Comprendió todos los gastos a ejecutar en la profundización de una longitud vertical de 550 m. para ello considero:

- El desarrollo de la ingeniería básica y de la ingeniería de construcción para la profundización.
- Trabajos previos para lograr el adecuado acondicionamiento en la zona de superficie donde se ubicó la Planta de Izaje.
- Trabajos de excavación y sostenimiento, las obras civiles.
- Adquisición de los equipos necesarios.
- Operación de izaje/extracción.
- Suministros requeridos.
- Servicios relacionados a la instalación y montaje.
- Gastos de administración y de supervisión de la construcción.

Tabla 15: Presupuesto total del proyecto Jacob Timmers: \$13,313,207

PARTIDAS	%	MONTO (\$.)			
		TOTAL	2009	2010	2011
1. Ingeniería y gerencia del proyecto.	3.6%	485000	485000		
2. Movimiento de tierras en superficie para la planta	2.20%	295200	295200		
3. Trabajos de excavación y sostenimiento	11.60%	1550491	95000	658920	796571
4. Obras civiles con concreto	3.80%	506556		309436	197120
5. Suministro de estructuras metálicas	10.00%	1336401		1336401	
6. Adquisición de equipos electromecánicos y accesorios	41.60%	5531750	1179600	4352150	
7. Trabajos de instalaciones y montaje	11.40%	1515069		1099799	415270
8. Servicios misceláneos	0.20%	24900		24900	
9. Suministro de materiales no considerados	8.10%	1078200		646920	431280
10. Puesta en marcha	0.40%	50000			50000
11. Gastos administración y supervisión de construcción	7.10%	939640	156085	425845	357710
		13313207	2210885	8854371	2247951
			16.61%	66.51%	16.89%

Tabla 16: Requerimiento final de presupuesto para la 1ra etapa

PARTIDAS	PPT Monto Parcial	EACH						VCM			
		PPT EACH	2009		2010		2011	PPTO VCM	2009	2010	
			Pagado	Pendiente	1er Cuatrimestre por Comprom	Resto del Año				Pagado	1er Cuatrimestre por Comprom
1. Ingeniería y gerencia del proyecto.	485000	485000		33600	84145	145000	222255		0		
2. Movimiento de tierras en superficie para la planta	295200	295200		42648	252552				0		
3. Trabajos de excavación y sostenimiento	1550491	1550491			95000	53895	840958	560638	0		
4. Obras civiles con concreto	506556	506556				24000	289534	193022	0		
5. Suministro de estructuras metálicas	1336401	1336400				943036	393364		0		
6. Adquisición de equipos electromecánicos y accesorios	5531750	2567751			194000	763500	724613	885638	2964000	1054400	770000
7. Trabajos de instalaciones y montaje	1515069	1515069				374370	684419	456280	0		
8. Servicios misceláneos	24900	24900					11205	13695	0		
9. Suministro de materiales no considerados	1078200	1078200				141499	562021	374680	0		
10. Puesta en marcha	50000	50000						50000	0		
11. Gastos administración y supervisión de construcción	939640	939639.91		79.91	91140	93155	339869	415396	0		
TOTAL	13313207	10349206.91		76327.91	716837	2538455	4068238	2949349	2964000	1054400	770000
POR INVERTIR	EACH	VCM	TOTAL								
	9556042	1909600	11465642								

Tabla 17: Proyección de Costos

PROYECCION DE COSTOS			
CONCEPTO	UNIDAD	MONTO	
Costo total por TM izada por el Pique	US\$/TM		1.37
Costo de operación – Pique	US\$/TM		0.34
Costo de inversión	US\$/TM		1.03
Inversión del proyecto	US\$	13313207	
Tonelaje diario de izaje	TMPD	4000	
Tonelaje izado por los 9 años del proyecto	TM de Izaje	12960000	
Costo inicial por TM izada por el Pique	US\$/TM	1.36	
Incremento anual del costo de izaje del Pique	0.50%		
Costo de operación - Pique Esperanza	US\$/TM	1.67	
Incremento anual del costo de izaje del Pique	2.00%		

Tabla 18: Costos de transporte

		NIVEL	225	200	150	100	50	0	-50	-100	-150	-200	-250	-300	-350	-400	-450
	US\$	AÑOS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
TMK M	0.58	INT. MINA	3.07	3.32	3.82	4.32	4.82	5.32	5.82	6.32	6.82	7.32	7.82	8.32	8.82	9.32	9.82
TMK M	0.32	SUPERFICIE	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
TMK M		INT. MINA	1.7806	1.9256	2.2156	2.5056	2.7956	3.0856	3.3756	3.6656	3.9556	4.2456	4.5356	4.8256	5.1156	5.4056	5.6956
TMK M		SUPERFICIE	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848
TMK M		INT. MINA @ PLANTA	2.63	2.77	3.06	3.35	3.64	3.93	4.22	4.51	4.80	5.09	5.38	5.67	5.96	6.25	6.54

Tabla 19: Total de costos de transporte

Descripción	UNIDAD	AÑOS											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	MIN TMPD	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	4500	4500	4500	4500	4500
Actual Sistema	DES TMPD	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo de Transporte con el Pique Esperanza													
Costo un. de Transporte Por Izaje	US\$/TM	1.67	1.7	1.73	1.77	1.8	1.84	1.88	1.91	1.95	1.98	2.02	2.05
Transporte de Mineral	TMS/DIA	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
	TMS/MES	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000	48000
	TMS/AÑO	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000	576000
Costo De Transporte Con Volquetes													
Costo Un. De Transporte De Mineral	US\$/TM	3.35	3.64	3.93	4.22	4.51	4.80	5.09	5.38	5.67	5.96	6.25	6.54
Transporte De Mineral	TMS/DIA	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1901	1902	1903
	TMS/MES	57000	57000	57000	57000	57000	57000	57000	57000	57000	57030	57060	57090
	TMS/AÑO	684000	684000	684000	684000	684000	684000	684000	684000	684000	684360	684720	685080
Transporte De Desmonte	TMS/DIA	500	500	500	500	500	500	500	500	500	501	502	503
	TMS/MES	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15030	15060	15090
	TMS/AÑO	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180360	180720	181080
Costo Total Anual													
Transporte De Mineral		3255782	3471422	3687062	3908462	4124102	4345502	4566902	4782542	5003942	5223649	5443565	5663689
Transporte De Desmonte		603648	655848	708048	760248	812448	864648	916848	969048	1021248	1075594	1130150	1184915
Total Costo De Transporte		3859430	4127270	4395110	4668710	4936550	5210150	5483750	5751590	6025190	6299244	6573716	6848605

Tabla 20: Ahorro por costo de transporte

DESCRIPCION	UNIDAD	AÑOS											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COSTO DE TRANSPORTE CON EL PIQUE													
Costo unit.de transporte por izaje	US\$/TM	1.36	1.37	1.38	1.39	1.39	1.4	1.41	1.41	1.42	1.43	1.43	1.44
Transporte de mineral	TMS/DIA	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	4500	4500	4500	4500	4500
	TMS/MES	105000	105000	105000	105000	105000	105000	105000	135000	135000	135000	135000	135000
	TMS/AÑO	1260000	1260000	1260000	1260000	1260000	1260000	1260000	1620000	1620000	1620000	1620000	1620000
Transporte de desmonte	TMS/DIA	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	TMS/MES	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
	TMS/AÑO	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
COSTO TOTAL ANUAL													
Transporte de mineral	US\$	1713600	1726200	1738800	1751400	1751400	1764000	1776600	2284200	2300400	2316600	2316600	2332800
Transporte de desmonte	US\$	244800	246600	248400	250200	250200	252000	253800	253800	255600	257400	257400	259200
TOTAL COSTO DE TRANSPORTE	US\$	1958400	1972800	1987200	2001600	2001600	2016000	2030400	2538000	2556000	2574000	2574000	2592000
HACER PIQUE vs ACTUAL SISTEMA													
AHORRO POR COSTO DE TRANSPORTE	US\$	1901030.4	2154470.4	2407910.4	2667110.4	2934950.4	3194150.4	3453350.4	3213590.4	3469190.4	3725244.2	3999715.6	4256604.6

Tabla 21: Calculando la inversión total

INVERSIONES PRINCIPALES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO	MONTO DE LA INVERSION		PERIODOS DE DEPRECIACION		VALOR DE RESCATE		DEPRECIACION ACUMULADA (US\$)
	%	(US\$)	(AÑOS)	%	(US\$)	(US\$)	
OBRAS MINERAS (Pique)	35.85%	4110433	1 a 3 (no lineal)	33%			
EQUIPAMIENTO (Equipo principal + complem y Sistema eléctrico)	57%	6537136	5	20%	25%	1634284	6537136
OBRAS CIVILES (Casa winche, bases de winche y collar de cond.	7.14%	818074	33	3%	10%	81807	
INVERSION TOTAL	100%	11465643				1716091	6537136

Tabla 23: Estado de resultados

Detalle	UND	ESTADO DE RESULTADOS ECONOMICO											
		2011 0	2012 1	2013 2	2014 3	2015 4	2016 5	2017 6	2018 7	2019 8	2020 9	2021 10	2022 11
Ahorro por cambio de sistema de transporte	US\$	1901030.4	2154470.4	2407910.4	2667110.4	2934950.4	3194150.4	3453350.4	3213590.4	3469190.4	3725244.2	3999715.6	4256604.6
Venta de activos	US\$												
Depreciación de equipos, obras mineras y civiles	US\$	2704853.8	2700743.4	2700743.4	1331969.2	1331969.2	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0
UTILIDAD BRUTA	US\$	-803823.4	-546273.0	-292833.0	1335141.2	1602981.2	3169608.4	3428808.4	3189048.4	3444648.4	3700702.2	3975173.6	4232062.6
Regalías	US\$												
Gasto Administrativos	US\$												
Gastos de ventas	US\$												
Utilidad operativa	US\$												
Utilidad después del financiamiento	US\$	-803823.4	-546273.0	-292833.0	1335141.2	1602981.2	3169608.4	3428808.4	3189048.4	3444648.4	3700702.2	3975173.6	4232062.6
Remuneración al directorio (6%)	US\$				80108.5	96178.9	190176.5	205728.5	191342.9	206678.9	222042.1	238510.4	253923.8
Participación de trabajadores (8%)	US\$				106811.3	128238.5	253568.7	274304.7	255123.9	275571.9	296056.2	318013.9	338565.0
UTILIDAD IMPONIBLE	US\$	-803823.4	-546273.0	-292833.0	1148221.4	1378563.8	2725863.2	2948775.2	2742581.6	2962397.6	3182603.9	3418649.3	3639573.8
IMPUESTO A LA RENTA (29.5%)	US\$				338725.3	406676.3	804129.7	869888.7	809061.6	873907.3	938868.1	1008501.5	1073674.3
UTILIDAD NETA	US\$	-803823.4	-546273.0	-292833.0	809496.1	971887.5	1921733.6	2078886.5	1933520.0	2088490.3	2243735.7	2410147.7	2565899.5

Tabla 24: Flujo de caja

CONCEPTO	UND	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS														
Ahorro por cambio de sistema de transporte	US\$	0.0	1901030.4	2154470.4	2407910.4	2667110.4	2934950.4	3194150.4	3453350.4	3213590.4	3469190.4	3725244.2	3999715.6	4256604.6
Venta de activos	US\$													
Depreciación de equipos, obras mineras y civiles	US\$	0.0	2704853.8	2700743.4	2700743.4	1331969.2	1331969.2	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0	24542.0
TOTAL INGRESO	US\$	0.0	4605884.2	4855213.8	5108653.8	3999079.6	4266919.6	3218692.4	3477892.4	3238132.4	3493732.4	3749786.2	4024257.6	4281146.6
Inversiones	US\$	11465643.0												
IMPUESTO A LA RENTA (29.5%)	US\$		0.0	0.0	0.0	338725.3	406676.3	804129.7	869888.7	809061.6	873907.3	938868.1	1008501.5	1073674.3
TOTAL EGRESO	US\$	11465643.0	0.0	0.0	0.0	338725.3	406676.3	804129.7	869888.7	809061.6	873907.3	938868.1	1008501.5	1073674.3
SALDO DE PERIODO	US\$	-11465643.0	4605884.2	4855213.8	5108653.8	3660354.3	3860243.3	2414562.7	2608003.7	2429070.8	2619825.1	2810918.0	3015756.0	3207472.3

4.4. PRODUCCIÓN ACTUAL DEL PIQUE JACOB TIMMERS – CHUNGAR

Tabla 25: Producción 2019 del pique Jacob Timmers – Chungar

N°	Parámetros	Unidad	Cantidad/descripción
1	Producción mensual		
	Mineral	TM/mes	135,000
	Desmante	TM/mes	15,000
2	Producción diaria		
	Mineral	TMD	4,500
	Desmante	TMD	500
3	Producción horaria		
	Mineral	TM/hora	22
	Desmante	TM/hora	222.22

Fuente: Unidad minera Aminon

En la tabla 21, muestra que la producción del Pique Jacob Timmers – Chungar ha superado la producción que se esperaba en el 2013 antes de su construcción, de 3,500 TMD, la cual se muestra en la tabla 10, llegando a producir 1000 TMD más de lo esperado en el 2019.

A continuación, se muestra el análisis económico con respecto a la producción al año 2019.

Tabla 26: Análisis económico

	Producción estimada 2013	Producción superada 2019
TM/AÑO	3500	4500
TASA COK	12%	
VAN	631534578	\$1035201774
TIR	32%	35%
BENEFICIO/COSTO	0.55	0.90

CONCLUSIONES

- Los factores geológicos que la unidad minera Animón requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers con Galloway y Cryderman, fueron estudios de fisiografía a nivel de geología regional y local, estudios geomecánicos en laboratorio para determinar la calidad de roca mediante el método RMR y determinación del parámetro GSI; además de estudios de hidrogeología e hidroquímica.
- Los factores técnicos que la unidad minera Animón requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers con Galloway y Cryderman, fueron el desarrollo del cronograma de actividades, cumplir con los estándares de excavación, sostenimiento e instalación de sets, la asignación de personal calificado para la construcción y supervisión, y finalmente equipos adecuados para el desarrollo de la actividad, tales como el Galloway, el Cryderman, Winches Timberland, Winches Denver y baldes de profundización.
- Los factores económicos que la unidad minera Animón requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers con Galloway y Cryderman fue la inversión total de 13,313,207 dolares, teniendo en la etapa inicial del proyecto una producción estimada de 4000 TMPD, teniendo hasta fines del 2018 un TIR de 32%, superándose en el 2019 en un 35%, puesto que la producción aumento en 500 TMPD.
- Asimismo, se determinó que el pique Jacob Timmers es un sistema de izaje no solo innovador técnicamente, sino también es atractivo económicamente debido a que la inversión que realizó la unida minera Animón resulto ser rentable, debido a que al año 2019 supero la productividad esperada y proyectada en el año 2013.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que las empresas mineras del país que deseen realizar inversiones en el diseño y construcción de sistemas de izaje similares al pique Jacob Timmers, debido a sus beneficios técnicos-económicos en la producción; tengan en consideración que es importante el desarrollo de estudios previos, dado que las condiciones geológicas e hidrográficas de cada yacimiento minero difieren por su ubicación geográfica.

BIBLIOGRAFÍA

- Alburquerque, F. (1997). *Metodología para el desarrollo económico local*. Obtenido de <http://biblioteca.municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/klk.pdf>
- Amate F, I. (2011). *ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA*. Obtenido de <https://www.unicaja.es/resources/1319798719449.pdf>
- Behar R, D. S. (2008). *Metodología de la investigación*. Argentina: Shalom.
- Cáceda C, J. A., & Perez V, J. C. (2015). *Proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 - Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.* . Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Camacho D, C. E. (2012). *Evaluación económica del pique Jacob Timmer*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Duque E, G. (2013). *Manual De Geología Para Ingenieros*. COLOMBIA. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Manual_de_Geologia_Gonzalo_Duque.compressed.pdf
- EOI. (2010). *Análisis Económico Financiero*. Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67125/componente67150.pdf
- Fernández G, R. E. (2016). *Optimización Del Proceso De Revestimiento Con Concreto Mediante El Uso Del Sistema Slick Line Para El Transporte De Concreto En La Construcción Del Pique Principal Marsa*. TRUJILLO. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5340/Fern%C3%A1ndez%20Garc%C3%ADa%20Robert%20Enmanuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferrer, M. (2007). *Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos*. Madrid: Instituto Geológicos y Minero de España.

- Guerra, C. M. (21 de Abril de 2014). *Proyecto Pique Jacob Timmers Chungar*. Recuperado el 26 de Octubre de 2019, de <http://carlos982133g.blogspot.com/2014/04/proyecto-pique-jacob-timmers-chungar.html>
- Hernandez S, R., & Mendoza T, C. P. (2018). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Inyge. (2019). Obtenido de <http://www.inyge.cl/html/gsi.html>, 2019
- Iring. (2015). Obtenido de http://www.iring.ca/aegishelp/module_6_1_print.html
- Mamani A, D. (2014). *Consideraciones De Diseño Para Construcción De Un Pique Forma Circular Caso – Andaychagua Pique Roberto Letts*. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/9264/1/mamani_ad.pdf
- Mamani M, R. D. (2018). *Diseño Geotecnico Del Crucero Xc 410, Mina Shalca*. PASCO. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/604/1/TESIS.pdf>
- Marcos C, J. A. (2016). *Diseño De Una Labor De Exploración Subterránea Para El Proyecto San Gabriel, Ichuña Compañía De Minas Buenaventura*. HUANCAYO: Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3865/Marcos%20Castro-Mayta%20Lihua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Matta V, S. L. (2013). *Controles de Mineralización del Yacimiento Filoniano Argentífero Islay-Mina Chungar, Pasco- Perú*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- MONACO. (2010). *Manual de Hidrografía*. Lima. Obtenido de https://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-13/spanish/C-13_Capitulo_1_y_prefacio.pdf
- Navea G., C. (2007). *Geología General*. Obtenido de <https://www.ceduc.cl/aula/cqbo/materiales/GM/GM-161/B/Geologia%20General%20I%20Unidad.pdf>

OSENERMING. (2000).

Paz A, R. F. (2018). *Optimización de la perforación y voladura en la veta Maria Rosa en Chungar S.A.C. Pasco*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Pérez V, J. C. (2015). *Proyecto Pique Central Para Explotacion Debajo De Nivel 1400 - Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.*”. Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPC/3846/CacedaCorillocll.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quiñones C, S. E. (2013). *Construcción del Túnel Animon, Costos Operativos y Gestión de la seguridad y del Ambiente en la empresa Administradora Chungar 2013*. Huancayo:

Universidad Nacional del Centro del Perú.

Quispe A, C. A., & Véliz C, P. (2013). *Clima y compromiso Organizacional en las municipalidades distritales de la provincia de Churcampa, región Huancavelica: Paucarbambilla el Carmen y Locroja*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Salinas T, C. (1998). *Construcción de Tuneles, Piques y Chimeneas*. Santiago de Chile: Mg Graw

Hill. Obtenido de

https://www.academia.edu/36767035/Construccion_de_Tuneles_Piques_y_Chimeneas_1

[_?fbclid=IwAR2JDIVoS4YQ0bRcTrKQAt7DhcdNJ4B0083RMXwU2r2KpLYZufn6tzq](https://www.academia.edu/36767035/Construccion_de_Tuneles_Piques_y_Chimeneas_1)

MoUg

Sapag Ch, N. (2011). *Proyectos De Inversión* (2da ed.). Chile: Pearson.

Serrato Á, P. K. (1969). *Clasificación Fisiográfica Del Terreno Apartir de la Inclusion de Nuevos*

Concetos. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario%20PC/Downloads/Dialnet-](file:///C:/Users/Usuario%20PC/Downloads/Dialnet-ClasificacionFisiograficaDelTerrenoAPartirDeLaIncl-3644849%20(1).pdf)

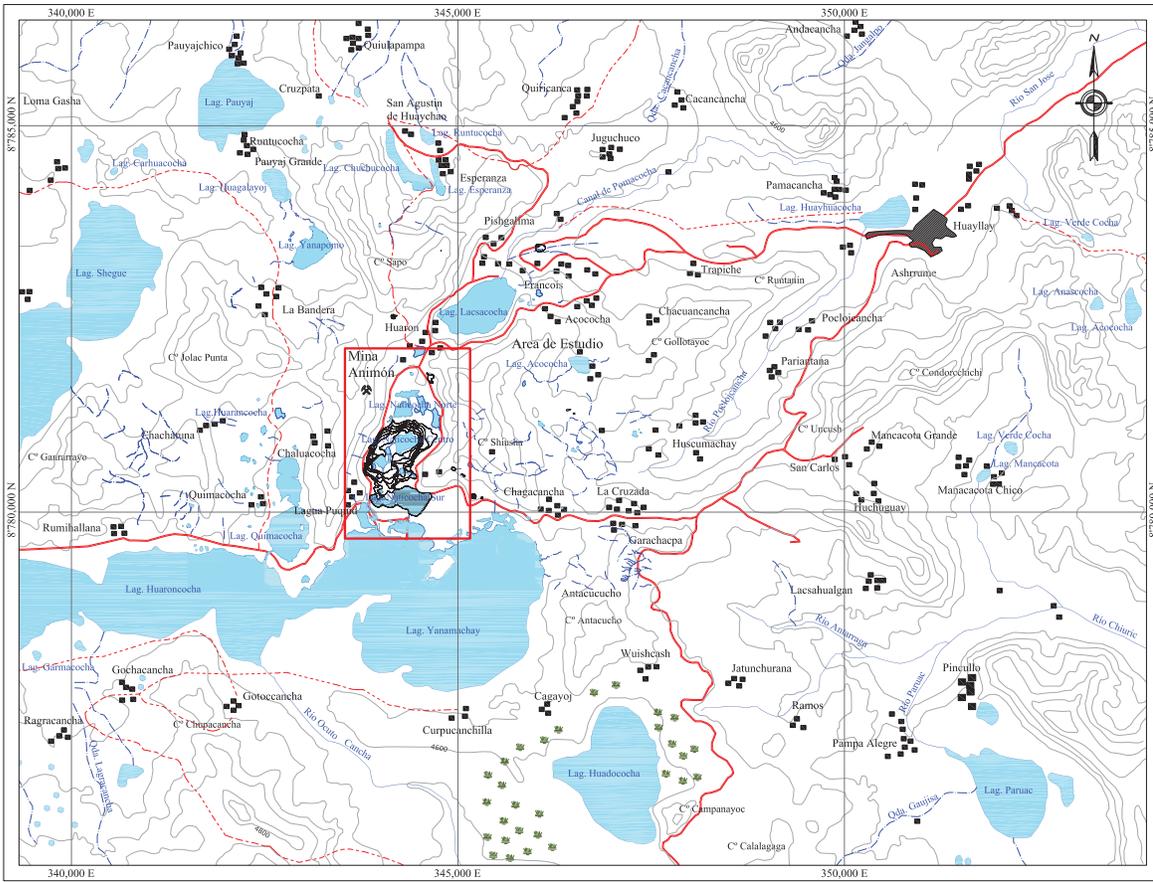
[ClasificacionFisiograficaDelTerrenoAPartirDeLaIncl-3644849%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario%20PC/Downloads/Dialnet-ClasificacionFisiograficaDelTerrenoAPartirDeLaIncl-3644849%20(1).pdf)

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Variables y dimensiones	Metodología
<p>PG: ¿Qué conocimientos, procedimientos y experiencias en geología técnicos -económicos se requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar en la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera SAA?</p> <p>PE 1: ¿Qué tipo de estudios geológicos técnicos económicos, se requirieron para el diseño del pique con Galloway y Cryderman?</p> <p>PE 2: ¿Cómo fue el proceso constructivo mecanizado con el Galloway y Cryderman, en el avance del pique?</p> <p>PE 3: ¿Cuál es la rentabilidad económica del pique con Galloway y Cryderman?</p>	<p>OG: Describir los conocimientos, procedimientos y experiencias en geología técnicos-económicos que la unidad minera Animón Chungar Volcán compañía minera S.A.A requirió para el diseño y construcción del pique Jacob Timmers-Chungar.</p> <p>OE1: Detallar los tipos de estudios geológicos técnicos económicos que se requirieron para la construcción mecanizada del pique con Galloway y Cryderman.</p> <p>OE2: Eexplicar cómo fue el proceso constructivo mecanizado del pique con el Galloway y Cryderman.</p> <p>OE3: •Analizar la rentabilidad del pique con Galloway y Cryderman.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Factores Geológicos, Técnicos y Económicos</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factores Geológicos • Factores Técnicos • Factores Económicos 	<p>Nivel:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Tipo:</p> <p>Básico</p> <p>Diseño:</p> <p>M → 01</p> <p>Población:</p> <p>Pique Timmers-Chungar diseñado y construido por la unidad minera Animón.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recojo de datos:</p> <p>Revisión Bibliográfica</p> <p>Método de análisis de datos:</p> <p>Excel-Word</p>

ANEXO N° 02: MAPA DE UBICACIÓN DEL PIQUE JACOB TIMMERS



NOTAS:

1. LAS UNIDADES EN LAS FIGURAS ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL UTM PSAD 56
2. LAS ELEVACIONES DE SUPERFICIE SE ENCUENTRAN REFERENCIADAS POR SU NIVEL OBTENIDO METRICO (msnm).
3. CARTA NACIONAL: CERRO DE PASCO (H01M256) Y ONDORES (H01A23-K)

Cliente: EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR SAC			
Proyecto: ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA CONSTRUCCION DEL PIQUE J. TIMMERS - MINA ANIMON			
Título: MAPA DE UBICACION			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Luis Ramirez G.	Diana Apaza	Jorge Torar	
Escala:	Datum:	Fecha:	Límina:
1 : 50,000	PSAD-56	Marzo, 2011	1
Zona: 18S		Hydro-Geo	

**ANEXO N° 03: CARÁCTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DEL PIQUE JACOB
TIMMERS**

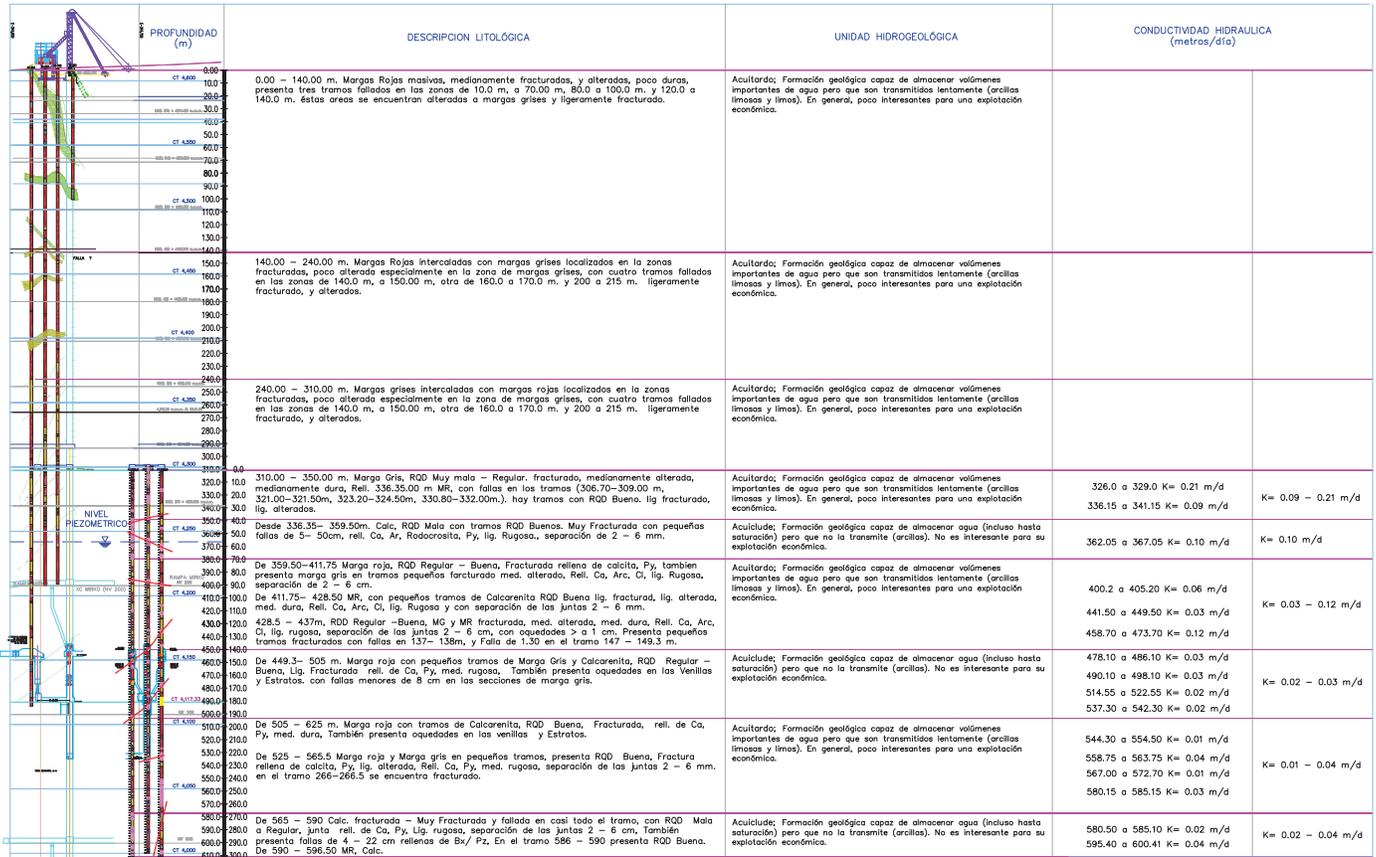


Cuadro Nº 9 Características geomecánicas del pique J.Timmers

PARÁMETROS PIQUE J. TIMMERS			
Características	Simb.	Und.	Valor
Propiedades Físicas			
Densidad Seca		gr/cm3	2,67
Densidad Húmeda		gr/cm3	2,72
Porosidad Aparente		%	5,62
Absorción		%	2,11
Peso Específico Aparente		KN/m3	26,13
Ensayos de Propiedades Físicas			
Resistencia a la Compresión Simple M-1		Kg/cm2	292,9
		MPa	28,51
Resistencia a la Compresión Simple M-2		Kg/cm2	359,79
		MPa	35,26
Propiedades Elásticas			
Módulo de Young		Gpa	9,57
Relación de Poisson			0,25
Corte Directo			
Ángulo de Fricción Residual		°	24,71
Cohesión		MPa	0,11
Cálculo de Carga de Hundimiento			
Carga de hundimiento buscada	<i>Ph</i>	MPa	15,23
Inclinación de la carga con respecto a la vertical	<i>i2</i>	°	0
Presión vertical actuante junto a cimentación	<i>s1</i>	°	0
Inclinación de la superficie del terreno junto zapata	<i>a</i>	°	0
Coficiente de carga	<i>NB</i>		4,5
Clasificaciones Geomecánicas del Macizo Rocoso			
Índice de Calidad de la roca (RQD) Deere		%	<20-65
Sistema NGI (Índice Q) Barton et al			0.012-5.6
Sistema CSIR (RMR) Bieniawski			25-55
Sistema RSR Wicham et al			35-48
Relación CSIR y NGI (RMR= 9 loge Q + 44)			
Parámetros de Hoek / Brown			
Constante m			0,947
Constante m1	$m/(1-Ae- \theta)$		
Constante s			0,00198
Relación m/m1			0,0063

Fuente: Dpto. de Geomecánica Chungar.

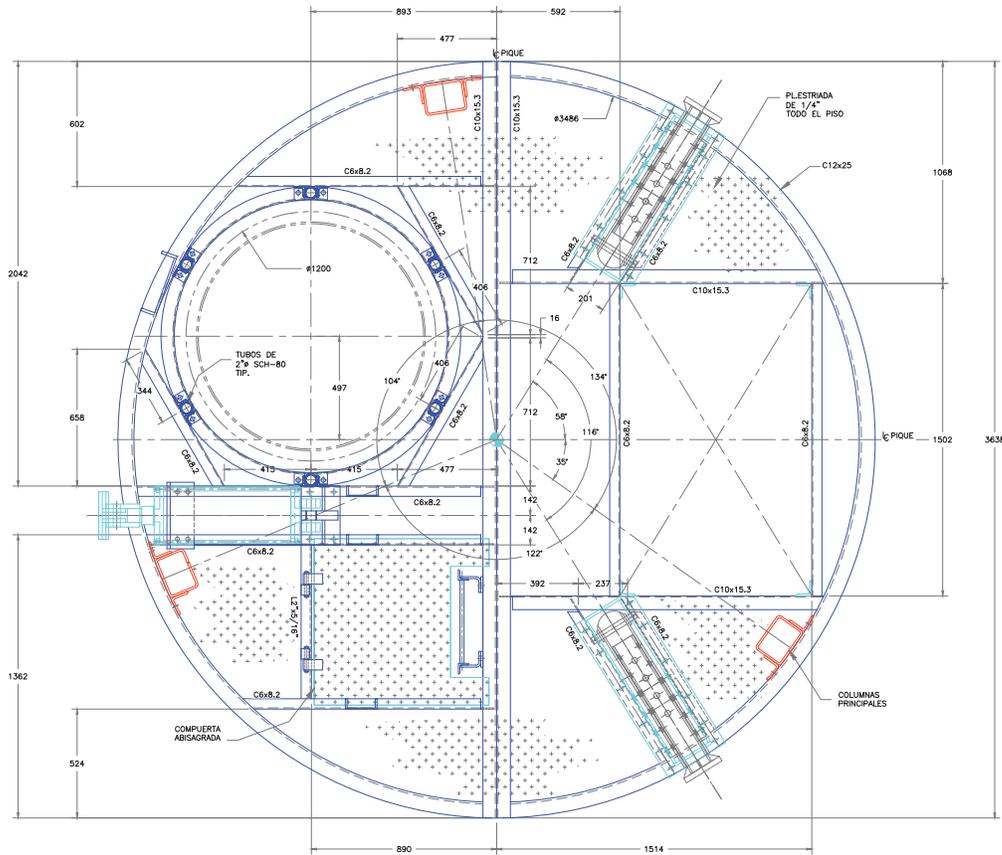
**ANEXO N° 04: SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL PIQUE JACOB
TIMMERS**



LITOLÓGICA	RQD	ESPESOR DE INCLINACIONES	GRADO DE ALTERACIÓN	RESISTENCIA	RELLENO DE INCISIONES	PLAZAS DE INCISIONES	SEPARACIÓN DE INCISIONES
Marga Roja	10-30	0.25-1.00	Fresca-Ved. Abierta	25-75 MPa	Calc. Libre	Medio-Medida	0-2 mm
Marga Gr. Pz	10-25	0.25-1.00	Abierta-Ved. Abierta	10-20 MPa	Calc. Ab. Libre	Medio-Medida	0-2 mm
Marga Gr. Pz	10-20	0.25-1.00	Fresca-Ved. Abierta	10-20 MPa	Calc. Libre	Medio-Medida	0-2 mm
Marga Gr. Pz	10-20	0.25-1.00	Abierta-Ved. Abierta	10-20 MPa	Calc. Libre	Medio-Medida	0-2 mm

Cliente: **EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR SAC**
 Proyecto: ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA CONSTRUCCION DEL PIQUE J. TIMMERS - MINA ANIMON
 Título: SECCION HIDROGEOLOGICA PIQUE J. TIMMERS
 Elaborado por: Jorge Rediguel
 Revisado por: Dimas Ayaza
 Aprobado por: Jorge Iruar
 Escala: 1:3,000
 Datum: PSAD-56
 Zona: 18S
 Fecha: Marzo, 2011
 Límite: 7B

**ANEXO N° 05: PLANOS DEL GALLOWAY Y CRYDERMAN – PIQUE
ACOB TIMMERS**



ASBUILT

NOTAS GENERALES:

- 1.0 EL PISO DE LA PLATAFORMA SERÁ DE PLANCHAS ESTRIADAS DE 1/4" FLUJADAS MEDIANTE SOLDADURA.
- 2.0 TODOS LOS PERNOS DE UNIÓN SERÁN DE 3/4", ASTM-A325 (SIC.)
- 3.0 TODAS LAS UNIONES SOLDADAS SE EFECTUARÁN CON ELECTRODOS TIPO E70XX, DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO Y SERÁN EFECTUADOS EN LO POSIBLE EN LOS TALLERES DE LIMA POR LAS FACILIDADES Y CONDICIONES AMBIENTALES ADECUADAS.
- 4.0 LAS DOS MITADES DE LA PLATAFORMA SE UNIRÁN ENTRE SI, MEDIANTE UNIONES EMPERNADAS.
- 5.0 TODAS LAS ESTRUCTURAS DE CADA MITAD DE LA PLATAFORMA SERÁN TOTALMENTE SOLDADAS. (SIC.)

VISTA SECCIONAL F-F
(REF. PJT-IC-200-01)

EL CONTENIDO DE ESTE PLANO HA SIDO ELABORADO CON LOS ESTÁNDARES PROPIOS DE INGENIEROS Y LA COPIA ELECTRÓNICA SE UTILIZA SÓLO PARA LAS REVISIONES DE ANTES. EL AUTOR SÓLO SE RESPONSABILIZA POR LOS PLANOS EMITIDOS EN COPIA DURA RUBRICADOS.		REVISION	NOTAS:	FECHA REV.	DISEÑADO POR	PROYECTOS- EACH	PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL PIQUE J. TIMMERS INGENIERIA DE PROFUNDIZACION JAULA PLATAFORMA : PRIMER PISO VISTA SECCIONAL EN PLANTA	ESCALA	1/10	A1
		A	EMITIDO PARA REVISION	X	DIBUJADO POR	ASH/95P		FECHA	15-01-10	REV.
O	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	X	REVISADO POR	L.A. MARTINEZ	JOSUELES B.	PLANO N°	PJT-IC-200-02	1		
1	TUBO 6" x 6"	14-05-10	APROBADO POR	W. RODRIGUEZ	E.ZELAYA F.					
X	X	X								

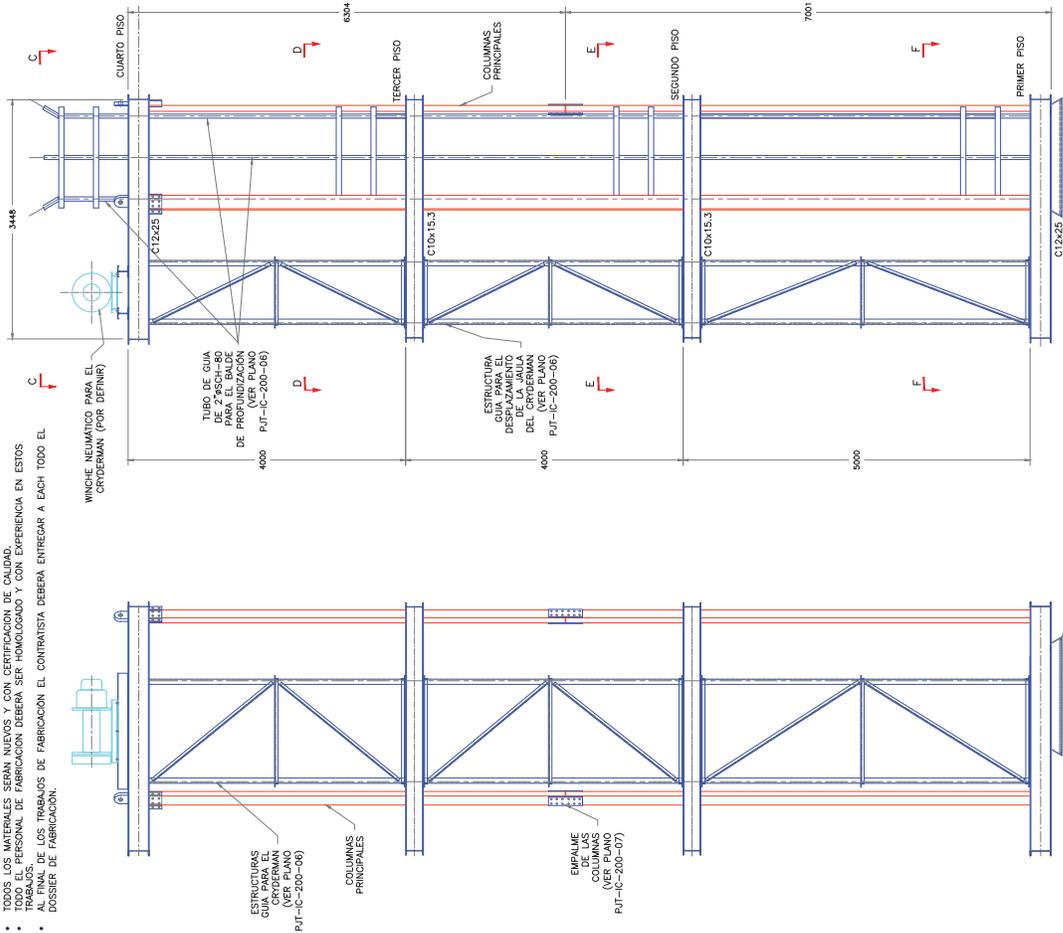
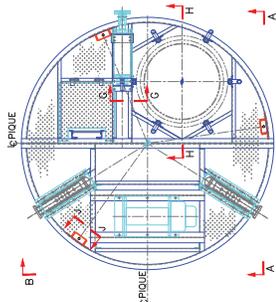
EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A.C.
UNIDAD ADMINISTRATIVA DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO

NOTAS GENERALES APLICABLES A LOS COMPONENTES DEL GALLOWAY:

- 1.0. TODOS LOS PERFILES ESTRUCTURALES SERÁN DE ACERO TIPO ASTM-A572 50D, SIC. LAS PLANCHAS Y ANGULOS PUEDEN SER DE ACERO ASTM-A36.
- 2.0. TODOS LOS PERFILES DEL GALLOWAY DEBE SER DE ACERO ASTM-A572 50D, SIC. LAS PLANCHAS Y ANGULOS PUEDEN SER DE ACERO ASTM-A36.
- 3.0. TODOS LOS PERFILES DEL GALLOWAY DEBE SER DE ACERO ASTM-A572 50D, SIC. LAS PLANCHAS Y ANGULOS PUEDEN SER DE ACERO ASTM-A36.
- 4.0. LA MAYORIA DE LOS PERFILES ESTAN ESPECIFICADOS DE ACUERDO AL AISC, POR SER LA MAYORIA DE LOS PERFILES ESTAN ESPECIFICADOS DE ACUERDO A LOS ESTANDARES Y RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC.
- 5.0. TODAS LAS PARTES ESTRUCTURALES SE FABRICARAN DE ACUERDO A LOS ESTANDARES Y RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC.
- 6.0. TODAS LAS PARTES ESTRUCTURALES SE FABRICARAN DE ACUERDO A LOS ESTANDARES Y RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC. LAS MEDIDAS DEBEN SER EN UNIDADES DE INCHAS Y DECIMALES DE INCHAS. LAS MEDIDAS DEBEN SER EN UNIDADES DE INCHAS Y DECIMALES DE INCHAS. LAS MEDIDAS DEBEN SER EN UNIDADES DE INCHAS Y DECIMALES DE INCHAS.
- 7.0. EL FABRICANTE DEBE VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES Y REPORTAR CUALQUIER DISCREPANCIA ANTES DE INICIAR LA FABRICACION.
- 8.0. NORMALIZACION PARA PERNAS DEBERAN SER TALLADOS CON LAS TOLERANCIAS DE ACUERDO AL AISC.
- 9.0. EL PRE-ENSAMBLADO DEL GALLOWAY SE EFECTUARA EN LOS TALLERES DEL FABRICANTE ANTES DE ENTREGARLO AL CLIENTE. EL FABRICANTE DEBE MARCAR ADECUADAMENTE TODOS LOS COMPONENTES PARA EL CORRECTO ENSAMBLADO EN OBRA, ESTAS MARCAS PUEDEN SER ESTAMPADOS O SOLDADOS PARA EVITAR QUE SE PERDAN.
- 10.0. EL FABRICANTE DEBE MARCAR ADECUADAMENTE TODOS LOS COMPONENTES PARA EL CORRECTO ENSAMBLADO EN OBRA, ESTAS MARCAS PUEDEN SER ESTAMPADOS O SOLDADOS PARA EVITAR QUE SE PERDAN.
- 11.0. TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA LAS ESTRUCTURAS DE ACERO:
 - LIMPIEZA CON SOLVENTES SEGUN SSP-SP
 - PRIMERADO EN TANTO COMO EN LA OBRAS.
 - IMPRIMANTE ANTICORROSION DE ZINC EPOXICO DE 3 MILS (75µ)
 - ACABADO EPOXICO DE 3 MILS (75µ)

CONTROL DE CALIDAD:

- ELABORAR EL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PREVIO A LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE FABRICACION Y MONTEAJE. ESTE PAC. DEBE SER ENTREGADO A LA SUPERVISION DEL PROYECTO.
- MANTENER UN REGISTRO DE CALIDAD DURANTE TODO EL PROCESO.
- DESMOLDAR TODOS LOS PLANOS DE TALLER QUE SEAN NECESARIOS.
- TODOS LOS MATERIALES SERAN NUEVOS Y CON CERTIFICACION DE CALIDAD.
- TODOS LOS PERSONAL DE FABRICACION DEBERA SER HOMOLOGADO Y CON EXPERIENCIA EN ESTOS TRABAJOS.
- AL FINAL DE LOS TRABAJOS DE FABRICACION EL CONTRATISTA DEBERA ENTREGAR A CADA UNO EL DOSSIER DE FABRICACION.



VISTA SECCIONAL A-A

VISTA SECCIONAL B-B

EL CONTENIDO DE ESTE PLANO HA SIDO ELABORADO CON LOS ESTANDARES PROPIOS DE INGENIEROS Y LA COPIA ELECTRONICA SE UTILIZARA SOLO PARA LAS REVISIONES DE ANTES. EL AUTOR NO SE RESPONSABILIZARA POR LOS PLANOS ENTREGADOS EN FORMA DURA RUBRICADOS.

EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A.C.
 URBINA ANTONIO
 DPTO DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO

REVISION	NOTAS:	FECHA REV	DISEÑADO POR	PROYECTOS- EACH
A	EMITIDO PARA REVISION	X	DIBUJADO POR	AGUIRRE
O	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	X	REVISADO POR	L.A. MARTINEZ
X	X	X	X	JORJES B.
X	X	X	APROBADO POR	E.ZELAYA F.

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL PIQUE J. TIMMER
 INGENIERIA DE PROFUNDIZACION
 JAUJA PLATAFORMA DE PROFUNDIZACION
 ARREGLO GENERAL

ESCALA	1/30	A1
FECHA	15-01-10	REV.
PLANO N°	PJT-IC-200-01	
		0

ANEXO N° 06: HISTOGRAMA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE

JACOB TIMMERS

