

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACION DEL SKIP CON GUIADERAS DE MADERA PARA
LA PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO 90 E INCREMENTO
DE EXTRACCION DE MINERAL EN MINERA LA ESPAÑOLA S.A.”**

PRESENTADO POR:

Bach. WILBERTH DAVID FERNANDEZ HUICHI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERÚ

2017



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MINAS
INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL**

“IMPLEMENTACION DEL SKIP CON GUIADERAS DE MADERA PARA LA PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO 90 E INCREMENTO DE EXTRACCION DE MINERAL EN MINERA LA ESPAÑOLA S.A.”

PRESENTADO POR:

Bach. WILBERTH DAVID FERNANDEZ HUICHI

A la Dirección de Coordinación de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano como requisito para optar el título de:

INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :
M. Sc. Ing. Mario S., CUENTAS ALVARADO

PRIMER MIEMBRO : ..x.....
Dr. Ing. Fernando B., SALAS URVIOLA

SEGUNDO MIEMBRO :
M. Sc. Ing. Ludio, QUEA GUTIERREZ

AREA: Ingeniería de Minas

TEMA: Métodos de extracción de yacimientos minerales metálicos y no metálicos

Fecha de sustentación: 20 de octubre del 2017

DEDICATORIA

En memoria de mi padre Eduardo, a mi madre Alejandra, y una persona muy especial que ha brindado su compañía, comprensión y sobre todo su apoyo incondicional en mi vida mi pareja María Zea y mis hijos Saif Alí Aldair y Brandon Mitchell por darme las fuerzas para continuar con mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Con mucha gentileza expreso mi gratitud hacia la “EMPRESA MINERA LA ESPAÑOLA S.A. y a todo el cuerpo directivo representada por su Gerente General Sr. Pepe Lucho Pally Ayamamani de igual manera al Superintendente General Ing. Guillermo Huaripata Condori, por la oportunidad que me han brindado en el inicio de mi carrera profesional.

También, mi reconocimiento a las siguientes empresas mineras en cuales tuve y tengo la oportunidad de trabajar:

UEA. CORPORACION MINERA ANANEA S.A.	---- PUNO
CIA. MINAS ARIRAHUA S.A.	---- AREQUIPA
CIA. MINERA AURIFERA CUATRO DE ENERO S.A.	---- AREQUIPA
CIA. MINERA LA ESPAÑOLA S.A.	---- AREQUIPA

Finalmente, expreso mi más grande reconocimiento y agradecimiento a mi Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ingeniería de Minas como también a los docentes y personal administrativo, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

El sustentante ha laborado en diferentes Empresas Mineras de nuestro país; por lo que me permito presentar a vuestra consideración el presente trabajo ***Titulado:***

“Implementación del skip con guiaderas de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en Minera la Española S.A.” realizado en la empresa indicada, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero de Minas, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Altiplano de la ciudad de Puno.

Una de las razones que se tuvo para elegirse este trabajo aparte del costo de los elementos es la urgente necesidad que tuvo la Compañía Minera la española S.A. Es la de incrementar el volumen de extracción con el nuevo sistema de izaje.

El suscrito ha trabajado en la elaboración del proyecto y lógicamente en la ejecución del mismo; por lo que, deseo divulgar las experiencias adquiridas en el desarrollo de dicho trabajo a mi Alma Mater con el presente Informe.

Puno, 24 de agosto del 2017.

Bachiller: Wilberth David Fernández Huichi

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
PRESENTACIÓN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
RESUMEN.....	1
PRIMERA PARTE.....	2
REPORTE DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	2
SEGUNDA PARTE	3
DESARROLLO DEL INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL	3
CAPÍTULO I.....	3
ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Problemática del sistema de izaje en Minera la Española S.A.	4
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.2.3. Objetivo General:.....	5
1.2.4. Objetivos Específicos:.....	5
1.3. Antecedentes.....	6
1.4. Definiciones básicas.	7
1.4.1. Extracción por un pique en mina.....	7
1.4.2. Izaje.....	7
1.4.3. Tipos de izaje	8
1.4.4. Sistema de izaje	9
1.4.5. Componentes de un sistema de izaje	10
1.4.6. Equipos para izaje	11
1.4.7. Winche	11
1.4.8. Winche de izaje	11
1.4.9. Parámetros considerados para el diseño de izaje.....	11
1.4.10. Diseño de ingeniería y supervisión para piques	12
1.4.11. Skip de extracción	12
1.4.12. Guiaderas.....	13
1.4.13. Tamboras	14
1.4.13.1. Tambor cilíndrico.....	14
1.4.13.2. Tambor cónico	15
	iv

1.4.13.3.	Tambor bicilindro cónico	15
1.4.14.	Cable de izaje.....	15
1.4.15.	Tipos de cables	15
1.4.15.1.	Regular	15
1.4.15.2.	Tipo Lang	16
1.4.16.	Estructura de los cables	17
1.4.17.	Polea.....	18
1.4.18.	Castillo o estructura de desplazamiento	18
1.4.19.	Grapas de seguridad, paracaídas o leonas	19
1.4.20.	Bolsillos, pockets.....	19
1.5.	Pique	19
1.5.1.	Pique ciego.....	20
1.5.1.1.	Profundización a sección completa	20
1.5.1.2.	Profundización en gradines horizontales	20
1.5.1.3.	Profundización en gradines inclinados	20
1.5.2.	Pique con chimenea piloto.....	20
1.5.3.	Pique con piso plano	21
1.5.4.	Pique con piso inclinado	21
1.5.5.	Factores que influyen para su construcción de un pique	21
1.5.6.	Consideraciones de diseño.....	21
1.5.7.	Estructura de un pique.....	22
1.5.7.1.	Sección transversal de un pique.....	22
1.5.7.2.	Sección rectangular.....	22
1.5.7.3.	Sección circular	23
1.6.	Perforación y voladura en piques y pozos mineros	24
1.6.1.	Método de banqueo.....	24
1.6.2.	Método de espiral	24
1.6.3.	Método de sección completa	25
1.7.	Perforación	25
1.7.1.	Factores que influyen en la perforación	26
1.7.2.	Técnicas de perforación utilizadas.....	26
1.7.3.	Perforación óptima	26
1.7.4.	Voladura óptima	27
1.7.5.	Limpieza óptima	27

1.8.	Sistema de ventilación	27
1.8.1.	El caudal de aire o flujo	27
1.8.2.	Ventiladores centrífugos	28
1.8.3.	Ventiladores axiales.....	28
1.9.	Aspectos geológicos	29
1.9.1.	Geología Local	29
1.9.2.	Depósitos Cuaternarios	29
1.9.2.1.	Rocas hipabisales	30
1.9.2.2.	Rocas Intrusivas.....	30
1.9.3.	Geología Estructural.....	33
1.9.4.	Geología Económica	35
1.9.4.1.	Aspecto metalogenético	35
1.9.4.2.	Tipo de yacimiento	35
1.9.4.3.	Mineralización	35
1.9.4.4.	Estimación de recursos y reservas, niveles de producción y vida de la mina	36
1.9.5.	Estimación de recursos	37
1.9.5.1.	Recurso mineral medido.....	37
1.9.5.2.	Recurso mineral inferido.....	38
1.9.6.	Estimación de reservas	38
1.9.6.1.	Reserva mineral probada	38
1.9.6.2.	Reserva mineral probable	38
1.9.6.3.	Nivel de producción y vida de la mina	39
CAPITULO II.....		40
SISTEMA DE IZAJE Y PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO 90		40
2.1.	Razones de la implementación del skip y profundización del pique inclinado 90.....	40
2.2.	Influencia del método de implementación del skip y la profundización del pique inclinado 90	41
2.3.	Diseño del plano preliminar del pique inclinado	41
2.4.	Determinación de la calidad del terreno.....	42
2.5.	Cámara de izaje	44
2.6.	Estructura y construcción de castillete.....	47
2.7.	Anclaje de base para el winche de izaje	49
2.8.	Sistema de izaje	50

2.9.	Características y dimensiones del skip	51
2.9.1.	Sistema de volteo del skip	52
2.10.	Guiaderas de madera	53
2.11.	Instalación de guiaderas de madera para la extracción de mineral o desmante y profundización del pique 90	53
2.12.	Sostenimiento instalación de cuadros de madera del tramo sub nivel 204 al sub nivel 184	56
2.13.	Condiciones de diseño	57
2.14.	Diseño de los componentes del izaje	58
2.14.1.	Capacidad del skip	58
2.14.2.	Diámetro de la polea a usar.....	58
2.14.3.	Diseño del cable	59
2.14.4.	Peso del cable.....	59
2.14.5.	Cálculo de factor de seguridad	60
2.15.	Diseño del winche y polea	61
2.15.1.	Diámetro del tambor	61
2.15.2.	Estimación de la aceleración y desaceleración del skip.....	62
2.15.4.	Obtención de la aceleración y desaceleración.....	63
2.15.5.	Cálculo de espacios en movimiento uniforme variado y movimiento rectilíneo uniforme	63
2.15.6.	Estimación del tiempo de viaje en MRU	64
2.15.7.	Estimación del tiempo de viaje	64
2.15.8.	Cálculo de la capacidad del skip	64
2.15.9.	Cálculo de la velocidad angular o circular del tambor	65
2.16.	Requerimiento de fuerza	66
2.17.	Dimensionamiento y configuración del pique	67
2.18.	Profundización del Pique Inclinado 90	68
2.18.1.	Perforación y voladura.....	68
2.18.2.	Cálculo de numero de taladros	69
2.18.3.	Características de la perforación del pique	70
2.19.	Limpieza del Pique Inclinado 90 producto del disparo	77
CAPITULO III		79
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		79
3.1.	Aplicación práctica y resultados obtenidos	79
3.2.	Sistema de extracción con skip y balde con winche hechizo de 5HP.....	79

3.2.1. Sistema de extracción con balde y winche hechizo de 5HP	79
3.2.2. Control de tiempo de extracción con balde y winche hechizo de 5HP .	80
3.2.3. Control de tiempo de extracción por viaje en el pique inclinado 90	81
3.3. Incremento de extracción y producción con skip.....	82
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de un winche de izaje en un pique	10
Figura 2. Cable tipo Lang	16
Figura 3. Estructura de los cables	17
Figura 4. Polea de izaje minero de 72" de diámetro	18
Figura 5. Forma rectangular de la sección transversal de un pique.....	23
Figura 6. Forma circular de la sección transversal de un pique	23
Figura 7. Perforación y voladura método de espiral	24
Figura 8. Trazo de perforación para un pique de sección rectangular	25
Figura 9. Diseño de la malla de perforación para un pique de sección circular con cuellos cónicos a sección completa	26
Figura 10. Andesita Hipabisal	31
Figura 11. Granodiorita local	32
Figura 12. Micro diorita local	34
Figura 13. Terminología y relación entre la información de exploración, recursos minerales y reservas de mena	37
Figura 14. Perforación y voladura de la cámara de izaje.....	44
Figura 15. Construcción de castillete	47
Figura 16. Zapata concreto armado para el anclaje del winche.....	49
Figura 17. Winche de izaje de 15 HP	50
Figura 18. Características del skip	52
Figura 19. Sistema de volteo del skip.....	52
Figura 20. Guiaderas de madera.....	53
Figura 21. Instalación de guiaderas de madera.....	54
Figura 22. Configuración del pique inclinado 90.....	67
Figura 23. Distribución de taladros para el pique inclinado 90.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores de seguridad de los cables de izaje	16
Cuadro 2. Inventario de vetas	36
Cuadro 3. Estimación de reservas de mena.....	39
Cuadro 4. Determinación de la calidad del terreno.....	42
Cuadro 5. Clasificación Geomecánica RMR (Bienniwski).....	43
Cuadro 6. Resumen de costo de zapata concreto armado.....	50
Cuadro 7. Determinación del factor de seguridad	59
Cuadro 8. Tabla de resistencia de ruptura de cables de acero tipo cobra 6 * 19	60
Cuadro 9. Aceleración y desaceleración del skip	62
Cuadro 10. Valores de (C) y (K)	68
Cuadro 11. Características técnicas de los explosivos a usar	71
Cuadro 12. Control de tiempo de limpieza e izaje del pique	77
Cuadro 13. Señales con timbre para el izaje del Pique 90	78
Cuadro 14. Cantidad de extracción producida con balde winche hechizo de 5HP	79
Cuadro 15. Control de tiempo de izaje de winche hechizo de 5HP y balde	80
Cuadro 16. Producción mensual	80
Cuadro 17. Tiempo de izaje con skip	81
Cuadro 18. Producción mensual con Skip.....	82
Cuadro 19. Comparación de producción y personal.....	82

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Oficina principal Minera la Española S.A.....	89
Foto 2. Skip en pleno izaje.....	89
Foto 3. Skip sistema de volteo automático.....	90
Foto 4. Bocamina principal Minera la Española S.A.....	90
Foto 5. Profundización del Pique Inclinado 90.....	91
Foto 6. Construcción de zapata para anclaje del winche.....	91
Foto 7. Curado de guiadera con aceite quemado.....	92
Foto 8. Sistema de izaje con cable carril.....	92
Foto 9. Cámara de izaje del pique 01.....	93
Foto 10. Balde para izaje con winche de 5HP.....	93
Foto 11. Campamento minero Minera la Española S.A.....	94
Foto 12. Centro poblado Españolita.....	94

RESUMEN

El Presente informe profesional titulado “Implementación del skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en Minera la Española S.A.”, se encuentra en el departamento de Arequipa, provincia de Caravelí, distrito de Chaparra, centro poblado Españolita a una altitud de 2211.836 msnm, cuyo objetivo es implementar un sistema de izaje que sea eficiente y eficaz para poder incrementar nuestra extracción de mineral o desmonte, el cual también nos permitirá seguir profundizando nuestro pique con mayor facilidad y bastante seguridad, si bien es cierto en sistema de izaje actual que tenemos winche de izaje con cable de acero y balde está siendo muy ineficiente por ello es que se ha optado para implementar el skip con guideras de madera de mayor tonelaje, para poder aliviar nuestro cuello de botella que es la extracción en un pique.

Otra de las razones por lo que se implementa este método de izaje es para seguir explorando la veta que se tiene a mayor profundidad puesto con el sistema de izaje actual ya no se puede superar los 70m de profundidad por presentar deficiencias al momento de izaje sin embargo con el nuevo sistema de izaje se ha proyectado los 200m de profundidad.

Con el sistema de izaje actual solo se extrae 15.31TM/guardia, con el nuevo sistema de izaje se incrementará a 30.24 TM/guardia el cual también nos permitirá explorar desarrollar y explotar los bloques que se va ir formando a la medida que se va profundizando.

PRIMERA PARTE

REPORTE DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

- | | |
|---|---|
| a. "CIA. MINERA LA
ESPAÑOLA S.A.
(Arequipa) | Cargo: Jefe de guardia
Período: Enero – 2014 continúa trabajando
Minerales: Qz, Au, Py, Cpy, Ca, Bn
Explotación por Sistemas
Convencional (Vetas) |
| b. "CIA. MACDES.A."
(Arequipa) | Cargo: Jefe de guardia
Periodo: Febrero - 2013 Noviembre - 2013
Minerales: Qz, Au, Py, Cpy, Ca
Explotación por Sistemas
Convencional (Vetas) |
| c. "E. E.LOS MAGNIFICOS S.A.C."
(Arequipa) | Cargo: Inspector de Seguridad
Periodo: Enero – 2012 Febrero – 2013
Minerales: Qz, Au, Py, Cpy, Ca
Explotación por sistemas
Convencional (Vetas). |
| d. "E. E. DESUP S.A.C."
(Arequipa) | Cargo: Practicante
Periodo: Mayo – 2011 Agosto – 2011
Minerales: Qz, Au, Py, Cpy,
Explotación por sistemas
Convencional (Vetas). |
| e. "CIA CMA. S.A".
(Puno) | Cargo: Practicante
Periodo: Febrero – 2011 Abril – 2011
Minerales: Qz Lch, Au, Qz Ah, Py
Explotación por sistema
Convencional (Mantos) |

SEGUNDA PARTE

DESARROLLO DEL INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

En tanto continúe la tendencia de la explotación de minas profundas, los sistemas de izaje y sus equipos asociados se irán haciendo cada vez más sofisticado, complejos, grandes y caros. En las últimas décadas el equipo minero de izaje y sus sistemas evolucionaron desde las máquinas a vapor hasta los rectificadores estáticos de corriente alterna a corriente continua, ahora los controles electrónicos están estandarizados.

En otras palabras, el sistema de izaje de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como maquinaria principal de transporte vertical.

El sistema de izaje puede ser el cuello de botella entre la mina subterránea y la planta en superficie. Se hace imperativa una correcta selección de tipo de izaje. En esta relación vital entre la mina y la planta, los simples estimados de la capacidad de izaje no son lo suficientemente buenos en muchos casos debiendo el ingeniero de minas diseñar y seleccionar el sistema correcto de izaje a fin de trabajar con capacidades reales de diseño.

El izaje minero dentro del campo de la extracción, es la última operación que se realiza y tiene como finalidad extraer mineral a la cancha de mineral, sistema de extracción, conllevan a un gran impacto en la productividad y economía de una operación minera y obras de construcción. Por este motivo, si el proceso de extracción produce un

incremento de mineral, resultado, entonces el sistema de izaje mecanizada es muy productivo.

En el presente informe profesional titulado “Implementación del skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en Minera la Española S.A.”, es la más importante en la operación, exposición y caracterización del área de estudio, análisis y discusión de resultados respectivamente.

1.2. Problemática del sistema de izaje en Minera la Española S.A.

La actividad más importante en una operación minera es la extracción del mineral, la que se puede realizar por movimiento en forma horizontal (locomotora, scoop, volquetes), en forma vertical (izaje), por inclinados y piques.

Actualmente en Minera la Española S.A. la extracción (izaje) de mineral hacia el Nivel 214 es realizado mediante winche de izaje con guidera de cable de acero y con balde es bastante deficiente por el mismo hecho que su capacidad de izaje por balde es de 68Kg y es bastante deficiente para poder incrementar la extracción, en el tema de seguridad es bastante riesgoso, su mantenimiento es en cada guardia el desgaste de las platinas, cancamos, rondana, cable es mucho mayor, ocasionando también con ello el excesivo desgaste físico en los trabajadores que se dedican a ejecutar este tipo de trabajo, así como también la producción es mínima (15. 31TM/Guardia) del mismo modo la cantidad de trabajadores que intervienen en esta operación unitaria es relativamente alto (6 trabajadores).

Por estas consideraciones, es necesario implementar un sistema de extracción optima utilizando el skip con guideras de madera el cual facilita el jalado del mineral de niveles inferiores hacia el Nivel 214, utilizando 2 personas para la extracción, el cual es adecuada para poder sacar el mineral sin hacer mayor esfuerzo físico y para que el trabajador se sienta cómodo y darle una facilidad para el trabajo, el mismo que nos permitirá incrementar la extracción de mineral o desmonte en menor tiempo posible,

por ende disminuirá los costos de extracción de mineral y así como también el costo de operación.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la implementación del sistema de extracción de mineral utilizando skip con guideras de madera que permitirá el incremento de extracción en el menor tiempo a través del pique inclinado 90 en Minera La española S.A.?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cómo es la implementación de un sistema de extracción de mineral utilizando el skip con guideras de madera en el pique inclinado 90 en Minera La Española S.A.?
- ¿Cómo influye la implementación del skip con guideras de madera y la profundización del pique inclinado 90 en Minera La Española S.A.?

1.2.3. Objetivo General:

Implementar el sistema de extracción de mineral o desmonte utilizando el skip con guideras de madera que permita el incremento de extracción, profundización del pique inclinado 90 y bajar el costo de operación en el menor tiempo a través del pique inclinado 90 en Minera La Española S.A. - Arequipa.

1.2.4. Objetivos Específicos:

- Implementar el skip con guideras de madera con un sistema de extracción óptima de mineral o desmonte en el pique inclinado 90 en Minera La Española S.A.
- Incrementar la extracción en menor tiempo y profundizar el pique inclinado 90 implementando el skip con guideras de madera a través del pique inclinado 90 en Minera La Española S.A.

1.3. Antecedentes.

Arias Calla L. D. (2013), en sus conclusiones indica: "A raíz del agotamiento de las reservas actuales de la mina y con el objetivo de extraer en el menor tiempo posible el mineral de los bloques generados entre el Nv.3880 y 3950 de las cuatro vetas principales, es decir, Magaly, Verónica, Daniela y Carol, sumado a la imposibilidad de poder ejecutar laboreos subterráneos desde el mismo Nv.3880 debido a las demoras en acuerdos con la comunidad, surge la necesidad de realizar un pique inclinado desde el nivel 3950 hacia el nivel 3880. "

Del Pino Ávila D. R. (1998), en sus conclusiones indica: "Las reservas de la mina Mercedes, con la profundización permite prever una vida mayor de 4 años (117 250,00 t).- Conclusión N° 3 El izaje en la mina mercedes trabaja en tres (3) turnos/día, de los cuales dos turnos son el izaje del mineral y un turno para la profundización del pique, de esta manera no se detiene la operación en la mina.- Conclusión N° 6 La sección de un pique varía según las características geo mecánicas de la roca, uso que se va a dar el pique, disponibilidad de explotación de la mina, volumen que se va a transportar en ella tanto de materiales para la explotación, ventilación, tipo de sostenimiento del pique, para el caso de mina mercedes la sección es de 2.5 x 3 m.- Conclusión N° 8 La profundización del pique logra que las reservas aumente en un 80% y actualmente las reservas son 63 490 t.- Conclusión N°11 El motor que existe actualmente de 60 Hp y según los cálculos, cumple con nuestros requerimientos."

Medina Ayque A. (2014), en su conclusión indica. "Con la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa se logró una producción de 37.608 TM/guardia en comparación al sistema de izaje manual que producía solamente 7.1918 TM/guardia, que nos muestra un incremento de producción de 30.4162 TM/guardia, la misma que demuestra la hipótesis planteada es acertada". N° 2 "El acondicionamiento del pique 718 ha permitido la instalación, implementación y el funcionamiento del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje llegando a los resultados de incremento de extracción vertical en la Mina Calpa". N° 3 "Se logró incrementar la producción en

menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718 en la Mina Calpa reduciendo el tiempo extracción. N° 4 “La instalación del winche de Izaje permitió minimizar el desgaste físico, así como también se redujo el personal empleado en esta operación unitaria”.

1.4. Definiciones básicas.

1.4.1. Extracción por un pique en mina

Si el acceso a un yacimiento ha sido practicado por medio de un pozo vertical o inclinado, esos pozos son equipados con instalaciones de extracción destinadas al descenso y subida del personal, equipos, materiales, como asimismo a la extracción del mineral y ganga. Esas instalaciones se dividen en las de extracción por jaulas y por skips (vasijas de extracción). Las instalaciones con jaulas pueden cumplir todas las funciones de extracción mencionadas, en tanto que las de skips sirven solo para la extracción de mineral o de ganga.

La máquina de extracción es equipada con un indicador de profundidad que señala al maquinista la posición de las vasijas de extracción en el pozo; con un tacógrafo, es decir, un indicador autoregistrador de la velocidad de movimiento de aquella y con otros dispositivos que garantice la seguridad de la extracción. Los tambores de las máquinas de extracción suelen ser cilindros o cónicos. El diámetro del tambor debe ser, cuanto menos, 80 veces mayor que el de cable enrollado.

Es un método de extracción que iza el mineral a través de un pique, la carga se deposita en los skips y este es izado por medio de un winche eléctrico. En la parte superior, tiene un sistema de descarga hacia una tolva de almacenamiento de mineral.

1.4.2. Izaje

El izaje minero consiste en el transporte de mineral, relleno, materiales, maquinarias personales, etc. Por una chimenea, inclinado, pique o pozo; para lo cual es necesario usar recipientes, estructuras, instalaciones, maquinarias, energía, cable, personal y normas de seguridad. La extracción de material, sea desmonte o mineral se realiza

con skips de carga y descarga automático, hay tres factores importantes son considerados para emplear el transporte por el sistema de izaje.

- Tasas de producción a ser izado por unidad de tiempo.
- Profundidad del pique o inclinado.
- Numero de niveles de producción.

1.4.3. Tipos de izaje

Hoy en día hay dos tipos básicos de izaje disponibles en cualquier parte del mundo; el izaje con winche de tambora, el cual enrolla el cable a la tambora, y el sistema koepe o de fricción en donde simplemente el cable pasa sobre la rueda durante el proceso de izaje. El izaje por tambor y fricción son dos términos genéricos que describen las dos categorías básicas, pudiendo haber variaciones dentro de cada categoría. Las aplicaciones en sistema de izaje con winche de tambora, fricción o koepe se resumen en las partes principales del sistema de izaje. En las cuales son: winche, cable de izaje, polea, tornapunta, castillo de izaje, skip o jaula, pique, tolva de carga de material.

Existen dos sistemas básicos de izaje: el de Izaje con winches de tambora, en el cual el cable es enrollado o desenrollado en la tambora durante el izaje, y el de izaje con winches de fricción (“Koepe”), en el cual el cable pasa sobre la polea o tambora de fricción durante el izaje. Winche de Tambora Varios winches de tamboras son disponibles para diferentes necesidades.

El más simple de los sistemas de este tipo es del winche de una sola tambora. Como un winche de servicio o producción, con jaula o skip en balancín con uncontrapeso; un winche de una sola tambora puede servir eficientemente en uno o más niveles. Winche de doble tambora con una tambora embragada, puede usarse como un winche de servicio con jaula y contrapeso para servir varios niveles eficientemente. Para el diseño del sistema de izaje se ha seleccionado, un winche de doble tambora para cubrir con las necesidades de producción requeridas.

Los sistemas de izaje se dividen principalmente en dos tipos:

Izaje no balanceado. - Es aquel que se realiza a través de un pique de un solo compartimiento, donde no hay un peso descendiente producto de un carro minero, skip o jaula que ayude a izar a los carros o jaulas ascendentes.

Izaje balanceado. - Se realiza en un pique de dos compartimientos, donde el peso ascendente del carro minero, skip o jaula es compensado por otro de éstos que desciende, pero vacío por el otro compartimiento.

1.4.4. Sistema de izaje

En tanto continúe la tendencia de la explotación de minas profundas, los sistemas de izaje y sus equipos asociados se irán haciendo cada vez más sofisticado, complejos, grandes y caros. Sistema de izaje a través de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios, en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como máquina principal de transporte vertical.

El sistema de izaje a través de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como maquinaria principal de transporte vertical.

El izaje es un sistema utilizado para levantar, bajar, empujar o tirar una carga por medio de equipos tales como elevadores eléctricos, de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes - grúa, winches y tecles.

Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral. Dentro de la estructura del pique el sistema que cumple efectivamente la función de bajar y subir los materiales este formado por cinco elementos con sus respectivos accesorios y son: Winche o tambora o aparatos de enrollamiento, cable, polea, jaula y/o balde (skips), torre o castillo.

1.4.5. Componentes de un sistema de izaje

Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un winche de izaje tiene los componentes: (Ver figura 1).

- Tambora (una o dos).
- Motor.
- Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.
- Palancas de control.
- Cable.
- Jaula, balde o skip
- Poleas.
- Estructura de desplazamiento o castillo.

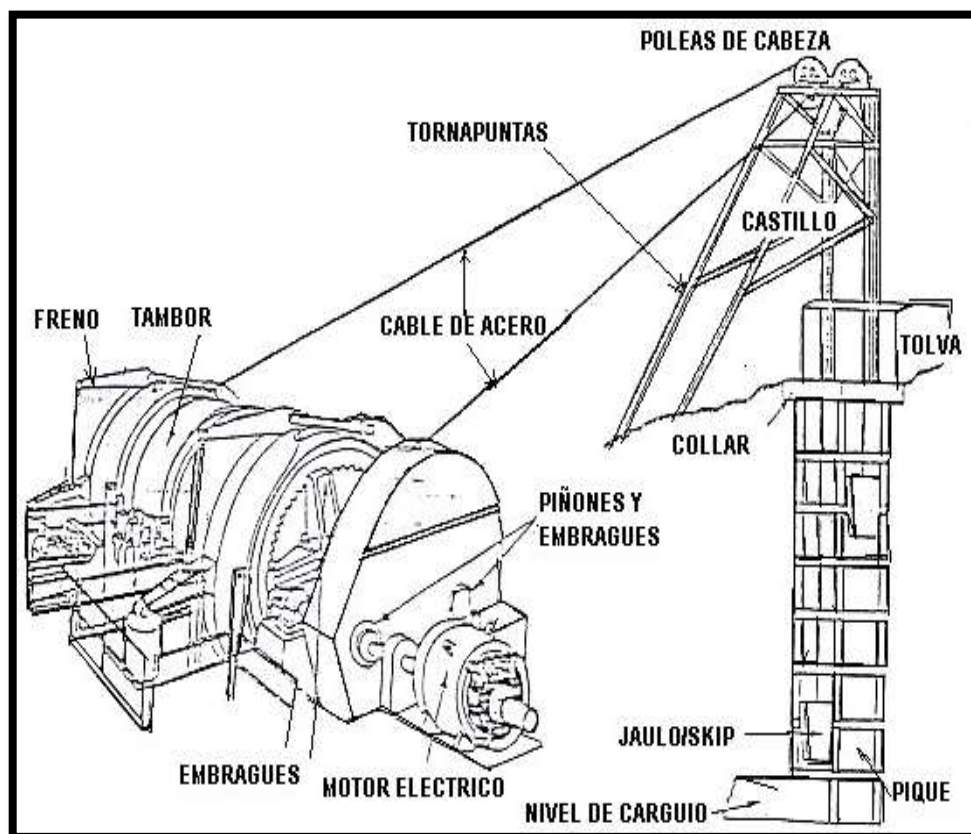


Figura 1. Componentes de un winche de izaje en un pique
Fuente: Rodríguez, V. E. & Subilete, A. R. (2013).

1.4.6. Equipos para izaje

Grúas, camión grúas, side booms, winches, puente grúas, montacargas, manlift o camión canasta, camiones plumas, piloteadoras, elevador de tijeras, malacates, pescantes, torre grúas.

1.4.7. Winche

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

df

Dispositivo mecánico, impulsado manualmente o por un motor, destinado a levantar y desplazar grandes cargas. Consiste en un cilindro o tambor giratorio, alrededor del cual se enrolla un cable o cadena, provocando el movimiento en la carga que está sujeta al otro extremo del mismo.

1.4.8. Winche de izaje

El Winche de izaje, es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; el Winche de izaje, es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad.

1.4.9. Parámetros considerados para el diseño de izaje

La información necesaria para diseñar el sistema de izaje en una operación se puede resumir como:

- Plano preliminar de izaje.
- Inclinación del pique o inclinado.
- Peso neto de la carga.
- Peso del skip, jaulas y carros.
- Peso y tamaño del cable.
- Distancia de izaje.
- Dimensiones del tambor.

- Peso efectivo del tambor, engranaje y poleas para un radio indicando del EEW.
- Velocidad de izaje.
- Producción requerida.
- Tiempo de carga y descarga, y
- Periodo de aceleración y desaceleración.

Aunque muchos de estos parámetros son obvios, el ingeniero deberá determinar, si empleara un sistema de izaje con winche de tambora o sistema koepe.

1.4.10. Diseño de ingeniería y supervisión para piques

Especialistas en ingeniería y diseño para sistemas de izaje de Shepherd Mining asesoran en la evaluación y factibilidad para su proyecto de profundización de sistemas de izaje (piques), para un proyecto técnicamente viable y económico. Shepherd Mining también realiza evaluaciones a sistemas ya existentes para optimizar la extracción de su mineral y obtener mayor producción. Algunos de los proyectos manejados son Ingeniería y Diseño para el pique en Chacua-Buenaventura y Milpo, diseño de mina y piques en Orcopampa, Julcani, Uchuchaccua, Iscaycruz, Raura, Yauli, Chungar, Huaron, y Minsur (Miningcorp S.A.).

1.4.11. Skip de extracción

Son recipientes que sirven para transportar material desde el interior y exterior de la mina, su capacidad depende de la capacidad de izaje del winche, densidad del material, tamaño de las cargas y profundidad de izaje. Los *skips* son cargados o llenados por volteo de los vagones o por acción de tolvas por almacenamiento (bolsillos) y pueden ser descargadas mediante volteo (basculante) y por descarga inferior (cuyo fondo se abre y se cierra gracias a dispositivos especiales).

Algunos skips cuentan con un piso superior para el transporte de personal y materiales. El peso muerto del skip (PMS) está en relación a la carga útil del skip (PM)

$$PMS = (0.6 - 1.0)PM$$

Partes principales de skip:

- Recipiente rectangular.
- Tapa.
- Aparato de suspensión.
- Eje.
- Eje desplazable del centro de gravedad.
- Eje interior del marco.
- Rodillos de recipiente.
- Topes triangulares.
- Cerrojos automáticos.
- Rodillos entre recipiente y marco.

1.4.12. Guideras

Son estructuras que dirigen el movimiento ascendente o descendente de las jaulas o skips: pueden ser de madera o metal (rieles, cables, o ángulos de acero). En el caso de las guideras de acero, éstas pueden ser solo por un costado y exigen poco espacio.

Las guideras de madera son preferidas por permitir una circulación suave de los recipientes, montaje y mantenimiento o reparación bastante cómodos, rápidos y fáciles. Las maderas escogidas deben ser duraderos y deben soportar la humedad, considerando la presencia de agua.

Se montan en secciones de 4 a 10m o más, a fin de reducir el número de juntas. Sus secciones van de 20 a 25cm. El desgaste máximo tolerado de las guideras de madera es de 3cm lateral y 1cm frontal. Las guideras se sujetan a las traviesas con pernos cuyas cabezas se embuten. Las guideras de metal son huecas de sección rectangular

de 4" x 4" x 24", siendo el espesor de la plancha $\frac{1}{2}$ " para jaula o skip y $\frac{3}{8}$ " para contrapesos.

Existen guideras que se montan teniendo en cuenta los movimientos originados por las presiones del terreno para poder mantener una separación conveniente entre estos elementos, aunque el enmaderado seda algo. Estas guideras se sujetan en las traviesas en ranuras, de modo que reajustan la separación de acuerdo a necesidades.

1.4.13. Tamboras

1.4.13.1. Tambor cilíndrico

En este sistema, uno o dos tambores cilíndricos están fijados sobre un mismo eje y accionados por un motor sea directamente o por medio de engranajes, siendo el sentido de giro de ambos tambores, el mismo. El más simple de los sistemas del winche de una sola tambora.

El winche de dos tamboras con una tambora embragada tiene la ventaja del rápido ajuste de la longitud de los cables. Para asegurar la subida de una jaula o skip durante el descenso de la otra, los cables pasan uno por encima del tambor correspondiente y el otro por debajo de su tambor. En la subida, uno de los cables se enrolla sobre su tambor al mismo tiempo que el otro cable se desenrolla. Para lograr que el cable se enrolle como es debido y sufra lo menos posible, el tambor debe tener un revestimiento de madera con ranuras en forma de hélice, con separaciones de 3 a 6mm según el grosor del cable, entre vuelta y vuelta.

El diámetro mínimo del tambor debe ser 60 veces el diámetro del cable. El ángulo de desviación lateral del cable entre la polea y el tambor no debe exceder de 1.5 grados desde el centro hacia cada lado; de otra forma el cable no se enrollará regularmente, ya que saltará las ranuras.

1.4.13.2. Tambor cónico

Estos aparatos están formados por dos tambores simétricos que trabajan uno enrollando y el otro desenrollando sus cables, con lo que sube y baja respectivamente el vehículo de transporte. Actualmente su uso es raro por los diámetros prohibitivos. Se llegaron a utilizar tambores cónicos de hasta 13m de diámetro. El esfuerzo de tracción disminuye a medida que asciende la jaula o skip, por la disminución del peso del cable.

1.4.13.3. Tambor bicilindro cónico

Está constituido de 2 tamboras que a su vez cuentan con 2 partes cónicas y 1 cilíndrica cada una. Mientras que en uno de los tambores el cable de a jaula o skip al subir se enrolla sobre la porción cilíndrica de menor diámetro, pasando a la parte cónica y finalmente a la cilíndrica de mayor diámetro, en el otro tambor sucede lo contrario pequeño. Su uso es cada vez menor.

1.4.14. Cable de izaje

Dependiendo del tipo de izaje en los winches; ya sea por fricción o enrollamiento; los cables de izaje pueden ser fabricados de aluminio o de alambre de acero; los mismos que, son colocados ordenadamente para desempeñar el trabajo de izar los skip o las jaulas.

Para formar cables, se arrolla un gran número de hilos de aluminio o acero de alta resistencia (entre 130 y 180 kg/mm²). Estos hilos se disponen en cordones y torones, según sea el caso.

1.4.15. Tipos de cables

De acuerdo a su torcido pueden ser:

1.4.15.1. Regular

Los alambres del torón, están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable.

Cuadro 1. Factores de seguridad de los cables de izaje

APLICACIÓN O DESCRIPCIÓN	FACTOR DE SEGURIDAD
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3.5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3.5 a 4
Cables de fracción para teleféricos y andariveles	5 a 6
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas – excavadoras	5
Palas mecánicas – excavadoras	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Ascensores -elevadores -para personal	12 a 15
Ascensores- elevadores -para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)

Fuente: Llanque M, O. & otros (2008). *Servicios auxiliares mineros*.

1.4.15.2. Tipo Lang

Los torones en un cable tipo lang, están torcidos en la misma dirección (lang derecho o lang izquierdo). Los cables con torcido lang son ligeramente más flexibles y muy resistentes a la abrasión y fatiga, pero tiene el inconveniente de tener tendencia a destorcerse por lo que únicamente deberán utilizarse en aquellas aplicaciones en que ambos extremos del cable están fijos y no le permitan girar sobre sí mismo. (Ver figura 2).

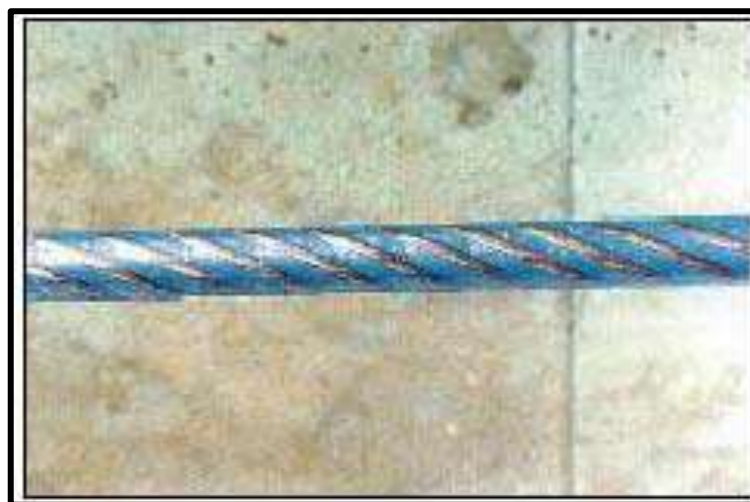


Figura 2. Cable tipo Lang
Fuente: Compumet EIRL. (2006).

1.4.16. Estructura de los cables

Los cables se componen de:

- Alambre: Es el componente básico del cable de acero, el cual es fabricado en diversas calidades, Según el uso al que se destine el cable final. (Ver figura 3).
- Torón: Está formado por un número de alambres de acuerdo a su construcción, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas.
- Alma: Es el eje central del cable donde se enrollan los torones. Esta alma puede ser de acero, fibras naturales o de polipropileno.
- Cable: Es el producto final que está formado por varios torones, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un alma.

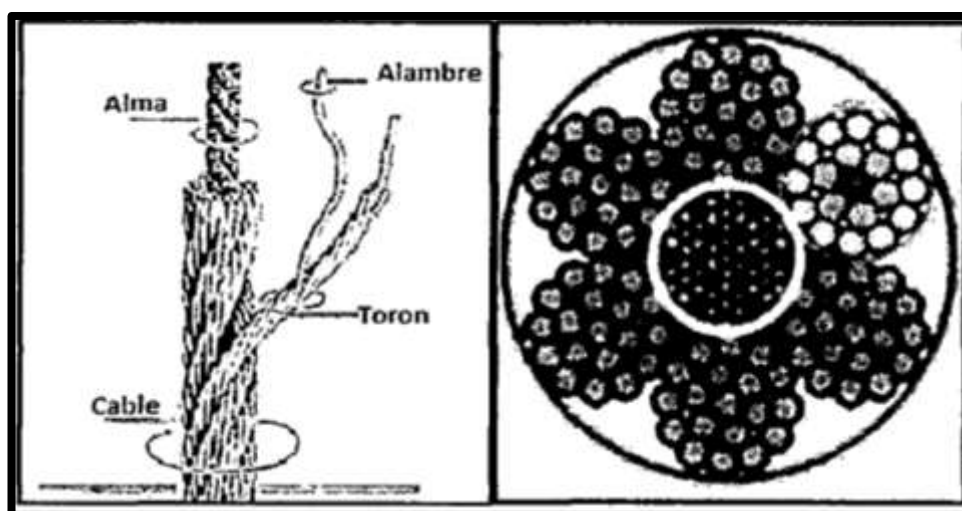


Figura 3. Estructura de los cables
Fuente: Rodríguez, V. E. & Subilete, A. R. (2013).

Aplicaciones y Usos:

- Equipos y operaciones.
- Cables en minas.
- Tambores de izaje en piques verticales.
- Tambores de izaje en piques inclinados.
- Palas mecánicas - excavadoras.
- Winches de arrastre.

1.4.17. Polea

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

Las poleas se pueden construir de 3 formas:

- Por fundición.
- Por acero moldeado.
- Por construcción soldada.

Las poleas soldadas son menos pesadas y las más resistentes y son las más empleadas en la construcción de piques.

La polea de izaje debe ser hecha y mantenida para acomodar adecuadamente el cable. (Ver figura 4).

El diámetro de la polea está establecido por reglas de seguridad para piques.



Figura 4. Polea de izaje minero de 72" de diámetro
Fuente: Compumet EIRL. (2006).

1.4.18. Castillo o estructura de desplazamiento

Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable.

Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique. De la cúspide de la torre o del castillo baja una estructura inclinada que sirve de sostén a toda la torre y contrarresta la tensión de los cables. La torre vertical y la estructura inclinada son las partes fundamentales del castillo y soportan en su cima la caseta de las poleas. La estructura del castillo puede ser de madera o de acero y se debe construir respetando los reglamentos de seguridad existente. Hay una escalera de servicio que sube a lo largo del pique. Junto al pique hay una tolva donde se descarga el mineral para luego transportarse a la planta concentradora.

1.4.19. Grapas de seguridad, paracaídas o leonas

Son mecanismos de freno de emergencia que en caso de rotura del cable de acero enganchan al skip jaula contrapeso en la guiadera. Esta grapa de seguridad es activada por un resorte macizo que se encuentra fuertemente presionado, normalmente. Al romperse el cable de acero, este resorte adquiere su forma inicial (alargada) y activa todo un sistema de componentes que obligan a las grapas a incrustarse con sus dientes en la guiadera con lo que se logra detener la caída libre del vehículo en el pique. Existen grapas de seguridad de varios dientes (garfios) y de un solo diente que trabajan en guiaderas de madera, como grapas de seguridad tipo cuña (deslizante) de varios dientes que trabajan en guiaderas de madera o de metal. En cada vehículo trabajan simultáneamente 4 grapas.

1.4.20. Bolsillos, pockets

Pueden ser en número de 2 (para mineral y desmonte) y se excavan en cada nivel. Luego se instalarán sus compuertas.

1.5. Pique

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

1.5.1. Pique ciego

Es aquel pique que tiene una sola cara libre.

1.5.1.1. Profundización a sección completa

Cuando el terreno tiene poca filtración de agua existe la posibilidad de perforar a sección completa con cualquier tipo de arranque y que generalmente se utiliza el corte en cuña o en "V".

1.5.1.2. Profundización en gradines horizontales

Generalmente se utiliza este método cuando hay mucha filtración de agua de los hastiales, y consiste en disponer de media sección del pique como una poza para acumular el agua y el respectivo bombeo y la perforación se realiza en desquinche con la cara libre de la poza. Se inicia dividiendo en dos partes iguales la sección del pique, si se dispone profundizar con barreno de 6pies, la primera sección se excava con barreno de 3pies, se limpia y queda una poza, con cara libre de esta poza se perfora en abanico la otra mitad con barreno de 6pies, esta voladura de 6pies permitirá la formación de otra poza.

1.5.1.3. Profundización en gradines inclinados

Cuando la filtración de agua de los hastiales del pique es muy elevada y hay dificultades para la perforación se opta por este método, en este caso las dos secciones son inclinadas uno a continuación de la otra. En piques circulares se conoce con el método del tirabuzón. En este caso todos los taladros que se perforan son sub verticales.

1.5.2. Pique con chimenea piloto

Para este método se excava en primer lugar una chimenea en el punto centro del futuro pique y que servirá de cara libre a la profundización del pique.

1.5.3. Pique con piso plano

Como su nombre lo indica el piso del pique es horizontal y el producto del disparo que no cae por la chimenea piloto se debe limpiar a pulso.

1.5.4. Pique con piso inclinado

En el pique rectangular, estando la chimenea piloto en el centro del pique se excava el piso de tal manera que el piso quede inclinado hacia la chimenea piloto, en piques circulares quedará como un tronco de cono invertido. Este método hará que la carga producto del disparo caiga casi en su totalidad, se utiliza para facilitar la limpieza.

1.5.5. Factores que influyen para su construcción de un pique

- Necesidades de extracción de mineral.
- Reducción de los costos de producción.
- Profundización de los niveles de extracción.

1.5.6. Consideraciones de diseño

- Análisis de costos en relación a otros piques.
- El área debe ser favorable y suficientemente grande para las instalaciones de superficie.
- La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones, realizando para ello estudios de geotecnia conducentes a la clasificación del macizo en el área destinada para el diseño del pique.
- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.

1.5.7. Estructura de un pique

La estructura de un pique, puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo raiseborer, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada (Ver figura 5). En todos los casos el terreno debe ser competente y debe ser una zona donde no exista agua de filtración.

1.5.7.1. Sección transversal de un pique

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

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

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

1.5.7.2. Sección rectangular

Es la forma más empleada; sin embargo, ofrece las siguientes desventajas:

- Dificultad en la formación de ángulos rectos, particularmente en rocas duras.
- Posibilidad de una deformación significativa de la fortificación en caso de rocas débiles e inestables.
- Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.
- Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.

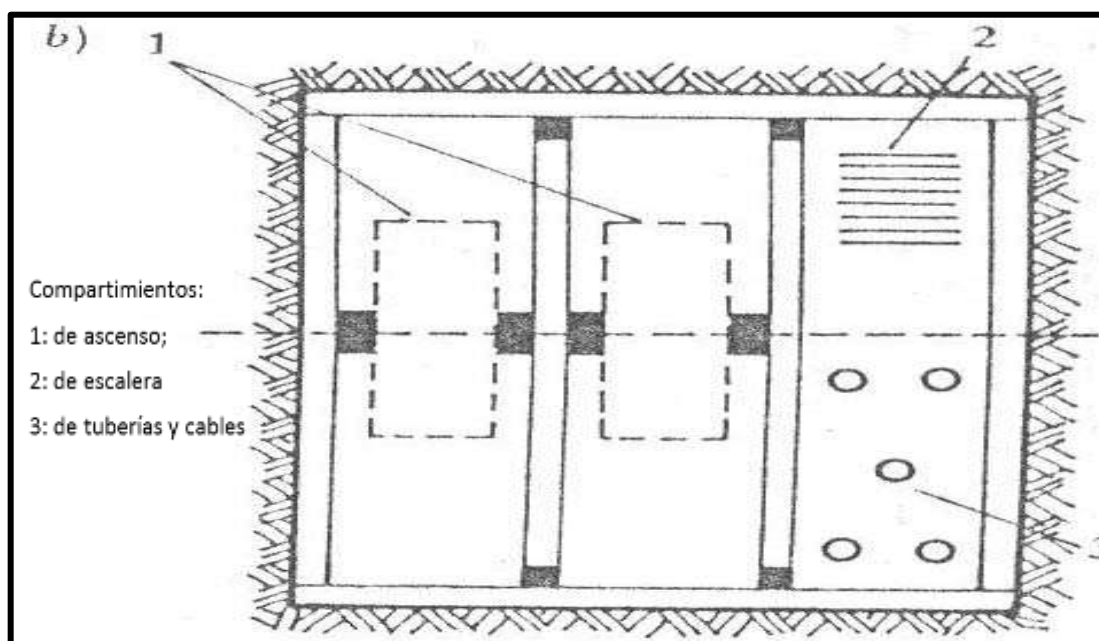


Figura 5. Forma rectangular de la sección transversal de un pique.
 Fuente: Compumet EIRL. (2006).

1.5.7.3. Sección circular

La sección circular garantiza una mayor estabilidad, debido a que la fortificación va a resistir mejor la presión causada por la roca circundante; ya que ésta, se distribuye más uniformemente (ver figura 6). Además, los piques de sección circular poseen un menor coeficiente de resistencia aerodinámica.

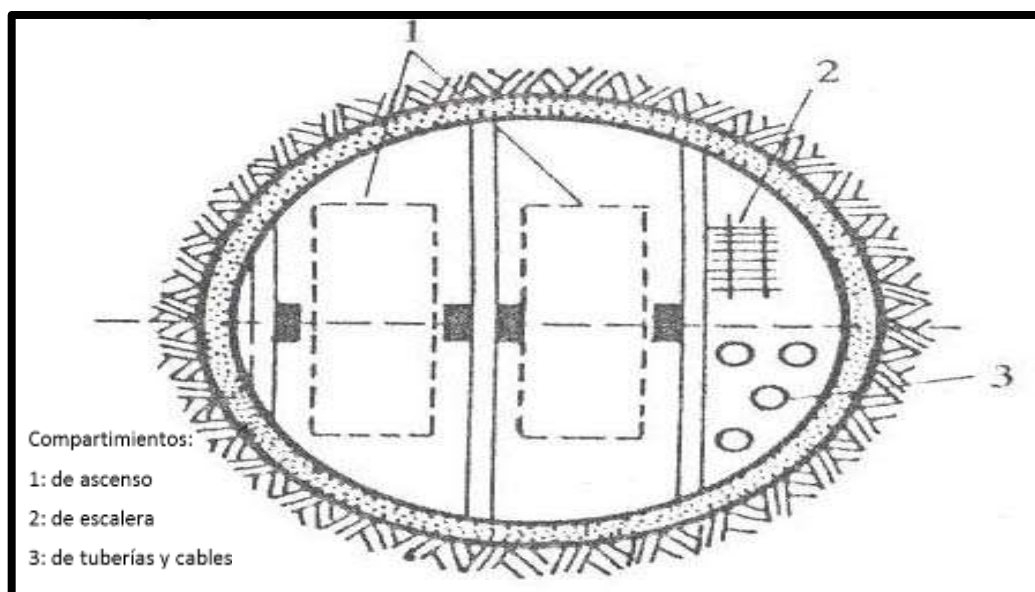


Figura 6. Forma circular de la sección transversal de un pique
 Fuente: Compumet EIRL. (2006).

1.6. Perforación y voladura en piques y pozos mineros

1.6.1. Método de banqueo

Este método es adecuado para pozos de sección rectangular o cuadrada, consiste en perforar en cada avance la mitad del piso. Primero el que se encuentra a una mayor altura, dejando a la otra mitad como cara libre o para el bombeo de agua, de ser el caso.

El método es en gradines rectos o pequeños bancos, donde la perforación suele ser manual, con martillos neumáticos.

1.6.2. Método de espiral

Consiste en excavar el fondo del pozo en forma de un espiral, cuya altura de paso dependerá del diámetro del pozo y el tipo de terreno a fragmentar. Dentro de cada corte se vuela una sección de la espiral con un ángulo lo suficientemente grande, como para que el tiempo que exige realizar un corte completo (ver figura 7), coincida con un múltiplo entero del tiempo de trabajo disponible. Los taladros en cada radio se perforan paralelos y con la misma longitud, ya que siempre existirá una cara libre en cada posición descendente.

Con ventajas como el alto rendimiento, bajo costo, no se requiere perforistas de gran experiencia, son sencillos los esquemas de perforación y voladura.

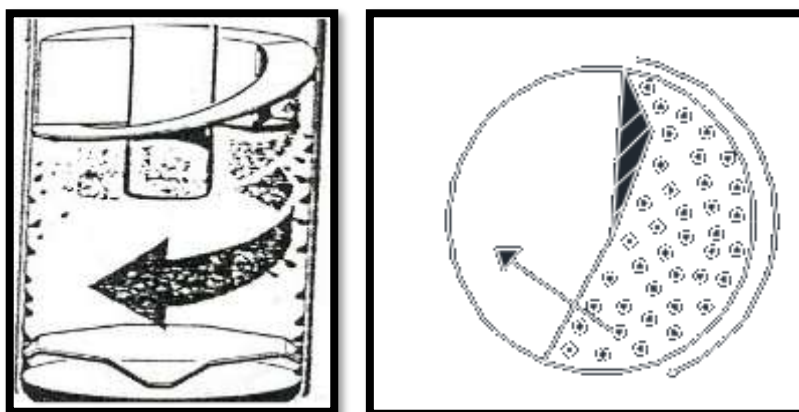


Figura 7. Perforación y voladura método de espiral
Fuente: Compumet EIRL. (2006).

1.6.3. Método de sección completa

Los métodos de sección completa se utilizan con mucha frecuencia en la excavación de pozos y piques tanto de sección rectangular como circular. En forma similar a lo que sucede en túneles y galerías es necesario crear inicialmente una cara libre. Los tipos de voladura empleados son: con cuele en "V", cónico, paralelo y con barreno de expansión. Los cueles en "V" se aplican a los pozos con sección rectangular (ver figura 8). El ángulo de inclinación de los taladros debe estar entre 50° y 75° y deben estar en la dirección de las discontinuidades a fin de aprovecharlas en el arranque.

Los cueles cónicos son los más empleados en los pozos y piques circulares debido a que se puede mecanizar la perforación de los taladros y por otro lado el menor consumo de explosivos con respecto al cuele de taladros paralelos. El cuele de taladros paralelos trabaja de forma semejante a como lo hacen en las galerías o túneles, presentando ventaja adicional de una mayor sencillez en la perforación.

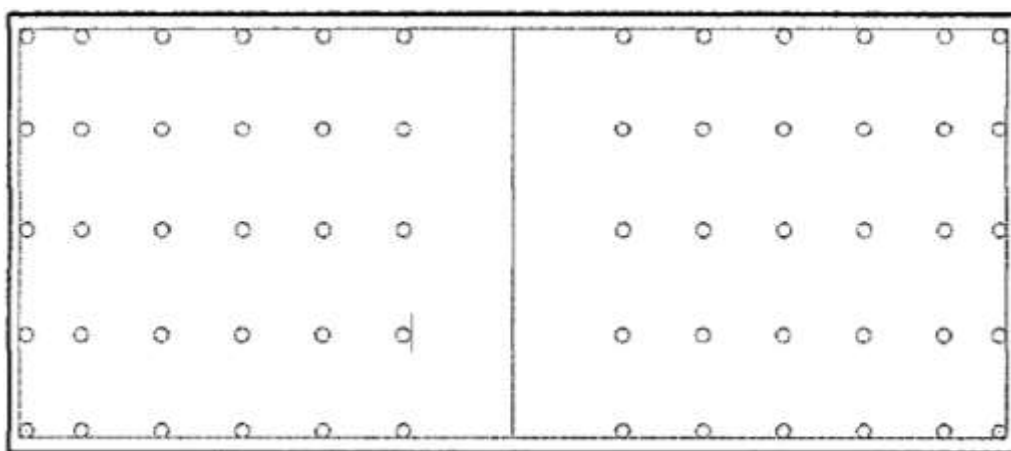


Figura 8. Trazo de perforación para un pique de sección rectangular
Fuente: Rodríguez, V. E. & Subilete, A. R. (2013).

1.7. Perforación

Es el método más común de penetrar la roca por efecto de la percusión (golpe) o por rotación (fricción) por lo que es la primera operación para la voladura de rocas. Cuyo objetivo es conseguir un taladro en la roca con elementos definidos como: el diámetro, la longitud, alineación y estabilidad en las paredes del mismo.

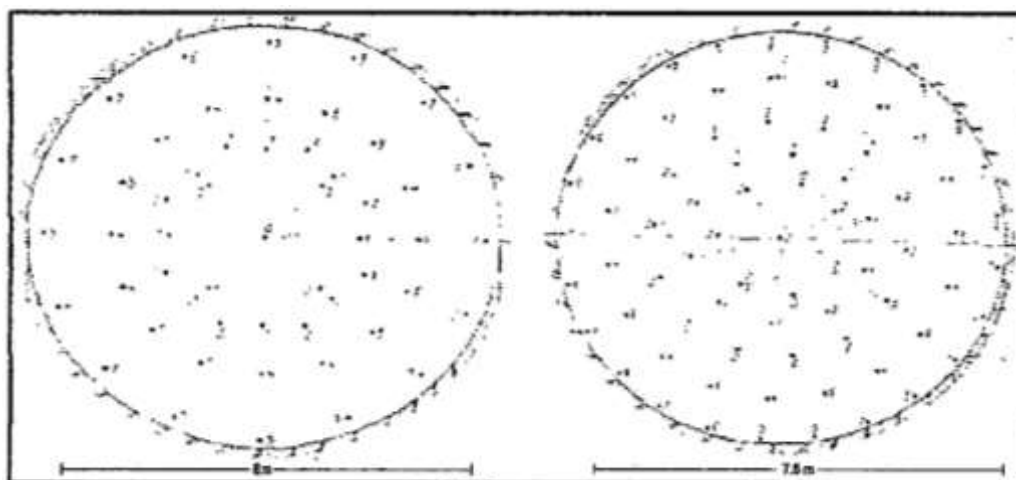


Figura 9. Diseño de la malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa

Fuente: Rodríguez, V. E. & Subilete, A. R. (2013).

1.7.1. Factores que influyen en la perforación

- Máquina perforadora.
- Barrenos de perforación.
- Brocas de perforación.
- Circulación de fluido de agua y aire
- Dimensiones del taladro.
- Masa rocosa.

1.7.2. Técnicas de perforación utilizadas

La malla de perforación está formada por taladros alternados y largos casi verticales con inclinación promedio de 60 a 75° en "V" para el arranque y el resto de taladros en forma vertical espaciados a 0.50 a 0.45m de burden y 0.50 a 0.55m de espaciamiento.

1.7.3. Perforación óptima

Es aquella que minimiza el tiempo de perforación y aumente la eficiencia y la productividad con el fin de eliminar los tiempos improductivos que afecten al ciclo de perforación y voladura. Por lo que se debe hacer eficiente todas operaciones de perforación controlando y realizando los siguientes cálculos:

Eficiencia de avance y el avance real de perforación.

- Tiempo de perforación de un taladro.
- Tiempo neto de perforación de todos los taladros.
- Rendimiento de la perforación.
- Tiempo productivo en %, de cada guardia.
- Factor y eficiencia de perforación.
- Calculo de la capacidad de perforación

1.7.4. Voladura óptima

Aquella que minimiza el costo unitario total, es decir que el costo de perforación, voladura, carguío, izaje, sea mínimo. Generalmente un costo menor de voladura, en ciertas condiciones, implica una fragmentación deficiente y por lo consiguiente los costos de carguío, acarreo y se verán incrementados. Por otro lado, para obtener una voladura óptima se requiere en primer lugar conocer los parámetros relacionados a: explosivo, roca y geometría del disparo y su interrelación, entre ellas, esto significa que debe evaluarse en base a un parámetro común a las operaciones unitarias mencionadas anteriormente.

1.7.5. Limpieza óptima

Aquella que minimiza el tiempo total de limpieza, es decir que el costo de izaje, sea mínimo. Generalmente un tiempo menor de limpieza, en condiciones normales implica un mayor avance en cuanto a la profundización y por lo consiguiente los costos de operación se verían disminuidos. Por otro lado, para obtener una limpieza óptima se requiere en de mejorar el sistema de limpieza seguro y rentable de tal manera que se elimine completamente los tiempos muertos mejorando considerablemente la eficiencia.

1.8. Sistema de ventilación

1.8.1. El caudal de aire o flujo

Es la cantidad de aire que ingresa a la mina y que sirve para ventilar labores, cuya condición debe ser que el aire fluya de un modo constante y sin interrupciones.

El movimiento del aire se produce cuando existe una alteración del equilibrio diferencia de presiones entre la entrada y salida de un ducto, por causas naturales (gradiente térmica) o inducida por medios mecánicos (ventiladores).

1.8.2. Ventiladores centrífugos

El ventilador centrífugo es una turbina máquina de flujo radial, en el que el aire ingresa a un impulsor provisto de aletas y es descargado radialmente a una carcasa en forma de voluta.

Además, el aire entra por el canal de aspiración que se encuentra a lo largo de su eje cogido por la rotación de una rueda con alabes.

- Ofrece la más alta presión estática.
- Ofrece un flujo mediano.
- Su eficiencia varía entre 60 a 80%.
- Pueden trabajar a altas velocidades.

Son ventiladores que pueden considerarse “quietos” si se observa su curva característica.

- Produce menos ruido que las axiales.
- Son ventiladores rígidos.
- Son más serviciales.
- Son más costosos.

1.8.3. Ventiladores axiales

En este tipo de ventiladores, el aire ingresa a lo largo del eje del rotor y luego de pasar a través de las aletas del impulsor o hélice, es descargado en dirección axial. También se les llama ventiladores de hélice.

- Presión estática media.
- Ofrece el más alto flujo de aire.
- Eficiencia entre 70 y 80%.
- Son capaces de trabajar a las velocidades (RPM) más altas.
- Presentan una gama de fuerte inflexión e inestabilidad.
- Producen los niveles de ruido más altos.

- Son más flexibles, es decir versátiles.
- Son más baratos y compactos.

1.9. Aspectos geológicos

1.9.1. Geología Local

En la zona de estudio no afloran rocas sedimentarias más allá de los depósitos cuaternarios material aluvial, coluvial, e eluvial (Pleistoceno-Reciente) que sobreyacen en discordancia erosional a los intrusivos preminerales de la diorita y granodiorita que son parte de la superunidad Tiabaya (Terciario Inferior, Cretáceo Superior) y también a las rocas hipabisales de variada composición que cortan a los intrusivos.

La geología del área está conformada por vetas angostas del tipo rosario y bolsonadas (de potencias variables 0.10-0.50m) emplazadas básicamente en los intrusivos preminerales previamente mencionados.

Es un yacimiento de tipo mesotermal caracterizado por el tipo de estructuras; ensambles mineralógicos; alteraciones hidrotermales casi no presentes y sus altas leyes de oro y cobre con poca presencia de sulfuros de Pb y Zn.

El potencial aurífero de cada veta es variable debido a la irregularidad de las leyes. El promedio de leyes en las vetas oscila entre 0.3-0.8 Oz/TM.

Estratigrafía

La estratigrafía está determinada por las rocas intrusivas que infrayacen a los depósitos cuaternarios producto de una erosión sistemática asociada al levantamiento andino y su erosión correspondiente.

1.9.2. Depósitos Cuaternarios

Viene hacer el conjunto de rocas consolidadas, compuesta de depósitos aluviales, depósitos eluviales, depósitos coluviales, y en menor escala eólicos.

Los depósitos eluviales están representados por material rocoso producto de la erosión de la roca intrusiva, que bordean las quebradas para luego depositarse en el fondo de ellas, los fragmentos son de granodiorita y diorita provenientes de las rocas locales.

Los depósitos aluviales se encuentran presentes en la quebrada Huaccyaco y en la quebrada Torrecillas, formado por fragmentos subredondeados a redondeados de diferente tamaño bien consolidados por una matriz de areno-limosa. Estos fragmentos llegan hasta 5m de diámetro.

Los depósitos coluviales se encuentran en las faldas de los afloramientos escarpados de las rocas intrusivas en pequeñas acumulaciones. Los depósitos eólicos producto de la acción del viento son observados en las falderas de los cerros como lentes de ceniza volcánica las dimensiones de estos lentes son de 1m de ancho por 7 a 8m de largo.

1.9.2.1. Rocas hipabisales

Andesita Local

Roca ígnea volcánica (intermedia) de textura afanítica generalmente de un color gris verdoso, pudiendo variar a tonalidades más claras, según la alteración. Presentando como minerales esenciales: Plagioclasas envueltos en una pasta ferromagnesiana, estas rocas se encuentran cortando a la granodiorita y la microdiorita premineral, se le asume una edad con un rango de emplazamiento entre 120 M.A. hasta 80 M.A. (Cobbing 1979) (ver figura 10) se puede apreciar la textura y el color de la andesita hipabisal.

1.9.2.2. Rocas Intrusivas

Afloran en gran extensión, representada por la granodiorita, perteneciente a la súper unidad Tiabaya en el batolito de la costa del cretáceo superior a terciario inferior.



Figura 10. Andesita Hipabisal

Fuente: Departamento de Geología - Minera La Española S.A.

El batolito de la costa se encuentra emplazado paralelamente a las márgenes activas entre la placa de Nazca y Sudamericana, y en forma alargada, siguiendo una gran zona de falla de rumbo NW – SE, que es el rumbo de la estructura regional.

El Batolito de la costa está dividido en tres segmentos, segmento Norte, segmento Lima, y segmento Arequipa, cada segmento constituye un gran complejo tanto por su estructura como por su composición mineralógica. Estas rocas intruyen rocas del complejo basal y están cubiertas por formaciones terciarias, a la vez el batolito de la costa está instruido por rocas hipabisales de naturaleza volcánica, en forma de diques.

La súper unidad Tiabaya se distingue por su composición mineralógica, estructura y textura, ya que no presenta cambios notables dentro de una superunidad, los máficos (biotita, hornblenda y piroxenos) son los factores para la diferenciación de las grandes unidades.

Granodiorita local

Esta roca intrusiva pertenece a la súper unidad Tiabaya, integrante del batolito costanero, ampliamente distribuido en la zona, su afloramiento se encuentra bien expuestos.

La granodiorita macroscópicamente presenta una textura granular fanerítica, holocristalina, de color gris claro en roca fresca y con presencia de xenolitos de microdiorita de 2cm. a 50cm de diámetro.

Su composición macroscópica es la siguiente:

Plagioclasa	50%
Ortosa	10%
Cuarzo	15%
Ferromagnesianos	20%
Otros	5%
	100%

Por el alto contenido de feldespatos calcosódicos relativo contenido de cuarzo y bajo porcentaje de ortosa se clasifica como una granodiorita, apréciase la textura fanerítica holocristalina de la granodiorita típica de la zona. (Ver figura 11).



Figura 11. Granodiorita local
Fuente: Departamento de Geología - Minera La Española S.A.

Edad de Emplazamiento. - Según mediciones radiométricas por el método de K – Ar, realizadas por los doctores W. Pitcher y J. Cobbing asignaron una edad de más o menos de 95 M.A. que corresponde al Cretáceo superior.

Microdiorita Local

Esta roca también pertenece a la súper unidad tiabaya, distribuido a lo largo de la unidad minera siendo cortada por la granodiorita y en muchas ocasiones se le encuentra a manera de xenolitos embebidos en la matriz cristalina de la granodiorita de variable tamaño; en otras situaciones se encuentran en contacto con la granodiorita a través del espejo de falla formadas por el tectonismo andino.

La micro diorita macroscópicamente a diferencia de la granodiorita presenta una textura granular fanerítica-afanítica holocristalina, de color gris verdoso por la ligera alteración de los ferromagnesianos, hospeda mayor mineralización que la granodiorita en la caja, probablemente por condiciones litogeoquímicas típicas de esta roca, más máfica que la granodiorita, apréciase la textura fanerítica de la microdiorita local. (Ver figura 12).

La composición macroscópica de esta roca es la siguiente:

Plagioclasas	50%
Ortosa	10%
Cuarzo	5%
Ferromagnesianos	30%
Otros	5%
	100%

1.9.3. Geología Estructural

La mina está situada en un corredor estructural regional delimitada por dos fallas principales regionales la más próxima es la denomina falla. El médano ubicado a 3 km aproximada al NE del yacimiento con una dirección N42W, y ubicada al SW a una distancia de 5 Km aproximadamente de la mina se encuentra la falla Palomino con una dirección N40W paralela a la falla los medanos.



Figura 12. Micro diorita local

Fuente: Departamento de Geología - Minera La Española S.A.

Estas fallas sirvieron como controles estructurales de la mineralización, formando a su vez fallas de rumbo NW, asimismo ejercen un control en su deposición (fallas inversas), con buzamiento muy sinuoso hacia el norte y sur, cuando se inclina hacia el sur no son favorables para la mineralización y cuando se inclinan hacia el norte son muy favorables.

En general las zonas mineralizadas están controladas por esfuerzos principales de compresión tanto en vertical como longitudinalmente, asimismo ocurren fallas posteriores de segundo orden de dirección NE las cuales provocan desplazamientos de dirección generalmente sinestrales.

Las estructuras y fracturamientos están fuertemente asociados con la dirección del emplazamiento del batolito en el área E-W y NW-SE principalmente, los cuales están relacionados con los movimientos tectónicos del ciclo andino. Asimismo, por fotointerpretación del distrito se visualiza zonas de debilidad de dirección NW. Tal como apreciamos existe una asociación entre el conjunto estructural y el

emplazamiento de la mineralización, por lo que en futuras exploraciones debe de tomarse en cuenta para la localización de otras estructuras favorables.

1.9.4. Geología Económica

1.9.4.1. Aspecto metalogenético

Regionalmente la mina forma parte de una faja cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y con ella se encuentran yacimientos de oro de mediana escala como Ocoña, Champune, Calpa, Caravelí e Ishihuinca. En la faja ocurren numerosos depósitos de pequeña escala como Nueva Esperanza (nuestro depósito), Españolita, Sol de Españolita, Orión, Eugenia, Posco, Clavelinas, Torrecillas, 04 horas, todo el valle de Chaparra con abundantes trabajos de labores informales. Esta faja forma parte del cinturón aurífero Nazca-Ocoña.

La mina Nueva Esperanza se sitúa en la parte central de la faja y su potencial está bajo estudio, por el momento es una pequeña minería que apunta a crecer.

1.9.4.2. Tipo de yacimiento

La mineralización se encuentra hospedada en vetas meso termales (Qz-Au,Py,Cpy) nueva esperanza se encontraría en los niveles intermedios del sistema. Las principales alteraciones hidrotermales que afectan a las rocas encajonantes son la propilítica (clorita, epidota, calcita, pirita) y la argílica (caolinita). Las vetas destacan por su contenido de oro y cobre, con mínimos valores de plomo.

1.9.4.3. Mineralización

La mineralogía de las vetas está constituida por minerales de cobre como: Calcosina, calcopirita, bornita, pirita, pirrotita, malaquita y crisocola. El oro se encuentra en estado nativo formando pepitas de oro (oro grueso) y a manera de inclusiones dentro de la red cristalina de la pirita y la calcopirita (oro fino). Los minerales de ganga son: Cuarzo, calcita, yeso, óxido de manganeso, limonita, hematita y oligisto.

En Nueva Esperanza las vetas tienen los siguientes ensambles mineralógicos controlados por el nivel freático:

- Óxidos de hierro (jarositas, goethitas, hematitas), cuarzo, oro.
- Óxidos de hierro (jarositas, goethitas, hematitas), óxidos de cobre (malaquita, crisocola, tenorita), cuarzo, sulfuros de cobre y hierro con contenido de oro.
- Sulfuros de cobre, hierro y cuarzo con contenido de oro.

En superficie las vetas destacan por su alto contenido de óxidos de hierro y cobre, a medida que se profundiza y se alcanza zonas reductoras la presencia de sulfuros incrementa gradualmente hasta llegar a ser sulfuros únicamente.

A profundidades de 50m (Veta Principal) y 40m (Veta Vanesa) se observan suaves concentraciones de calcosina y covelina, minerales característicos de las zonas de enriquecimiento secundario, en la mayoría de los casos estas altas concentraciones de cobre (>5%) van acompañados con valores de oro (>1Oz/TM). El laboreo desarrollado se encuentra actualmente en la zona de sulfuros primarios ya que la zona de óxidos se dejó atrás. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Inventario de vetas

INVENTARIO DE VETAS UM NUEVA ESPERANZA					
VETA	LONGITUD (M)	AZIMUT/DIP.	POT. PROM. (M)	ENSAMBLE MINERAL	ESTADO
VANESA	73	74°/68°NE	0.40	Qz, Au, Py, Cpy, Ca	Expl-desarrollo
SONIA	145	66°/78°NE	0.15	Qz, Au, Py, Cpy, Bn	Expl-desarrollo
PRINCIPAL	100	67°/53°NE	0.40	Qz, Au, Py, Cpy, Oxcu	inactiva
NELLY	192	126°/63°NE	0.30	Qz, Au, Py, Cpy, Ca, Bn	Expl-desarrollo
AMELIA	45	246°/65°NE	0.15	Qz, Au, Py, Cpy, Bn	inactiva
ELY	100	130°/48°NE	0.30	Qz, Au, Py, Cpy, Ca, Bn	Expl-desarrollo

Fuente: Departamento de Geología – Minera la Española S.A.

1.9.4.4. Estimación de recursos y reservas, niveles de producción y vida de la mina

Para la estimación de reservas de mena y recursos minerales, primeramente se confeccionaron planos geológicos y se muestreó las diferentes vetas y niveles de la mina (veta Vanesa, veta Sonia, veta Principal, veta Nelly, veta Amelia, veta Ely).

Posteriormente se ha dado a la cubicación la forma de estimación de recursos y reservas según el código JORC.

Para la estimación de reservas de mena y recursos minerales medidos se han muestreado ambas zonas y corroborado los bloques de mineral cubicados que aparecen en los planos antiguos, asimismo los blocks de mineral que no están verificados se están considerando como recursos minerales indicados; y la proyección hacia los niveles inferiores inmediatos de las vetas explotadas, que necesariamente se tendrán que comprobar con labores de exploración, se han considerado como Recursos Minerales Inferidos. (Ver figura 13).

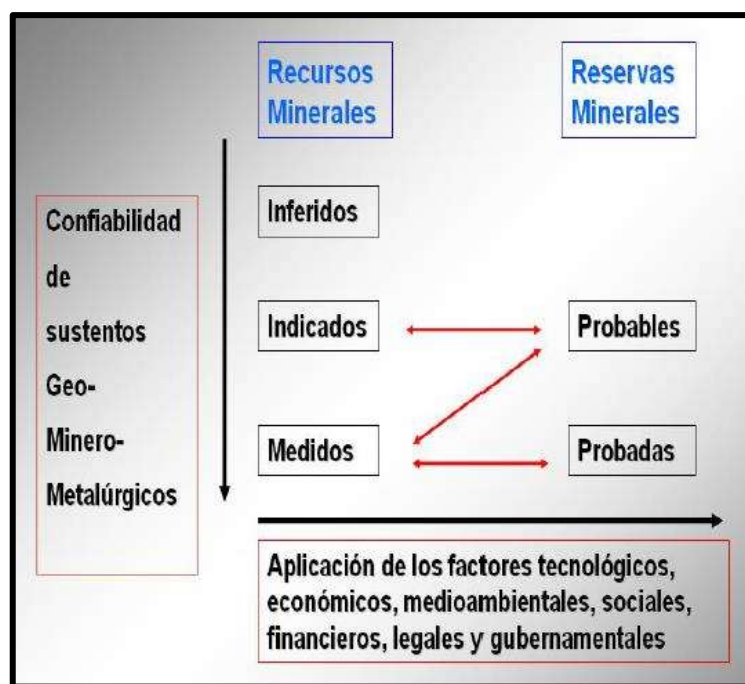


Figura 13. Terminología y relación entre la información de exploración, recursos minerales y reservas de mena

Fuente: Departamento de Geología – Minera La Española S.A.

1.9.5. Estimación de recursos

1.9.5.1. Recurso mineral medido

Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con

técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de pre-factibilidad económica.

1.9.5.2. Recurso mineral inferido

Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación de pre-factibilidad que merezca darse a conocer al público.

1.9.6. Estimación de reservas

1.9.6.1. Reserva mineral probada

Es la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido, incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales.

1.9.6.2. Reserva mineral probable

Es la parte económicamente explotable de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias del recurso mineral medido, incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse

razonablemente. Una reserva mineral probable tiene un nivel más bajo de confianza que una reserva mineral probada. (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Estimación de reservas de mena

ESTIMACION DE RESERVAS DE MENA			
CLASIFICACIÓN	TONELADAS (TM)	LEY AU (ONZ/TM)	ONZAS AU
PROBADAS	14130.969	0.382	5398.03
PROBABLES	4671.000	0.358	1672.22
TOTAL DE RESERVAS	18801.969	0.376	7070.25

Fuente: Departamento de Geología – Minera La Española S. A.

1.9.6.3. Nivel de producción y vida de la mina

Para llevar a cabo una aproximación de la vida de la mina tomaremos el volumen estimado de las reservas minables (usando la cubicación nominal de la unidad minera Nueva Esperanza de Chaparra).

Recuperando un 95% en mina, el tonelaje del mineral a obtener será:

$$0.95 \times 18,801 \text{ Tons} = 17,861.87 \text{ Tons}$$

El mineral de mina Nueva Esperanza es tratado por flotación en las plantas de Confianza y Paraíso, ubicadas en chala. La capacidad de transporte máximo diario es de 20 TM siendo 600 Tons/Mes; por tanto, la aparente vida del yacimiento sería como sigue:

$$= 17,861.87 \text{ Tons} / 600 \text{ Tons/Mes} = 29.8 = 30 \text{ meses, (2 años y medio).}$$

Es bueno mencionar que a medida que se avancen y profundicen las vetas Nelly, Sonia y Ely, el potencial podría aumentar; debido a la longitud de dichas vetas y su relativa mejora en profundidad.

Esta aparente vida de mina tan corta es una constante en la minería aurífera de vetas angostas; por lo general se sigue esta política por la inversión adicional que significaría contar con reservas de más de 04 años (labores mineras y perforación diamantina). Lo cual le impone una alta relevancia a las actividades de exploración y planeamiento minero para mantener el negocio en marcha.

CAPITULO II

SISTEMA DE IZAJE Y PROFUNDIZACION DEL PIQUE INCLINADO 90

2.1. Razones de la implementación del skip y profundización del pique inclinado 90

- a) Para Minera la Española S.A. Implementar el skip con guideras de madera para la extracción de mineral o desmonte es de suma importancia con ello aumentar la producción, también es indispensable profundizar el pique inclinado 90 desde el Nivel 174 al Nivel 44 debido a que prácticamente quedan escasas reservas para poder aumentar la vida de la mina, se ha optado en profundizar el pique inclinado 90 para así ganar 8 niveles ya que en nuestro diseño se considera de Nivel a Nivel cada 20m.
- b) Con este pique se ganaría 155m de encampane es decir 8 niveles de 20m cada nivel.
- c) También se implementa este sistema de izaje para evitar el gran problema que se tiene actualmente en la extracción, puesto con el sistema de izaje actual hay bastantes problemas como también poca cantidad de extracción ya que no es suficiente para esta empresa y no satisface las necesidades que realmente lo necesita.
- d) A la medida que se va profundizando también se irá formando los blocks de mineral lo cual será el futuro de Minera La Española S. A.
- e) Primero se implementó el skip el cual baja hasta el nivel 174, seguidamente se empieza con la profundización del pique inclinado 90.
- f) La empresa cuenta con las condiciones necesarias para que se ejecute el proyecto de implementación del skip y profundización del pique inclinado 90.

2.2. Influencia del método de implementación del skip y la profundización del pique inclinado 90

La implementación del skip se ha ido ejecutando de acuerdo al diseño que se ha hecho, una vez terminado la instalación de las guideras de madera y puesta en marcha el izaje del skip se empieza con la profundización del pique inclinado 90 en Minera La Española S. A.

El terreno en donde se ubica el pique inclinado es muy favorable ya que el tipo de roca que tenemos es granodiorita es muy competente, solamente se presenta algunas fallas para el cual se instalaran cuadros de madera como parte del sostenimiento y para mantener la abertura del pique inclinado.

2.3. Diseño del plano preliminar del pique inclinado

La ubicación del pique está de acuerdo a las condiciones que presta el mismo terreno, las características geológicas y del método de explotación del yacimiento que se está aplicando.

El diseño del pique inclinado en donde se instala el winche, guideras de madera se hizo tomando todo los datos necesarios del campo, con la ayuda del plano topográfico se ha podido diseñar la ubicación de la cámara de izaje y dimensionamiento, para luego determinar el grado de inclinación que tendrá el pique, promediando toda las inclinaciones que presenta a lo largo del pique inclinado, también se ha visto las dimensiones del pique para poder instalar la guidera, después ver si presenta algunos imperfecciones para luego dar un desquinche correspondiente para que tener una sección requerida como para el skip.

El inicio de la profundización del pique inclinado es de a partir del nivel 174 con una sección de 1.20m x 2.80m doble compartimiento uno para acceso de personal y tuberías de servicio el otro para el skip, se realizara sobre veta lo cual también aportara con una cierta cantidad de producción por encontrarse en un buen clavo de mineral.

2.4. Determinación de la calidad del terreno

- El primer paso para la caracterización mecánica del macizo rocoso es establecer las propiedades de la roca intacta, según la tabla de clasificación de BIENIAWSKY.
- Mediante el parámetro de Barton correspondiente al RMR de Bieniawsky; para tener la incidencia de estos factores, se define una serie de parámetros, asignándoles determinadas valores, cuya sumatoria nos indicara la calidad de la roca. (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación de la calidad del terreno

RMR	CATEGORÍA	ESTADO DE LA ROCA
81 - 100	I	Muy Buena
61 - 80	II	Buena
41 - 60	III	Media
21 - 40	IV	Mala
< 20	V	Muy Mala

Fuente: Departamento de Geología - Minera la Española S.A.

Analizando los resultados, basados en la clasificación de Bieniawsky, se tiene:

Cuadro 5. Clasificación Geomecánica RMR (Bienniaowski)

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)			
RMR		EVALUACIÓN	PUNTUACIÓN
RMR (1)	RESISTENCIA A COMP. SIMPLE (MPa)	125 - 175	12
RMR (2+3)	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES	Nº de juntas por metro	3
RMR (4)	CONDICIONES DE LAS JUNTAS	Persistencia	< 1m
		Apertura	0.1mm
		Rugosidad	rugosa
		Relleno	ninguna
		Meteorización	ligero
RMR (5)	Condiciones Hidrogeológicas		ligeramente húmedo
Q (Barton)		RMR	78

Fuente: Departamento de Geología - Minera la Española S. A.

Según la clasificación de Bieniawsky, la calidad de la roca en donde se ubica el pique es BUENA.

Uno de los primeros puntos a ser considerados cuando se diseña un pique inclinado es establecer el tipo de servicio que éste presentará, por lo tanto debe estar en una de las siguientes categorías:

- a. Exploración
- b. Producción
- c. Servicio
- d. Ventilación
- e. Combinación de los nombrados.

Esta clasificación se basa en su tamaño y su forma.

2.5. Cámara de izaje

Está ubicado en el Nivel 210 de la Veta Nelly - Minera La Española S.A. La cámara de izaje está diseñada con las siguientes medidas (ver figura 14).

Ancho : 3.00m

Altura : 3.00m

Profundidad de la cámara : 9.00m

Para ubicar la cámara de izaje se ha realizado estudios que están en función de los costos y condiciones que presenta el yacimiento, esto es:

- Angulo promedio de inclinación de la veta.
- Potencia promedio de la veta.
- Profundidad del pique.



Figura 14. Perforación y voladura de la cámara de izaje
Fuente: Minera la Eghspañola S.A.

EXCAVACIÓN DE CAMARA DE IZAJE DE 3.00 m x 3.00m						
Labor	Cámara de izaje	N° taladros perforados	42	Longitud de barra	6.00	Pies
Sección (ancho x altura, metros)	3.00	3.00	239	Longitud taladro	5.70	Pies
Avance/día	3.12	N° taladros cargados	41	Cantidad de dinamita	246.00	cart.
Avance / Disparo	1.56 m	Beneficios obreros	30%	Factor de carga	1.42	kg/m³
Disparos / mes	50.0	Gravedad específica	2.65	Sobre rotura	1.17	toneladas
	78.0	Volumen/disparo (m³)	14.04	Toneladas/disparo	43.53	toneladas
				Tipo de cambio(US\$)	3.30	
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Utilización/Vida Útil	Costo/Disparo	Costo/m
PERSONAL						
Perforista emaderador	Tarea	1.00	18.18	100.0%	23.64	US\$
Ayudante de perforista	Tarea	1.00	14.24	100.0%	18.52	
Supervisor	Tarea	1.00	19.70	100.0%	25.61	\$43.43
PERFORACION						
Perforadora	pza	1.00	5,454.55	110,000.00 pies	11.87	
Repuestos para perforadora	pza	1.00	4,256.06	110,000.00 pies	9.26	
Compresora	pza	1.00	11,917.45	1,500.00 dias	7.94	
Barra cónica de 4 pies	pza	1.00	84.85	1,500.00 pies	4.51	
Broca descartable de 38mm	pza	1.00	29.70	550.00 pies	12.93	
Aceite perforación	gal	0.25	5.70	1.00 disparos	1.43	
Manguera de 1"	m	30.00	2.27	150.00 disparos	0.45	
Manguera de 1/2"	m	30.00	1.00	150.00 disparos	0.20	\$31.15
VOLADURA						
Dinamita semexa 65% 7/8" x 7"	pza	246.00	1.15	1.00 disparos	284.02	
Mecha	m	99.97	0.81	1.00 disparos	80.89	
Fulminante	pza	41.00	0.30	1.00 disparos	12.42	\$241.88
HERRAMIENTAS						
Lampa	pza	1.00	9.09	30.00 disparos	0.30	
Pico	pza	1.00	10.61	90.00 disparos	0.12	
Comba de 8 libras	pza	1.00	13.94	175.00 disparos	0.08	
Llave Stilson de 14"	pza	1.00	16.97	175.00 disparos	0.10	
Barretilla de aluminio de 3.0 m	pza	1.00	26.90	75.00 disparos	0.36	
Barretilla	pza	2.00	3.64	75.00 disparos	0.10	
Cucharilla	pza	2.00	4.55	75.00 disparos	0.12	
Punzón para cebo	pza	1.00	5.11	80.00 disparos	0.06	
Pintura para perforación	gal	1.00	8.60	15.00 disparos	0.57	
Atacador	pza	3.00	3.05	20.00 disparos	0.46	
Alambre negro N° 16	kg	1.00	1.52	5.00 disparos	0.30	
Soplete	pza	1.00	23.29	500.00 disparos	0.05	2.62
						\$1.68

IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Consumo	Unidad	Costo Unitario	Incidencia	Costo/Disparo	Costo/m
Ropa de agua Punto Azul	2.00		27.26	60 guardias	0.91	
Bota de jebe	3.00		19.27	100 guardias	0.58	
Lentes de seguridad	3.00		2.03	40 guardias	0.15	
Guante de jebe hycron	3.00		6.06	12 guardias	1.52	
Mameluco con cintas fosforescentes	3.00		26.47	80 guardias	0.99	
Protector con portálampara	3.00		26.47	80 guardias	0.99	
Tafillete para protector	3.00		2.93	120 guardias	0.07	
Respirador 3M	3.00		21.12	80 guardias	0.79	
Filtro contra el polvo - Respirador 3M	3.00		3.38	12 guardias	0.85	
Filtro contra Gas- Respirador 3M	3.00		7.58	30 guardias	0.76	
Correa de seguridad	3.00		7.46	120 guardias	0.19	
Lámpara	3.00		36.36	240 guardias	0.45	
Tapón para oído	3.00		0.97	40 guardias	0.07	
Polo con cinta reflectiva	3.00		6.91	40 guardias	0.52	8.84
Materiales						\$5.67
Petróleo	4.2 galn/hr	gal	3.24	2.5 Hr	34.05	
Aceite	0.10 gal/gdia	gal	13.64	1.0 Hr	1.36	35.41
TOTAL COSTO DIRECTO						\$346.51
GASTOS GENERALES						6.80
COSTO PARCIAL						353.31
Imprevistos	10%					35.33
COSTO TOTAL/METRO						388.64

Fuente: Elaboración propia

2.6. Estructura y construcción de castillete

El castillete consta de 3 pisos de cuadros de madera (Eucalipto de $\varnothing 8'' \times 20''$) que va desde piso de la cámara hasta la corona de la cámara (ver figura 15).



Figura 15. Construcción de castillete
Fuente: Minera la Española S.A.

Construcción del castillo con cuadros

Sombrero y soleras

(Longarinas de $\varnothing 8'' \times 20''$)

Nº de pisos	= 3 pisos
Total long.	= 6 longarinas
Costo/Longarina	= US\$25.52
Costo total	= US\$153.12

Número total de postes

(Redondos de $\varnothing 8'' \times 6''$)

Nº Total de postes en castillo	= 6 postes/piso
Nº Total de postes	= 6 postes/piso * 3 pisos
Nº Total de postes	= 18 postes

Costo/poste = US\$7.20 * postes

Costo/poste = US\$ 86.4

Número total de tirantes

(Redondos de Ø 5" * 4')

N° Total de tirantes = 3 tirantes/piso

N° Total de tirantes = 3 tirantes/piso * 3 pisos

N° Total de tirantes = 9 tirantes

Costo/tirante = US\$ 5.45 * 9 tirantes

Costo/tirante = SU\$ 49.05

Número total de ángulos o pata de gallos

(Longarinas de Ø 6" * 13')

N° Total de ángulos = 2 ángulos

Costo/ ángulo = US\$ 25.52 * 2

Costo Total = US\$ 51.04

Cuadro invertido para colgar la polea

Un sombrero (redondo de Ø 8" * 6')

Costo/sombrero = US\$ 7.20

Dos postes (redondos de Ø 8" * 2.33')

Costo/poste = US\$ 7.20 * 2

Costo Total = US\$ 14.40

Dos ángulos (redondos de Ø 6" * 6')

Costo/ángulo = US\$ 3.30 * 2 ángulos

Costo Total = US\$ 6.60

Resumen de costos enmaderado del castillo para izaje

	US\$	t.c.3.30
Longarinas	153.12	
Postes	86.40	
Tirantes	32.77	
Ángulos	51.04	
Cuadro invertido	28.02	
Mano de obra	<u>168.60</u>	
Costo Total enmaderado	= US\$ 519.95	

2.7. Anclaje de base para el winche de izaje

Se dispara tipo pique con una dimensión de 1.20m x 1.20m x 1.00m de profundidad para anclar el winche de izaje, consiste en que la base sea fijo, este piso será vaciado con concreto armado y lleva fierro anclados a la misma roca. (Ver figura 16).



Figura 16. Zapata concreto armado para el anclaje del winche
Fuente: Minera la Española S. A.

Cuadro 6. Resumen de costo de zapata concreto armado

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Fierro corrugado de 1/2"	Barillas	6	8.18	49.08
Alambra N° 16	kg	5	1.52	7.58
Cemento	Bolsas	6	6.82	40.91
Planchas con ojo chino	pza	4	15.15	60.61
Tablas de 1" para encofrado	pza	4	6.52	26.06
Sika	gal	1	6.97	6.97
Hormigón	m ³	1	15.15	15.15
Agua	gl	30	0.06	1.82
Mano de Obra	Personal	3		59.09
Costo total de construcción (US\$)				267.26

Fuente: Elaboración propia.

2.8. Sistema de izaje

La mina cuenta con un winche eléctrico de 15 HP de un solo tambor; el sistema de extracción es el siguiente: el material disparado es evacuado del fondo del pique hasta el Nivel 214 (lugar donde se encuentra el bolsillo) la limpieza se realiza en forma manual, el material es izado en el mismo skip. (Ver figura 17).



Figura 17. Winche de izaje de 15 HP
Fuente: Minera la Española S.A.

2.9. Características y dimensiones del skip

Es necesario conocer el tamaño del balde de profundización del pique ya que esto conlleva a futuro para determinar el compartimiento para carga y compartimiento para camino instalaciones de servicios.

La capacidad del skip depende de la capacidad del winche, densidad del material, tamaño de las cargas y grado de inclinación, las dimensiones del skip y el área de la sección transversal es determinada por la capacidad del skip.

Una vez conocida el área de la sección transversal, el compartimiento del skip es dimensionando después de proporcionar una holgura admisible.

Dimensiones del skip según Novitzky.

$$\alpha: b: h = 1: 1.2: 2 - 2.5$$

$$\alpha = 0.75 \frac{\sqrt[3]{Pm}}{Pe}$$

α = Ancho parte delantera (m)

b = Largo (m)

h = Altura (m)

Pe = peso de 1 m³ de mineral (Tn)

Pm= Carga útil del Skip (Tn)

Se mandó a fabricar el skip a la ciudad de chala con unos especialistas que ya conocen la correcta selección de tipo de material para su fabricación y las dimensiones que requiere según el plano proporcionado por la empresa la correcta selección del skip.

Ver plano N° 5(anexo)



Figura 18. Características del skip
Fuente: Toma de imagen propia (2017)

2.9.1. Sistema de volteo del skip

El volteo del skip es automático, el skip una vez llegado al filo de la ranfla, choca contra un cuartón que esta clavada dentro de la misma guiadera este hace que el skip gire 30° hacia arriba levantando la cola de esta manera cae por gravedad todo el material, a una distancia de 1.00m es instalado con una traviesa para el contra choque del skip el cual hace que regrese el skip ya una vez vaciado la carga. (Ver figura 19).



Figura 19. Sistema de volteo del skip
Fuente: Minera la Española S.A.

2.10. Guiaderas de madera

Se instalan puntales en línea distanciados a 1.30m de luz, en caja piso se coloca una traviesa (yugo) por encima de los puntales en línea para así poder clavar las tablas, se coloca dos tablas tipo camada cada tabla ira clavado a 0.20m del eje del pique inclinado y a los costados dos tablas tipo alas que formaran una canaleta para que pueda deslizar con gran facilidad el skip. (Ver figura 20).



Figura 20. Guiaderas de madera
Fuente: Toma de imagen propia (2017)

2.11. Instalación de guiaderas de madera para la extracción de mineral o desmonte y profundización del pique 90

Para la instalación de guiaderas de madera se toman por tramos que constan por 3 tramos, la primera parte se inicia desde el piso de la cámara de izaje hasta el subnivel 204 de a partir de ese punto se aprovecha para colocar solo las traviesas (yugos) en los cuadros ya instaladas hasta el subnivel 184, desde el subnivel 184 hasta el nivel 174 se instalan nuevamente con puntales en línea hacia un total de 60.77m de un solo

compartimiento. La profundización inicia del nivel 174 hasta los 200m que será de doble compartimiento con una distancia de 155m. (Ver figura 21).

Primer tramo la longitud de proyección a partir de la tolva de volteo hasta Nivel 174 es de 60.77m.



Figura 21. Instalación de guideras de madera
Fuente: Toma de imagen propia (2017)

Número total de puntales en línea

Se instalará 2 puntales en línea más una traviesa en caja piso para el tendido de tablas de 2", los puntales en línea se instalarán espaciados a 1.30m de puntal a puntal con una patilla de 2" de profundidad.

(Redondos de \varnothing 6" * 5')

Nº total de pisos	= 51 pisos
Nº total puntales en línea	= 2 puntales/piso * 51pisos
Nº Total puntales en línea	= 102 puntales
Costo/puntal	= US\$ 3.30 * 102 puntales
Costo/puntal	= US\$ 336.60

Número total de traviesas (yugos)

(Redondos de \varnothing 6" * 4')

N° Total de muertos	= 1 muerto/piso * 51pisos
N° Total de muertos	= 51muertos
Costo/muerto	= US\$ 3.30 * 51 muertos
Costo total	= US\$ 168.3

Número total de paños de tablas de 2"

(Tablas de 2" * 4" * 10')

N° Total de paños	= 20 paños
N° Total de tablas	= 2 tablas/paño * 20 paños
N° Total de tablas	= 40 tablas + 7 tablas para los topes o tabiques +
12 tablas ranfla	
N° total de tablas	= 59 tablas
Costo/ tabla	= US\$6.45 * 59 tablas
Costo total	= US\$380.93

Número total de paños de tablas de 1"

(Tablas de 1" * 4" * 10')

N° Total de paños	= 20 paños
N° total de tablas	= 2 tablas/paño * paños
N° total de tablas	= 40 tablas + 8 tablas para chapas o topes
N° total de tablas	= 48 tablas
Costo/tabla	= US\$6.45 * 48 tablas
Costo total	= US\$309.6

Resumen de costos instalación de guiadera

	US\$	t.c. 3.30
Puntal en línea	= 336.60	
Muertos	= 168.30	
Tablas de 2"	= 380.30	
Tablas de 1"	= 309.60	
Clavos de 6"	= 14.84	
Clavos de 5"	= 14.84	
Clavos de 4"	= 6.06	
Clavos de 3"	= 6.06	
Mano de obra	= <u>1205.45</u>	
Total instalación	= 2441.24	

2.12. Sostenimiento instalación de cuadros de madera del tramo sub nivel 204 al sub nivel 184

Son un tipo de estructura de sostenimiento considerado como empírico porque su aplicación se basa a la experiencia este tipo de sostenimiento es de acuerdo al tipo de terreno y a condiciones especiales de cada Mina.

- Se utilizan en labores horizontales e inclinadas.
- Su dimensión está de acuerdo al diseño de la labor.

Se realizó sostenimiento instalando cuadros de madera en el pique inclinado desde el sub nivel 204 al sub nivel 184 para evitar desprendimiento de rocas por presentar zona de falla de esa manera para poder conservar la abertura del pique.

Número total de sombreros

(Redondos de Ø 8" x 6')

Nº Total de sombreros	= 2 sombreros/piso * 20 pisos
Nº Total de sombreros	= 40 sombreros + 2 soleras
Costo/ sombrero	= US\$ 7.20
Costo/ sombrero	= US\$ 7.20 * 42
Costo Total	= US\$ 176.40

Número total de postes

(Redondos de Ø 8" x 6')

N° Total de postes	= 4 postes/piso
N° Total de postes	= 4 postes/piso * 20 pisos
N° Total de postes	= 80 postes
Costo/poste	= US\$ 7.20 * 80
Costo total	= US\$ 576.00

Número total de tirantes

(Redondos de Ø 5" x 4')

N° Total de tirantes	= 2 tirantes/piso
N° Total de tirantes	= 2 tirantes/piso * 20 pisos
N° Total de tirantes	= 40 tirantes
Costo/tirante	= US\$ 5.40 * 40 tirantes
Costo total	= US\$ 216.00

Resumen de costo instalación de cuadros

	US\$	t.c. 3.30
Sombreros	= 176.40	
Postes	= 576.00	
Tirantes	= 216.00	
Mano de obra	= 803.63	
Costo total instalación	= 1772.03	

2.13. Condiciones de diseño

Se ha tomado en cuenta el peso total que debe soportar (cable + Skip + mineral), para ofrecer estabilidad en el momento de izaje que está garantizada por la características especial de su construcción también se ha considerado el tipo de roca, el equipo a instalar, el tipo de ventilación requerida, el acceso de la cámara, conservación de la galería principal.

2.14. Diseño de los componentes del izaje

2.14.1. Capacidad del skip

Para el izaje de mineral o desmonte se utilizara un skip de 0.315m^3 es decir en cada viaje deberá izar $850\text{kg} = 0.850\text{ TM}$

$$Pe = 2.7\text{ Ton/m}^3$$

$$CSkip = 0.315\text{ m}^3 * 2.7\text{ Ton/ m}^3$$

$$CSkip = 0.850\text{ TM}$$

2.14.2. Diámetro de la polea a usar

La polea es un elemento de transmisión de potencia y como tal para un uso eficiente y económico. El tipo de diseño y condiciones de funcionamiento mecánicos son importantes.

Entre los tipos de poleas se tienen: poleas hierro fundido, de placa, de acero, de madera en el exterior con centro de hierro fundido.

El desgaste permisible en la ranura de la polea debe ser de $1/16''$.

Una ranura estrecha desgasta el cable por fricción lateralmente.

De acuerdo a la sección del cable, existe un diámetro mínimo para las poleas.

El diámetro de la polea se determinó mediante la siguiente relación:

$$Dp = K. Dc$$

Dónde:

Dp = Diámetro de polea koepe monocable o multicable en (mm).

K = Coeficiente igual a:

100 - 120 Para cables cerrados.

80 - 110 Para cables toronados.

$$\begin{aligned} Dp &= 80 * 12.7\text{mm} \\ &= 1016\text{mm} \end{aligned}$$

El diámetro de la polea que se utilizara en el pique inclinado 90 es de 1m.

2.14.3. Diseño del cable

Longitud total del cable a usar por compartimiento.

Profundidad del pique	= 200.00m	656.16 pies
Collar- tolva volteo	= 15.80m	51.83 pies
Tolva volteo- polea	= 5.92m	19.42 pies
Polea tambora	= 6.04m	19.81 pies
Empalmes, amarres, corte	= 8.00m	26.24 pies
	<u>235.76m</u>	<u>773.46 pies</u>

Cuadro 7. Determinación del factor de seguridad

Longitud del pique en pies	Factor de seguridad	
	Cable nuevo	Cable usado
500 o menos	8	6.4

Fuente: Llanque M, O. & otros (2008).

Cable a usar 1/2" diámetro serie 6* 19 tipo COBRA alma de acero.

2.14.4. Peso del cable

Longitud del cable = 221.72m = 727.42pies

$P_c = 727.42 \text{ pies} * 0.46 \text{ lb/pie}$

$P_c = 337.27 \text{ lb}$

Cuadro 8. Tabla de resistencia de ruptura de cables de acero tipo cobra 6 * 19

Diámetro		Peso aprox. en kg/pie	RESISTENCIA ALA RUPTURA EN TONELADAS			
			Alma de fibra(AF)		Alma de acero(AA)	
mm	Pulg.		calculada	efectiva	calculada	efectiva
3.15	0.13	0.04	0.7	0.6	0.79	0.69
4.76	0.19	0.1	1.5	1.3	1.64	1.43
6.35	0.25	0.17	2.75	2.39	3.15	2.74
7.94	0.31	0.28	4.5	3.71	4.9	4.25
9.53	0.38	0.39	6.6	5.3	7.1	6.08
11.11	0.44	0.51	8.8	7.17	9.7	8.25
12.7	0.5	0.69	11.6	9.33	12.7	10.88
14.3	0.56	0.87	14.6	11.77	18	13.48
15.9	0.63	1.68	18	14.46	19.8	16.67
19.05	0.75	1.94	25.9	20.66	28.5	23.75
22.23	0.88	2.1	34.9	27.94	38.3	32.13
25.4	1	2.75	45.7	36.32	50.6	41.71
28.6	1.1/8	3.47	58	45.6	63.6	52.49
31.75	1.1/4	4.2	71.6	56.08	78.7	64.47
34.93	1.3/8	5.15	88.7	67.3	95.1	77.54
38.1	1.1/2	6.2	103.1	79.84	113.5	91.8
41.27	1.5/8	7.14	121.5	93.2	133.4	106.77
44.45	1.3/4	8.3	140.6	107.78	154.6	123.74

Fuente: Llanque M, O. & otros (2008).

2.14.5. Cálculo de factor de seguridad

Es recomendable que la carga de trabajo de un cable de acero usado en operaciones de izaje no exceda de 1/5 de su carga de rotura. Para operaciones seguras y económicas, se sugiere a menudo factores de seguridad superiores a 5 variando desde 8 a más de 9.

Entonces el factor de seguridad será:

$$F.S. = 7 - (0.001 * 221.72)$$

$$F.S. = 6.77$$

Si cumple con las normas recomendadas.

Por otro lado para calcular el factor de seguridad:

$$F.S. = \frac{\text{resistencia a rotura}}{\text{peso total}}$$

Peso total se calcula de esta manera:

$$P.T. = \text{peso del cable} + \text{peso del skip} + \text{peso a transportar}$$

$$P.T. = 152.98 \text{ kg} + 200\text{kg} + 850\text{kg}$$

$$P.T. = 1203.48\text{kg}$$

$$P.T. = 1.203\text{Tn}$$

Factor de seguridad será:

$$F.S. = \frac{10.88}{1.203}$$

$$F.S. = 9.04$$

2.15. Diseño del winche y polea

2.15.1. Diámetro del tambor

La relación se toma de las reglas de seguridad del BUREAU OF MINES (USA).

$$D = 60 * d$$

Dónde: D = diámetro del tambor

d = diámetro del cable

Cuando d = 1/2"

$$D = 60 * 1/2" = 30 \text{ pulg}$$

$$D = 2.5 \text{ pies} = 0.76\text{m}$$

$$R = 1.25 \text{ pies}$$

Longitud de la cara del tambor y cable por enrollar.

$$\text{Longitud de cable hasta tolva de volteo } 215.80 \text{ m} = 708.00 \text{ pies}$$

$$\text{Cable para amarres } 8.00 \text{ m} = 26.24 \text{ pies}$$

$$\text{Total} = 734.24 \text{ pies}$$

Numero de vueltas en el tambor

$$N^{\circ} VT = (734.24 \text{ pies} / (3.1416 * 2.5 \text{ pies})) + 3$$

$$N^{\circ} VT = 93.5 + 3$$

$$N^{\circ} VT = 96.5$$

$$N^{\circ} VT = 97 \text{ vueltas}$$

Considerando dos hilados

$$(97/2) * 1/2" = 24.25 \text{ pulg}$$

Los cables libres entre cables se estiman en 3/64 pulg:

$$(3/64) * 24.25 = 1.13 \text{ pulg}$$

$$\text{Longitud cara del tambor: } 24.25 + 1.13 = 25.38 \text{ pulg}$$

$$\text{Longitud cara del tambor: } = 2.10 \text{ pies} = 2 \text{ pies}$$

$$D = 2.5 \text{ pies} \quad L = 2 \text{ pies}$$

2.15.2. Estimación de la aceleración y desaceleración del skip

Cuadro 9. Aceleración y desaceleración del skip

Profundidad (pies)	500	500 - 1000	1000 - 2000	2000 -2500	3000
Veloc. Recomendada pies/min	600 - 900	600 - 1200	900 - 1800	1200 - 2400	1500
Tiempo Aceleración(seg)	5 10	8 12	10 15	15 20	20
Tiempo Desaceleración	De 50% a 100% del tiempo de aceleración				
Factor Seg. Estático	8	7	6	5	4.75
a pie/seg ²	1 a 3	1 a 3	1 a 3.5	1 a 4	

Fuente: Servicios auxiliares Oscar Llanque Maquera (2008).

De la tabla consideramos un tiempo promedio de:

$$(8 + 12)/2 = 10 \text{ seg}$$

$$t.a. = 10 \text{ seg}$$

$$t.d. = 0.5 * 10 = 5 \text{ seg}$$

2.15.3. Cálculo de la velocidad del skip

$$V = \frac{E}{T - 0.5 (ta + td)}$$

$$V = ?$$

$$T = Tt - Tm$$

$$T = 564.43\text{seg} - 150 \text{ seg}$$

$$T = 414.43 \text{ seg}$$

Dónde:

$$V = \frac{734.24\text{pies}}{414.43\text{seg} - 0.5(10+5)} = 1.80\text{pies/seg}$$

$$V = 1.80 \text{ pies/ seg}$$

$$V = 1.80 \text{ pies/seg} * 60\text{seg/min} = 108 \text{ pies/min}$$

$$V = 33 \text{ m/min}$$

2.15.4. Obtención de la aceleración y desaceleración

$$a = \frac{v}{ta} = \frac{1.80}{10} = 0.18 \text{ pies/seg}^2$$

$$d = \frac{v}{td} = \frac{1.80}{5} = 0.36 \text{ pies/seg}^2$$

2.15.5. Cálculo de espacios en movimiento uniforme variado y movimiento rectilíneo uniforme

$$Ea = a (Ta)^2/2 = (0.18 (10)^2)/2 = 9 \text{ pies}$$

$$Ed = d (Td)^2/2 = (0.36 (5)^2)/2 = 4.5 \text{ pies}$$

$$Ec = E - (Ea + Ed)$$

$$Ec = 734.24 \text{ pies} - (9 \text{ pies} + 4.5 \text{ pies})$$

$$Ec = 720.74 \text{ pies}$$

2.15.6. Estimación del tiempo de viaje en MRU

$$Tv = Ec/v = 720.74 \text{ pies} / 1.80 \text{ pies/seg}$$

$$Tv = 400.41 \text{ seg}$$

2.15.7. Estimación del tiempo de viaje

$$Tc = 150.00 \text{ seg}$$

$$Ta = 10.00 \text{ seg}$$

$$Tv = 400.41 \text{ seg}$$

$$Td = \underline{5.00 \text{ seg}}$$

$$\text{Total} = 565.41 \text{ seg}$$

Número de viajes por hora

$$N^{\circ}VH = (3600 \text{ seg} / h) / (565.41 \text{ seg} / \text{viaje})$$

$$N^{\circ}VH = 6.3 \text{ viajes} / h$$

$$N^{\circ}VH = 6 \text{ viajes} / h$$

Toneladas por hora

$$\text{Por Gdía} = 6 \text{ baldes/h} * 8 \text{ h/gdía}$$

$$\text{Por Gdía} = 48 \text{ baldes/gdía}$$

$$\text{Por Día} = 48 \text{ baldes/gdía} * 2 \text{ gdías/día}$$

$$\text{Por Día} = 96 \text{ baldes/día} * 0.850 \text{ TM/balde}$$

$$\text{Por Día} = 81.6 \text{ TM/día}$$

$$\text{Por Hora} = 81.6 \text{ TM/día} * 1 \text{ día}/16 \text{ h}$$

$$\text{Por Hora} = 5.1 \text{ TM/h}$$

2.15.8. Cálculo de la capacidad del skip

$$CS = (5.1 \text{ TM/h}) / (6 \text{ viajes/h})$$

$$CS = 0.850 \text{ TM/viaje}$$

Capacidad del Skip

Volumen aproximado = 0.32m^3

P.E. = 2.8 TM/m^3

Esponjamiento = 45%

$$\text{CS} = 0.32\text{m}^3 * 2.8\text{ TM/m}^3 * 45\% = 0.403\text{ TM}$$

$$\text{CS Promedio} = (0.85 + 0.40)/2$$

$$\text{CS} = 0.630\text{ TM}$$

2.15.9. Cálculo de la velocidad angular o circular del tambor

$$\text{R.P.S.} = V / (3.1416 * D) = (1.80\text{ pies/seg}) / (3.1416 * 2.5\text{ pies})$$

$$\text{R.P.S.} = 0.229\text{ seg}$$

Luego, hallamos:

Vueltas acelerando

$$\text{N}^\circ.\text{V.Acel.} = \text{R.P.S.} * T_a / 2 = (0.229 * 10) / 2$$

$$\text{N}^\circ.\text{V.Acel.} = 1.145$$

Vueltas desacelerando

$$\text{N}^\circ.\text{V.Des.} = \text{R.P.S.} * T_d / 2 = (0.229 * 5) / 2$$

$$\text{N}^\circ.\text{V.Des.} = 0.57$$

Vueltas a velocidad constante

$$\text{N}^\circ.\text{V.Veloc. Conts.} = \text{R.P.S.} * T_v$$

$$\text{N}^\circ.\text{V.Veloc. Conts.} = 0.229 * 450.41$$

$$\text{N}^\circ.\text{V.Veloc. Conts.} = 103.14$$

Comprobación:

Cable desenrollando en aceleración

$$1.145 * 3.1416 * 2.5 = 8.99$$

Cable desenrollando en desaceleración

$$0.57 * 3.1416 * 2.5 = 4.47$$

Cable desenrollando a velocidad constante

$$103.14 * 3.1416 * 2.5 = \underline{727.83}$$

734.24 pies

2.16. Requerimiento de fuerza

Para los hp requeridos, una forma simple de calcular es mediante la fórmula:

$$HP = \frac{V * P}{75 * E}$$

Dónde:

- V: velocidad 0.73 m/seg
- P: Carga (peso) Total toneladas: P1+P2+P3
 - P1: Peso del Cable
 - P2: Peso del skip
 - P3: Peso a Transportar
- E: eficiencia mecánica y eléctrica

Los datos son:

- V = 0.73m/seg
- P1 = 152.98 Kg
- P2 = 200.00 Kg
- P3 = 850.00 Kg

$$P = P1 + P2 + P3$$

$$P = 152.98 + 200 + 850$$

$$P = 1203.48 \text{ Kg}$$

- E: Eficiencia mecánica y eléctrica es el 80%

$$HP = \frac{\frac{0.73m}{seg} * 1203.48Kg}{75 * 0.80}$$

$$HP = \frac{\frac{887.70m}{seg} * Kg}{60}$$

$$HP = 14.5 \cong 15HP$$

2.17. Dimensionamiento y configuración del pique

La sección del pique será de 2.80m x 1.20m, el pique tendrá un compartimiento para izaje de mineral y/o desmonte y otro compartimiento para camino y servicios la profundización del pique será de 155m Nivel 44. (Ver figura 22).

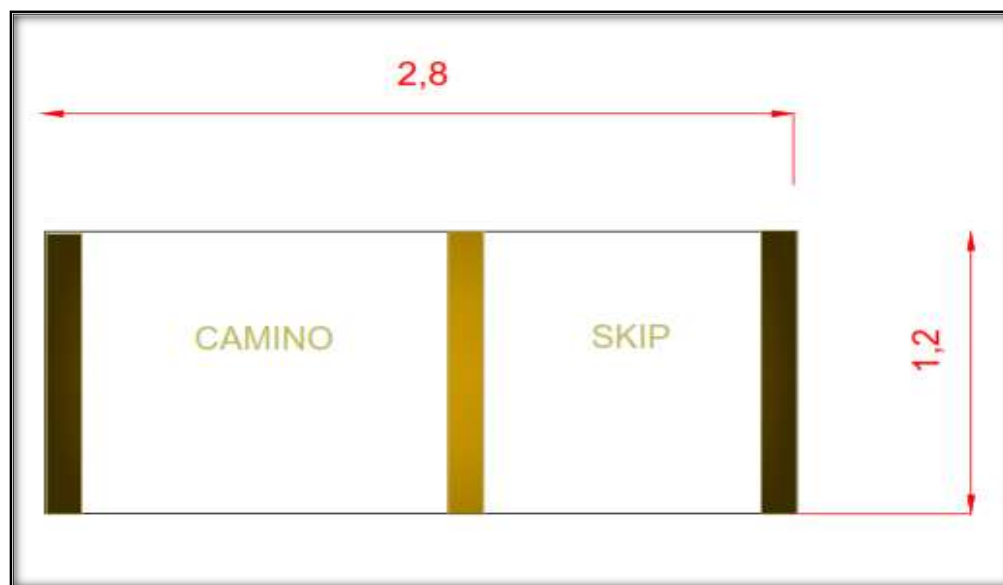


Figura 22. Configuración del pique inclinado 90
Fuente: Minera la Española S.A.

Pique rectangular (Madera)

Ventajas

- Formaciones competentes pueden ser profundizadas en forma rectangular y generalmente son autosoportantes y estables.
- Su uso permite y facilita en manejo en el armado de cuadros.
- Siendo la madera un elemento con características físicas y mecánicas definidas, su empleo como material estructural para soporte de excavaciones en minería es factible de diseñarse.
- Es liviano, fácil de transportar, cortar, manipular y fácil de emplearse como soporte.
- Falla a lo largo de estructuras fibrosas definidas y muestra señales visibles y audibles, lo que permite poner en alerta al minero.

Desventajas

- En porcentajes variados, la presencia de agua y humedad debilita su resistencia.
- La vida útil del pique, es corta (12 años como máximo).
- El costo de mantenimiento es alto.
- La resistencia se ve considerablemente disminuida cuando es atacada por hongos.
- Es de fácil combustión y produce gas venenoso.

2.18. Profundización del Pique Inclinado 90

La profundización del pique se ejecutara del nivel 174 al nivel 44, el cual se hará siguiendo las características y técnicas convencionales para la construcción del pique inclinado 90 se profundizara 155m aproximadamente dependiendo del comportamiento de la veta y la ley que nos proporcione el departamento de Geología.

2.18.1. Perforación y voladura

La perforación se realizará con una máquina Jackleg con barras cónicas de 4 pies su vida útil es de 1500 pies perforados y brocas de 38mm con una vida útil de 500 pies perforados.

Utilizando un procedimiento practico siguiente:

Cuadro 10. Valores de (C) y (K)

TIPO DE ROCA	Distancia entre taladros (C) en metros	Coefficiente de roca (k)
Dura	0.50 a 0.55	2
Semidura	0.60 a 0.65	1.5
Blanda	0.70 a 0.75	1

Fuente: EXSA, (4ta Edición), "Manual práctico de voladura", Lima – Perú.

2.18.2. Cálculo de numero de taladros

$$Nt = \frac{P}{C} + KS$$

Dónde:

P: perímetro de la sección.

S: Área del frente

C: Distancia entre taladros

K: coeficiente de roca

Sección del pique:

A: ancho del pique = 1.20m

H: altura del pique = 2.80m

S: área

P: perímetro

$$P = 2(A + b)$$

Dónde:

A: ancho del pique

b: largo del pique

Cálculo del área: $2.80 * 1.2m = 3.36m^2$

Perímetro: $2(1.20 + 2.80) = 8m$

Reemplazando datos tenemos:

$$Nt = \frac{8}{0.5} + 2(3.36)$$

$$Nt = 16 + 6.72$$

$$Nt = 22.72 \text{ tal} \cong 23 \text{ tal}$$

Como se sabe, en la zona de trabajo predomina la roca granodiorita (roca dura) por consiguiente la malla de perforación que se aplicara es el corte quemado por lo que se ha visto en experiencias pasadas, 23 taladros es un número adecuado para esta sección (Ver figura 23).

2.18.3. Características de la perforación del pique

N° de taladros perforados = 23

N° de taladros cargados = 22

Longitud del taladro = 4 pies

Tipo de corte = corte quemado

Explosivo = SEMEXA 65%

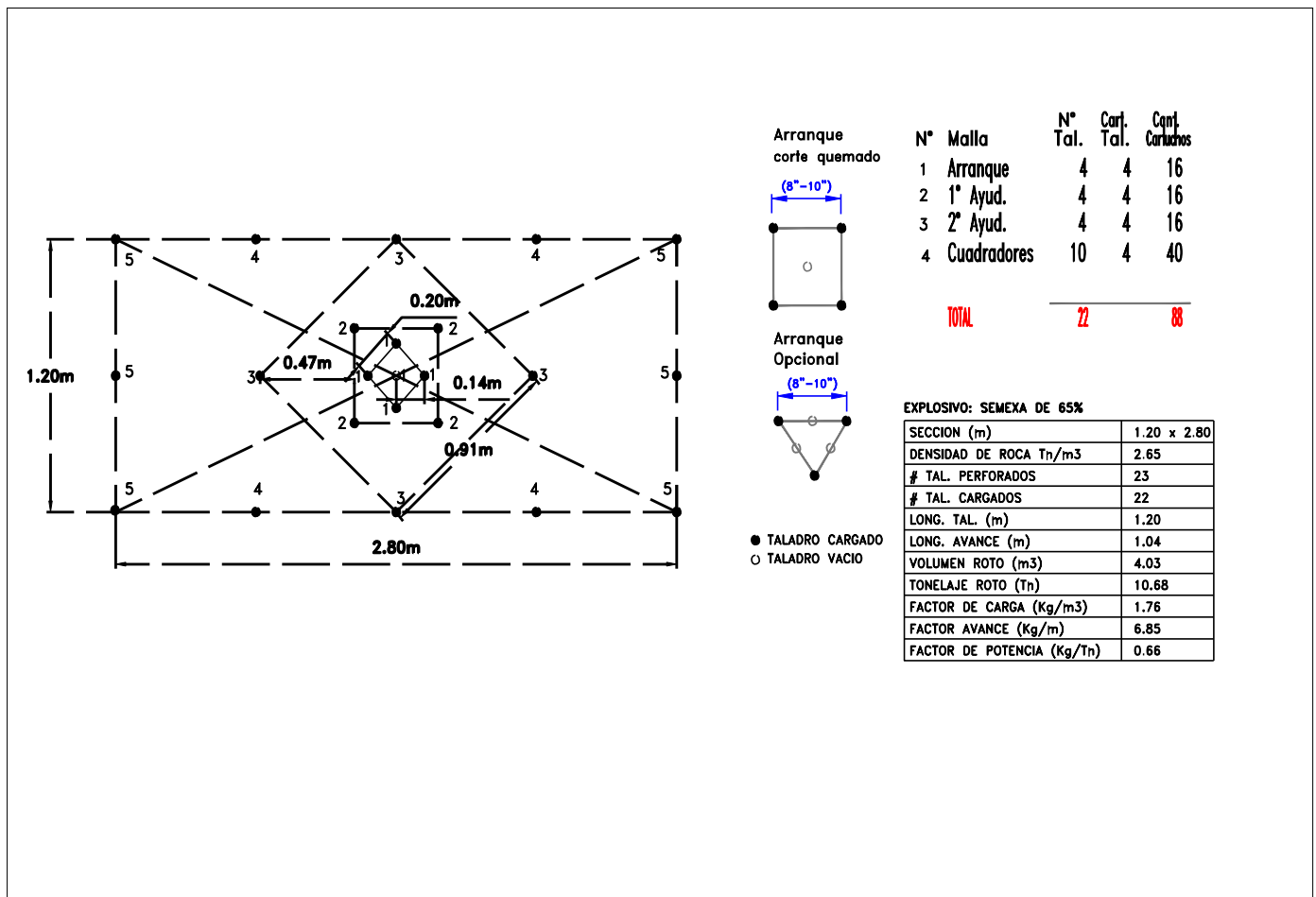


Figura 23. Distribución de taladros para el pique inclinado 90
Fuente: Minera la Española S.A.

Cuadro 11. Características técnicas de los explosivos a usar

ESPECIFICACIONES TECNICAS	UNIDADES	SEMEXA 65%
Densidad	g/cm ³	1.12 ± 3%
Velocidad de detonación *	m/s	4200
Velocidad de detonación **	m/s	5000
Presión de detonación	kbar	70
Energía	kcal/kg	950
Volumen normal de gases	l/kg	932
Potencia relativa por peso(Anfo =100)	%	104
Potencia relativa por volumen (Anfo = 100)	%	144
Resistencia al agua (Norma Técnica Peruana)	Hora	3
Categoría de humos		1
Vida útil	meses	18

Fuente: EXSA, (4ta Edición), "Manual práctico de voladura", Lima – Perú.

Avance efectivo por disparo

$$\text{Avance /disparo} = \text{long. Barreno} * \text{Ef. Perf.} * \text{Ef. Vol}$$

$$\text{Avance /disparo} = 4\text{pies} * 0.95 * 0.90$$

$$\text{Avance /disparo} = \frac{3.42\text{pies}}{\text{disparo}} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{pie}}$$

$$\text{Avance /disparo} = 1.04\text{m/disparo}$$

Total de pies y metros perforados/disparo

$$\text{Pp/disparo} = \text{Long. Barreno} * \text{Ef.perf.} * \text{N}^\circ \text{ tal}$$

$$\text{Pp/disparo} = 4\text{pies} * 0.95 * 23 \text{ tal/disparo}$$

$$\text{Pp/disparo} = 87.4 \text{ pies}$$

$$\text{Metros/disparo} = 87.4 \text{ pies} * 0.3048\text{m}/1\text{pie}$$

$$\text{Metros/disparo} = 26.63 \text{ m}$$

$$\text{Total disparos} = (155\text{m}/1.04\text{m/disparo})$$

$$\text{Total disparos} = 149.03 \text{ disparos}$$

$$\text{Total pp} = 87.4 \text{ pp/disparo} * 149.03\text{disparos}$$

$$\text{Total pp} = 13025.96 \text{ pp}$$

N° de barras cónicas y brocas para la profundización

$$\text{N° de barras} = 13025.96\text{pp} / 1500\text{pp}$$

$$\text{N° de barras} = 8.68 \cong 7 \text{ barras cónicas}$$

Se considera 2 en stand by

$$\text{N° Total de barras} = 7 + 2 = 9 \text{ barras cónicas}$$

$$\text{N° de brocas} = 13025.96\text{pp} / 500\text{pp}$$

$$\text{N° de brocas} = 26.05 \cong 26 \text{ brocas}$$

Se considerara 2 brocas en stand by

$$\text{N° total de brocas} = 26 + 2 = 28 \text{ brocas}$$

Cantidad de dinamita

El explosivo que se utilizará es: Dinamita SEMEXA 65% de 7/8" * 7" y la carga promedio es 4 cart/tal.

$$\text{N° cart/disparo} = 22 \text{ tal/dispar} * 4 \text{ cart/tal} = 88 \text{ cart/dispar.}$$

$$\text{Total cart} = 88\text{cart/dispar.} * 149.03 \text{ disparos} = 13114.64 \text{ cart.}$$

$$+ 8\% \text{ para voladura secundaria} = 1049 \text{ cart.}$$

$$\text{Total cart. Para la profundización} = 14163.81 \text{ cart.}$$

$$\text{N° de cajas} = \frac{1 \text{ caja}}{308 \text{ cart}} * 14163.8 \text{ cart} = 45.98 \cong 46 \text{ cajas}$$

Cantidad de accesorios

Fulminante N° 8

$$\text{Total fulminantes} = \frac{22 \text{ tal}}{\text{disparo}} * \frac{1 \text{ ful.}}{\text{tal}} * 149 \text{ disparos} = 3278 \text{ ful}$$

$$+8\% = 262 + 3278 = 3540 \text{ ful}$$

$$\text{Total cajas} = \frac{1 \text{ caja}}{100 \text{ ful}} * 3540 \text{ ful} = 35.4 \cong 36 \text{ cajas}$$

$$\text{Mecha lenta} = \frac{22 \text{ tal}}{\text{disparo}} * \frac{6 \text{ pies}}{\text{tal}} * 149 \text{ disparos} = 19668 \text{ pies}$$

$$+8\% = 1537 + 19668 = 21205 \text{ pies}$$

Para mecha de seguridad se considerará 3 pies/disparo

$$\text{total mecha de seg.} = \frac{3\text{pies}}{\text{disparo}} * 149\text{disparos} = 447 \text{ pies}$$

$$\text{Total mecha lenta} = 19668 \text{ pies} + 447 \text{ pies} = 20115 \text{ pies}$$

$$\text{Tot. mecha en metros} = 20115 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 6131 \text{ metros}$$

$$\text{Total cajas} = \frac{1 \text{ caja}}{1000 \text{ m}} * 6131 \text{ m} = 6.13 \cong 7 \text{ cajas}$$

$$+8\% = 1 + 7 = 8 \text{ cajas}$$

$$\text{Total cajas} = 8 \text{ cajas}$$

Volumen insitu de roca (m³)

$$\text{Vol. insitu} = \text{seccion del frente} * \text{long. del taladro}$$

$$\text{Vol. insitu} = 3.36 \text{ m}^2 * 1.04 \text{ m}$$

$$\text{Vol. insitu} = 3.49 \text{ m}^3$$

Volumen de roca disparado (m³)

$$\text{Vol roca} = \text{Vol. insitu} * \text{factor de esponjamiento}$$

$$\text{Vol roca} = 3.49 \text{ m}^3 * 45\%$$

$$\text{Vol roca} = 1.57 \text{ m}^3$$

Volumen roto total disparado

$$\text{Vol total} = \text{Vol. insitu} + \text{Vol. esponjado}$$

$$\text{Vol total} = 3.49 \text{ m}^3 + 1.57 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol total} = 5.06 \text{ m}^3$$

Tonelaje roto por disparo

$$\text{TM/disparo} = \text{Vol. insitu} * \rho_{\text{roca}}$$

$$\text{TM/disparo} = 3.49 \text{ m}^3 * 2.65 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{TM/disparo} = 9.24 \cong 9 \text{ TM}$$

Tonelaje roto / metro perforado

$$\text{TM/mp} = (\text{ton} / \text{disparo}) / (\text{long. Taladro})$$

$$\text{TM/mp} = 9 / 1.04$$

$$\text{TM/mp} = 9.43 \text{ TM}$$

Cantidad de explosivo en Kg

$$\text{Din. Kg} = (88\text{cart}/\text{disparo}) * 0.081\text{Kg}/1 \text{ cart}$$

$$\text{Din. Kg} = 7.12 \text{ Kg}/\text{disparo}$$

Factor de avance

$$F_a = \frac{\text{Peso de explosivo}/\text{disparo}}{\text{avance estimado}}$$

$$F_a = \frac{7.12 \text{ Kg}/\text{disparo}}{1.04\text{m} / \text{disparo}}$$

$$F_a = \frac{7.12 \text{ Kg}/\text{disparo}}{1.04\text{m} / \text{disparo}}$$

$$F_a = 6.85\text{Kg}/\text{ml}$$

Factor de carga

$$F_c = \frac{\text{peso del explosivo}/\text{disparo}}{\text{volumen roto}}$$

$$F_c = \frac{7.12 \text{ Kg}/\text{disparo}}{3.49\text{m}^3/\text{disparo}}$$

$$F_c = 2.04\text{Kg}/\text{m}^3$$

EXCAVACION DEL PIQUE INCLINADO 90					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Utilización/Vida Útil	Costo/Disparo
Tipo de cambio(US\$) 3.3					
derador	Tarea	1.00	18.18	100.0%	23.64
rforista	Tarea	1.00	14.24	100.0%	18.51
	Tarea	1.00	19.69	100.0%	25.60
	pza	1.00	5,454.54	110,000.00 pies	4.33
perforadora	pza	1.00	4,256.06	110,000.00 pies	3.38
	pza	1.00	11,917.45	1,500.00 días	7.94
4 pies	pza	1.00	84.85	1,500.00 pies	1.65
ole de 38mm	pza	1.00	29.70	550.00 pies	4.72
ón	gal	0.25	5.70	1.00 disparos	1.43
	m	30.00	2.27	150.00 disparos	0.45
2"	m	30.00	1.00	150.00 disparos	0.20
a 65% 7/8" x 7"	pza	88.00	1.15	1.00 disparos	101.60
	m	40.23	0.81	1.00 disparos	32.55
	pza	22.00	0.30	1.00 disparos	6.67
AS	pza	1.00	9.09	30.00 disparos	0.30
	pza	1.00	10.61	90.00 disparos	0.12
as	pza	1.00	13.94	175.00 disparos	0.08
14"	pza	1.00	16.97	175.00 disparos	0.10
minio de 3.0 m	pza	1.00	26.90	75.00 disparos	0.36
	pza	2.00	3.64	75.00 disparos	0.10
	pza	2.00	4.55	75.00 disparos	0.12
bo	pza	1.00	5.11	80.00 disparos	0.06
foración	gal	1.00	8.60	15.00 disparos	0.57
	pza	3.00	3.05	20.00 disparos	0.46
N° 16	kg	1.00	1.52	5.00 disparos	0.30
	pza	1.00	23.29	500.00 disparos	0.05

MATERIALES DE SEGURIDAD						
Punto Azul	jgo	2.00	27.26	60 guardias	0.91	
	par	3.00	19.27	100 guardias	0.58	
Armadura	pza	3.00	2.03	40 guardias	0.15	
Alcornoque	par	3.00	6.06	12 guardias	1.52	
Cintas fosforescentes	pza	3.00	26.47	80 guardias	0.99	
Armadura	pza	3.00	26.47	80 guardias	0.99	
Protector	pza	3.00	2.93	120 guardias	0.07	
	pza	3.00	21.12	80 guardias	0.79	
Polvo - Respirador 3M	par	3.00	3.38	12 guardias	0.85	
Gas - Respirador 3M	par	3.00	7.58	30 guardias	0.76	
Armadura	pza	3.00	7.46	120 guardias	0.19	
	pza	3.00	36.36	240 guardias	0.45	
	pza	3.00	0.97	40 guardias	0.07	
Armadura efectiva	pza	3.00	6.91	40 guardias	0.52	
Armadura 16"	pza	1.00	5.00		1.52	
Armadura de ventilación 16"	%		10%		0.15	
Materiales	Consumo	Unidad	Costo Unitario	Incidencia	Costo/Disparo	
	4.2 gln/hr	gal	3.24	1.0 Hr	13.62	
	0.10 gl/qdia	gal	13.64	1.0 Hr	1.36	

DIRECTO

ALQUILER DE TALLERES

RENTALES

PERSONAL DE SUPERVISION Y SERVICIOS

INSTALACION

AL

US\$/m

10%

/METRO

US\$/m

Armadura propia.

2.19. Limpieza del Pique Inclinado 90 producto del disparo

La limpieza se efectuara con 3 personal cuando se trata de limpiar al skip se va a disponer 2 juegos de corredizos uno de 1.50m el otro de 3.00m que serán empalmados a la guidera para que pueda bajar el skip, una vez llenado el skip comunicaran al winchero con sistema de toques para que pueda realizar el izaje. Al momento de izaje el personal de limpieza se retirara al lado del camino para protegerse de posibles caídas de material el cual estará taponeado con tablas como guarda cabeza (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Control de tiempo de limpieza e izaje del pique

CONTROL DE TIEMPO DE IZAJE Y VELOCIDAD DEL SKIP				
Ciclo de izaje	Tiempo		Distancia	Velocidad
	min	seg	m	m/s
Izaje del skip con carga	1.57	117	62.2	0.53
Descenso del skip vacío	1.55	115	62.2	0.54
Cargado al skip	9.23	563	-	-
Volteo automático al bolsillo(pocket)	0.38	38	-	-
Total ciclo	12.7	833	124	0.54

Fuente: Elaboración Propia.

Este es el tiempo de limpieza del pique con skip 13 minutos

Capacidad del skip = 0.63TM

Ciclo de izaje = 13min

TM del disparo = 9 TM

Entonces:

Total horas limpieza = $\frac{9TM * 13min}{0.63TM}$

Total horas limpieza = 3 horas

Se considerará = media guardia

Especificaciones técnicas de comunicación con el timbre. En el ciclo de transportes que es lo más importante para comunicación del izaje (ver cuadro 13).

Cuadro 13. Señales con timbre para el izaje del Pique 90

N° de timbrados	Operación del winche de izaje
Un toque	Parar o detener
Dos toques	Bajar o descender
Tres toques	Subir o ascender
Cuatro toques a mas	Señal de emergencia

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Aplicación práctica y resultados obtenidos

Aquí se demuestra la aplicación de la implementación del skip con guideras de madera con datos reales obtenidos en el campo para demostrar cuan eficiente es la implementación del skip con respecto al balde de menor capacidad y cuanto de personal hemos podido reducir en cada frente de avance y también en la extracción.

3.2. Sistema de extracción con skip y balde con winche hechizo de 5HP.

3.2.1. Sistema de extracción con balde y winche hechizo de 5HP

En Minera la Española durante desde su inicio de explotación se ha trabajado en la extracción de mineral o desmonte con winche de izaje de 5HP y con balde empleando 4 personal para su extracción y en los frentes de avance hasta 8 personal (ver cuadro 14).

Cuadro 14. Cantidad de extracción producida con balde winche hechizo de 5HP

Día	TM/Guardia
Lunes	15.00
Martes	14.50
Miércoles	13.00
Jueves	15.00
Viernes	14.00
Sábado	14.00
Domingo	15.00
PROMEDIO	14.36

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se muestra la cantidad de extracción por guardia el cual varía cuando se presenta problemas en rotura de platina o cáncamos que va colocado en la parte de la caja techo del pique en los lugares donde requiere.

3.2.2. Control de tiempo de extracción con balde y winche hechizo de 5HP

Cuadro 15. Control de tiempo de izaje de winche hechizo de 5HP y balde

CONTROL DE TIEMPO DE IZAJE Y VELOCIDAD DEL WINCHE PIQUE 03				
Ciclo de izaje	Tiempo		Distancia	Velocidad
	min	seg	m	m/s
Izaje del balde con carga	0.98	59	76.5	1.3
Descenso del balde vacío	0.57	34	76.5	2.25
Cargado del poket al balde	0.28	28		
Volteo	0.2	12		
Total ciclo	2.03	120	153	1.77

Fuente: Elaboración propia.

A partir del control de tiempo podemos calcular la extracción.

Capacidad del balde = 65 kg = 0.065TM

Ciclo de izaje = 2min

N°viajes/hora = 30 baldes

PorGdia = 30baldes/h * 8 h /gdia

PorGdia = 240 baldes / gdia

TM/Gdia = 240 baldes / gdia * 0.065 TM/ balde

TM/Gdia = 15.6 TM/gdia

Cuadro 16. Producción mensual

TM/hora	TM/guardia	TM/día	TM/mes
1.95	15.60	31.00	930.00

Fuente: Elaboración propia.

La producción horaria de extracción es de 1.95 TM/h mediante el sistema de izaje con balde y winche hechizo de 5HP, resultando una producción mensual de 930.00TM/mes (ver cuadro 16).

3.2.3. Control de tiempo de extracción por viaje en el pique inclinado 90

La extracción de mineral es del nivel 154 al nivel 210, se han tomado tiempos de cada viaje, con la finalidad de tener referencia con mayor aproximación de los tiempos de ciclo de izaje, para ello existe un bolsillo en el Nivel 154 donde puede ser almacenado el mineral para ser extraído con el skip. (Ver cuadro 17).

Cuadro 17. Tiempo de izaje con skip

CONTROL DE TIEMPO DE IZAJE CON SKIP	
Nº DE VIAJES	TOTAL CICLO DE IZAJE
1	00:10:25
2	00:09:47
3	00:10:19
4	00:10:46
5	00:09:10
6	00:08:42
7	00:08:20
8	00:09:50
9	00:09:32
10	00:10:26
PROMEDIO	00:09:44

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo promedio del ciclo = 9.44 min \cong 10 min

Capacidad del Skip = 0.630 TM

Producción con Skip guardia (PSG)

PSG = Cantidad de skips (skip/guardia) * carga por skip (TM/skip)

PSG = 48 skip/Guardia * 0.63 TM/skip

PM1G = 30.24 TM/Guardia

Cuadro 18. Producción mensual con Skip

Tiempo promedio de ciclo de izaje (min)	Nro.de viajes/hora	TM/hora	TM/guardia	TM/día	TM/mes
10	6	3.78	30.24	60.48	1814.4

Fuente: Elaboración propia.

La producción horaria de extracción es de 3.78 TM/h mediante el sistema de izaje con skip, resultando una producción mensual de 1814.4 TM/mes. (Ver cuadro 18).

Como resultado podemos observar que en la extracción con skip ha duplicado nuestra producción al doble de la producción con balde de izaje.

3.3. Incremento de extracción y producción con skip

En el cuadro N° 19, se observan las siguientes diferencias; el rendimiento del sistema de izaje convencional vs el sistema de izaje con skip se incrementa de 1.95 toneladas por hora a 3.78 toneladas por hora respectivamente, de la misma forma se disminuye el personal a emplear de 4 obreros a 2 obreros con el sistema de izaje con skip y en la limpieza 3 personales con skip y 6 personales para el izaje convencional con balde, en cual repercutirá en los costos de mano de obra. (Ver cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de producción y personal

Ítem	Skip	Balde de izaje	Diferencia
TM/hora	3.78	1.95	1.38
TM/guardia	30.24	15.6	14.64
TM/día	60.48	31	29.48
TM/mes	1814.4	930	884.4
Personal en extracción	2	4	2
Personal a emplear en limpieza	3	6	3

FUENTE: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Con la implementación del Skip con guiaderas de madera con este sistema de izaje se logró una producción de 30.24 TM/guardia en comparación con el sistema de izaje convencional winche hechizo de 5HP solo se producía 15.6 TM/guardia, lo cual nos muestra un incremento de 14.64TM/guardia, se ha podido ver que el nuevo sistema de izaje es más eficiente que el sistema de izaje convencional con balde y winche hechizo de 5HP.
- La implementación del skip y la construcción de los pockets nos ha permitido reducir el personal en los frentes de avance utilizando los carros Z-20 y Z -15 para el acarreo, anteriormente se utilizaba carretillas lo cual requería más personal y poca durabilidad en su vida útil.
- El acondicionamiento del pique 90 se ha logrado en menor tiempo posible de un solo compartimiento para que pueda entrar en funcionamiento el skip una vez instalado las guiaderas.
- Se ha podido aliviar en su totalidad los problemas que presentaba el antiguo sistema de izaje ya no hay desgaste de cáncamos, platinas y horas muertas por el mismo problema que se presentaba en los momentos de izaje.
- La extracción por pique es la alternativa más económica para la profundización en Minera La Española S.A.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda extraer el mineral con skip para evitar los problemas que presentaba el antiguo sistema de Izaje.
- Para el incremento de producción se recomienda utilizar equipos de izaje diseñados adecuadamente en la extracción vertical.
- Cumplir con el programa preventivo de mantenimiento de los equipos de izaje a fin de evitar accidentes por deficiencia en los equipos.
- Implementar un intercomunicador para así evitar cualquier inconveniente con el uso del timbre.
- El pique es exclusivamente para izaje de mineral y desmonte, por lo tanto se debe evitar el tránsito de personal.
- Se recomienda capacitar a todo el personal para la extracción de mineral o desmonte en el lugar de trabajo con el procedimiento de izaje de los piques a fin de evitar cualquier incidente o accidente con los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Del Pino Ávila, D. R. (1998). *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A.* Tesis, Facultad de Ingeniería de Minas. UNA. Puno.

Medina, A. A. (2014). *Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la Mina Calpa.* Tesis, Facultad de Ingeniería de Minas. UNA. Puno.

Compumet, EIRL. (2006). *Sistemas de izaje en minería subterránea piques y winches.* Capacitación para trabajadores mineros Cerro Rico-Base Rey.

Rodríguez, V. E. & Subilete, A. R. (2013). *Optimización de los costos de operación según el Rediseño del programa de profundización del pique N°03 Mina Teresita Unidad Recuperada CIA de Minas Buenaventura S.A.A.* Tesis, Facultad de Ingeniería de Minas y Civil. UNH. Huancavelica.

Farfán, CC. R. (2015). *Proyecto de profundización del pique vertical 790 Oroya del Nivel 11 al Nivel 18 Unidad Minera Americana. CIA. Minera Casapalca S.A.* Tesis, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil. UNSCH. Ayacucho.

Prado, N. D. (2015) *Proyecto de profundización del pique vertical 650 Alex del Nivel 10 al Nivel 16 de Unidad Minera Americana. CIA. Minera Casapalca S.A.* Tesis, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil. UNSCH. Ayacucho.

Arias Calla, L. D. (2013). *Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno.* Tesis, PUCP. Lima.

Poma, J. A. (1999). *Proyecto de construcción del pique principal de Extracción entre los niveles 435 – 155 mina Casapalca.*

Berkircher, G. (1999). *Cómo seleccionar el izaje en una mina según sus necesidades*. EMJ.

Catálogo Handbook. (2000). *Cables y winches de izaje*. Armco Steel Corporation. USA

D.S. 024-2016-EM,.. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional*. Lima-Perú: Mercurio Peruano.

Zelaya, E. L. & Martínez, R. V. (2011). *Gerenciamiento en la Construcción de Proyectos de Sistema de Izaje*. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Lima.

Pimentel Casquero, V. D. (2013) *Diseño y ejecución de un pique minero en roca blanda*. Tesis, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y metalúrgica. UNI. Lima.

Guerrero, E. L. (2012). *Levantamiento Mecánico de Cargas*. ECOPETROL S. A.

Llanque M, O. & otros (2008). *Servicios auxiliares mineros, Tomo 1*. Editorial UNAP. Puno.

Ernesto Z,.. (2011). *Planeamiento integral para la ejecución del proyecto pique J.Timmers*. Volcán.

López Jimeno C. (1998), *Manual de perforación y voladura de rocas*. Madrid.

López Jimeno C. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones Mineras*. Editorial Entorno Gráfico S.L. Madrid.

Hoek & Brown. (1990). *Excavaciones subterráneas en roca*. Editorial Me Graw Hill. New York.

PROLANSA. (2005). *Cables para izaje en minería y obras civiles*. Lima.

Harmonjames, H. (1998). *Sistemas de izaje en minería*. Libro de la AIME.

EXSA, (4ta Edición). *Manual práctico de voladura*. Lima – Perú.

Camac, T. A. (2008). *Texto Guía Voladura de Rocas*. UNA. Puno.

ANEXOS

ANEXO 1. Fotos



Foto 1. Oficina principal Minera la Española S.A.
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 2. Skip en pleno izaje.
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 3. Skip sistema de volteo automático
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 4. Bocamina principal Minera la Española S.A.
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 5. Profundización del Pique Inclinado 90
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 6. Construcción de zapata para anclaje del winche
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 7. Curado de guiadera con aceite quemado
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 8. Sistema de izaje con cable carril
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 9. Cámara de izaje del pique 01
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 10. Balde para izaje con winche de 5HP
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 11. Campamento minero Minera la Española S.A.
Fuente: Minera la Española S.A.



Foto 12. Centro poblado Españolita
Fuente: Minera la Española S.A.

ANEXO 2. Planos

LAMINA 01: MODELO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL

PLANO 01: DISEÑO DEL SKIP 90 SECCIÓN LONGITUDINAL

PLANO 02: DISEÑO DEL SKIP 90 SECCIÓN TRANSVERSAL

PLANO 03: DISEÑO DEL SKIP 90 EN PLANTA

PLANO 04: ESTRUCTURA DEL SKIP 30

PLANO 05: DIMENSIONES DEL SKIP