

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Mejora de las vibraciones de los disparos, por
medio del control de parámetros de voladura,
en la veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy**

Breyner Condor Casqui
Gustavo Enrique Navarro Capaquia

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Jesus Fernando Martinez Ildefonso
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 12 de Enero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "MEJORA DE LAS VIBRACIONES DE LOS DISPAROS, POR MEDIO DEL CONTROL DE PARÁMETROS DE VOLADURA, EN LA VETA FORTUNATA, UNIDAD MINERA PARCOY", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Breyner Condor Casqui, Gustavo Enrique Navarro Capaquia, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

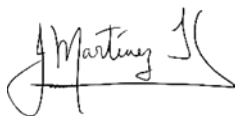
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 40) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

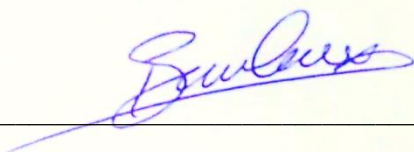
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Breyner Condor Casqui, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 75126431, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "MEJORA DE LAS VIBRACIONES DE LOS DISPAROS, POR MEDIO DEL CONTROL DE PARÁMETROS DE VOLADURA, EN LA VETA FORTUNATA, UNIDAD MINERA PARCOY", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

9 de Enero de 2024



Breyner Condor Casqui

DNI. No. 75126431

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Gustavo Enrique Navarro Capaquia, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71874187, de la E.A.P. de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "MEJORA DE LAS VIBRACIONES DE LOS DISPAROS POR MEDIO DEL CONTROL DE PARÁMETROS DE VOLADURA EN LA VETA FORTUNATA, UNIDAD MINERA PARCOY", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

9 de enero de 2024



Gustavo Enrique Navarro Capaquia

DNI. No. 71874187

MEJORA DE LAS VIBRACIONES DE LOS DISPAROS, POR MEDIO DEL CONTROL DE PARÁMETROS DE VOLADURA, EN LA VETA FORTUNATA, UNIDAD MINERA PARCOY

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	2%
2	hdl.handle.net Internet Source	1%
3	repositorio.utesup.edu.pe Internet Source	1%
4	core.ac.uk Internet Source	1%
5	idoc.pub Internet Source	1%
6	GEOSERVICE AMBIENTAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Segunda Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Parcoy-IGA0007140", R.D. N° 209-2019-MEM-DGAAM, 2020 Publication	1%
7	guzlop-editoras.com Internet Source	1%

8	alicia.concytec.gob.pe Internet Source	1 %
9	repositorio.unamba.edu.pe Internet Source	1 %
10	docslide.us Internet Source	1 %
11	Submitted to Universidad Continental Student Paper	1 %
12	es.scribd.com Internet Source	<1 %
13	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
14	1library.co Internet Source	<1 %
15	idoc.tips Internet Source	<1 %
16	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1 %
17	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	<1 %
18	repositorio.uncp.edu.pe Internet Source	<1 %
19	de.slideshare.net Internet Source	<1 %

20	repositorio.unam.edu.pe Internet Source	<1 %
21	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
22	www.scribd.com Internet Source	<1 %
23	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
24	vdocuments.es Internet Source	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1 %
26	docplayer.es Internet Source	<1 %
27	qdoc.tips Internet Source	<1 %
28	brainly.lat Internet Source	<1 %
29	repositorio.ucss.edu.pe Internet Source	<1 %
30	repositorio.uap.edu.pe Internet Source	<1 %
31	bibliotecadigital.ciren.cl	

	Internet Source	<1 %
32	www.dropbox.com Internet Source	<1 %
33	repositorio.uchile.cl Internet Source	<1 %
34	repositorio.unasam.edu.pe Internet Source	<1 %
35	repositorio.ujcm.edu.pe Internet Source	<1 %
36	dbpedia.org Internet Source	<1 %
37	doku.pub Internet Source	<1 %
38	repositorio.unu.edu.pe Internet Source	<1 %
39	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Internet Source	<1 %
40	www.centroavance.cl Internet Source	<1 %
41	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 25 (2009)", Brill, 2013 Publication	<1 %

42	baixardoc.com Internet Source	<1 %
43	stutzartists.org Internet Source	<1 %
44	www.dspace.unitru.edu.pe Internet Source	<1 %
45	www.revencyt.ula.ve Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2 words

Exclude bibliography On

ASESOR

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildfonso

AGRADECIMIENTO

A Dios.

A nuestra alma mater: Universidad Continental.

A nuestros docentes de la EAP Ingeniería de Minas por sus valiosas enseñanzas profesionales.

DEDICATORIA

Yo Breyner, dedico esta tesis, con todo cariño, a mis padres: Hermilio Córdor López y Herlinda Casqui Cahuana, quienes siempre me apoyaron económica y emocionalmente en mis estudios universitarios. Siempre tendré presente los consejos que me impartieron para seguir cumpliendo mis metas.

Yo Gustavo, dedico esta tesis a mis padres: Gustavo Navarro Orellano y Alicia Capaquia Quispe, ya que siempre me brindan el apoyo necesario, sacando el ímpetu para lograr mis objetivos y afrontar los desafíos profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
ASESOR.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxiii
CAPÍTULO I.....	25
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	25
1.1 Planteamiento y formulación del problema	25
1.1.1 Planteamiento del problema	25
1.1.2 Formulación del problema	26
1.2 Objetivos	26
1.2.1 Objetivo general	26
1.2.2 Objetivos específicos.....	26
1.3 Justificación e Importancia.....	26
1.4 Hipótesis.....	27
1.4.1 Hipótesis general.....	27
1.4.2 Hipótesis específicas	27
1.5 Identificación de las variables	27
1.5.1 Variable independiente	27
1.5.2 Variable dependiente.....	28
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables	28
CAPÍTULO II.....	29
MARCO TEÓRICO	29
2.1 Antecedentes del problema	29
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	29
2.2 Generalidades de la de la unidad minera San Cristóbal	33
2.2.1 Ubicación.....	33
2.3 Geología.....	35

2.3.1 Geología regional	35
2.3.2 Geología estructural	35
2.3.3 Geología local.....	35
2.3.4 Geología económica.....	35
2.4 Bases teóricas	36
2.3.5 Método de explotación.....	36
2.3.6 Aspectos operacionales.....	42
2.3.7 Ciclos de minado	42
2.3.8 Control de la perforación y voladura en la estabilidad del macizo rocoso	49
CAPÍTULO III.....	59
MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO	59
3.1 Método y alcances de la investigación.....	59
3.1.1 Método general o teórico de la investigación	59
3.1.2 Alcance de la investigación.....	59
3.2 Diseño de la investigación	60
3.3 Población y muestra	60
3.3.1 Población.....	60
3.3.2 Muestra	60
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos	60
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos	60
CAPÍTULO IV	62
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1 Optimización de las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	62
4.1.1 Estudio del macizo rocoso del tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	62
4.2 Desarrollar la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la veta Karina, unidad minera Parcoy	64
4.2.1 Análisis situacional de los parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	64
4.2.2 Mejora de los parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	72
4.3 Mejorar la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	83
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	87

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	90
Anexo 1. Matriz de consistencia	91
Anexo 2. Plano de los taladros largos de la unidad minera Parcoy	92
Anexo 3. Equipo de perforación de taladros largos de la unidad minera Parcoy	93
Anexo 4. Tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	94
Anexo 5. Slot VCR del Tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N. 1: Matriz de operacionalización de variables	28
Tabla 2. Ubicación y accesibilidad unidad minera Parcoy.....	34
Tabla 3. Parámetros del macizo rocoso - RMR del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	62
Tabla 4. Parámetros geológicos del Tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	63
Tabla 5. Propiedades físicas del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	63
Tabla 6. Parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	66
Tabla 7. Resumen de la relación de la desviación de taladros en función a la velocidad en la vibración del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	69
Tabla 8. Resumen del cálculo del burden y espaciamiento con los modelos matemáticos para el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	72
Tabla 9. Resumen de la desviación de taladros del Tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	78
Tabla 10. Resumen de las 4 pruebas realizada en los disparos de los taladros largos del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y accesibilidad de la unidad minera Parcoy.....	34
Figura 2. Método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado	37
Figura 3. Método de explotación convencional	38
Figura 4. Túnel Yuracyacu	40
Figura 5. Vista longitudinal de vetas en explotación.....	41
Figura 6. Ciclo de minado – perforación mecanizada (2 horas)	43
Figura 7. Ciclo de minado – perforación convencional (0.8 horas).....	43
Figura 8. Ciclo de minado – voladura en tajos mecanizados (1.2 carguío)	44
Figura 9. Ciclo de minado – voladura en tajos convencionales (0.5 carguío) ..	44
Figura 10. Ciclo de minado – limpieza mecanizado (2 horas).....	45
Figura 11. Ciclo de minado – limpieza convencional (1.5 horas)	45
Figura 12. Ciclo de minado – sostenimiento mecanizado (1 hora).....	46
Figura 13. Ciclo de minado - sostenimiento convencional (3 horas)	46
Figura 14. Ciclo de minado – acarreo con scoop.	47
Figura 15. Ciclo de minado – acarreo con dumper.....	47
Figura 16. Análisis de la velocidad de partícula y la velocidad de propagación.....	50
Figura 17. Interacción entre la onda reflejada y el sistema de fracturamiento en crecimiento	51
Figura 18. Ondas de esfuerzo en regiones lejanas de la detonación de una carga explosiva.....	52
Figura 19. Esquema de la influencia del tamaño de la carga en la fragmentación de las rocas con sistemas de fracturas.....	54
Figura 20: Integración de la onda de superficie en una región cercana a una carga cilíndrica.	56
Figura 21. Velocidad pico de la vibración calculada.....	58
Figura 22. Desviación de taladros en el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	65
Figura 23. Análisis de la vibración tras el disparo en el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	67

Figura 24. Análisis de la vibración tras el disparo en función al diseño de malla de perforación y voladura en el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	68
Figura 25. Relación de la desviación de taladros en función a la velocidad en la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	69
Figura 26. Resultado de la fragmentación del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	70
Figura 27. Análisis de la fragmentación del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	71
Figura 28. Resumen del cálculo del burden y espaciamiento del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	73
Figura 29. Diseño de la malla de perforación y voladura del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	74
Figura 30. Simulación con burden 1.2 y espaciamiento de 1.2 metros para el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	75
Figura 31. Deficiencias de los equipos de perforación simba del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	76
Figura 32. Plano de la perforación de taladros largos del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy	77
Figura 33. Taladros perforados tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.....	78
Figura 34. Mejora del análisis de la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	79
Figura 35. Mejora de la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	80
Figura 36. Mejora de la fragmentación del disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	81
Figura 37. Análisis de la mejora de la fragmentación del disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata	82
Figura 38. Análisis de la mejora de dilución de mineral roto en el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata.....	84

RESUMEN

La unidad minera Parcoy cuenta con dos tipos de roca en veta: un tipo de roca mala B con RMR de 35 a 45, esto indica que se tiene un terreno de pobre a muy pobre (P/MP) y muy fractura a medianamente fracturado (MF/IF); por otro lado, se tiene en la caja piso y techo un tipo de roca mala A, con RMR de 28 a 38.

En cuanto al análisis situacional de los 6 talaros largos disparados, se tiene un mínimo de 6 % y un máximo del 13 % lo que es deficiente, porque está por encima del estándar de desviación del 3 %. Se aprecia la desviación de taladros en promedio de 0.22 metros y de 0.63 metros, lo cual es muy deficiente. En la mejora la desviación de los 11 taladros disparados se observa un 3.1 %. Estos resultados están dentro del estándar de 3 % establecido por la empresa minera. La desviación en promedio es de 0.17 metros, lo que está dentro del estándar de desviación como máximo 15 cm.

En el análisis situacional de los 6 taladros, se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 12.2 vibraciones por segundo (VPS) y como mínimo 2.2 vibraciones por segundo (VPS), resultados muy altos en el taladro. Por otro lado, las velocidades obtenidas fueron muy variables, lo que es muy deficiente para el disparo. En la mejora de las vibraciones, se realizaron 11 taladros. Se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 350 ms y una velocidad pico partícula de 30 mm/s, siendo eficiente.

En el análisis situacional, se cuenta con un *burden* de 1.20 metros y un espaciamiento de 1.80 metros. En el disparo de las primeras filas, se tuvo como resultado de la metodología del P80 que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 12 pulgadas igual a 30 centímetros, lo que es deficiente y generan bancos en el tajeo. En la mejora según el replanteamiento óptimo para el *burden* óptimo es de 1.2 metros y para el espaciamiento es de 1.2 metros respectivamente. Tras el análisis de la metodología del P80, se visualiza que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 6.5 pulgadas igual a 16.5 centímetros, lo que es eficiente. La dilución del escenario situacional es de 13 %

en el tajeo 700 del Nivel 195 y la dilución de la situación óptima es de 9 % en el tajeo 700 del Nivel 196. El replanteo del diseño de malla de perforación y voladura ayudó a mejorar la dilución reduciendo hasta en un 4 %, lo que es muy significativo.

Palabras clave: mejora de las vibraciones de los disparos.

ABSTRACT

The Parcoy Mining Unit has two types of rock in the vein, there is a type of bad rock B with RMR of 35 to 45, this means that we have a terrain from poor to very poor (P/MP) and very fractured. to moderately fractured (MF/IF). On the other hand, the floor and roof box ha a bad rock type A, with RMR of 28 to 38.

In the situational analysis of the 6 long talaros shot, it is a minimum of 6% and a maximum of 13%, which is deficient, which is above the deviation standard of 3%. The deviation of drills is seen on average of 0.22 meters and 0.63 meters, which is very poor. In the improvement, the deviation of the 11 drills fired is 3.1%, these results are within the standard of 3%. established by the mining company, the deviation on average is 0.17 meters which is within the deviation standard of a maximum of 15 cm.

In the situational analysis of the 6 drills, the test results were a maximum of 12.2 vibrations per second (VPS) and a minimum of 2.2 vibrations per second (VPS), which is very high in the drill. On the other hand, the speeds obtained were very variable, which is very poor for shooting. In improving the vibrations, 11 drills were carried out, the test results were a maximum of 350 ms and a peak particle speed of 30 mm/sec, being efficient.

In the situational analysis, there is a Burden of 1.20 meters and a spacing of 1.80 meters in the firing of the first rows, as a result of the P80 methodology, it is seen that 80 percent of broken material passes through a 12 inch mesh equal to 30 centimeters which is deficient and also causes banks to be generated in the cutting. In the improvement according to the optimal rethinking for the optimal burden is 1.2 meters and for the spacing is 1.2 meters respectively, after the analysis of the P80 methodology, it is seen that 80 percent of broken material passes through a mesh of 6.5 inches equals 16.5 centimeters which is efficient. The dilution of the situational scenario is 13% in Survey 700 of Level 195 and the dilution of the optimal situation is 9% in Survey 700 of Level 196, the rethinking

of the drill and blast mesh design helped to improve the dilution reducing by up to 4%, which is very significant.

Keywords: Improving gunshot vibrations

INTRODUCCIÓN

La unidad minera Parcoy cuenta con dos tipos de roca en veta: un tipo de roca mala B con RMR de 35 a 45, esto indica que se tiene un terreno de pobre a muy pobre (P/MP) y muy fractura a medianamente fracturado (MF/IF); por otro lado, se tiene en la caja piso y techo un tipo de roca mala A, con RMR de 28 a 38.

En cuanto al análisis situacional de los 6 talaros largos disparados, se tiene un mínimo de 6 % y un máximo del 13 % lo que es deficiente, porque está por encima del estándar de desviación del 3 %. Se aprecia la desviación de taladros en promedio de 0.22 metros y de 0.63 metros, lo cual es muy deficiente. En la mejora la desviación de los 11 taladros disparados se observa un 3.1 %. Estos resultados están dentro del estándar de 3 % establecido por la empresa minera. La desviación en promedio es de 0.17 metros, lo que está dentro del estándar de desviación como máximo 15 cm.

En el análisis situacional de los 6 taladros, se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 12.2 vibraciones por segundo (VPS) y como mínimo 2.2 vibraciones por segundo (VPS), resultados muy altos en el taladro. Por otro lado, las velocidades obtenidas fueron muy variables, lo que es muy deficiente para el disparo. En la mejora de las vibraciones, se realizaron 11 taladros. Se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 350 ms y una velocidad pico partícula de 30 mm/s, siendo eficiente.

En el análisis situacional, se cuenta con un *burden* de 1.20 metros y un espaciamiento de 1.80 metros. En el disparo de las primeras filas, se tuvo como resultado de la metodología del P80 que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 12 pulgadas igual a 30 centímetros, lo que es deficiente y generan bancos en el tajeo. En la mejora según el replanteamiento óptimo para el *burden* óptimo es de 1.2 metros y para el espaciamiento es de 1.2 metros respectivamente. Tras el análisis de la metodología del P80, se visualiza que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 6.5 pulgadas igual a 16.5 centímetros, lo que es eficiente. La dilución del escenario situacional es de 13 %

en el tajeo 700 del Nivel 195 y la dilución de la situación óptima es de 9 % en el tajeo 700 del Nivel 196. El replanteo del diseño de malla de perforación y voladura ayudó a mejorar la dilución reduciendo hasta en un 4 %, lo que es muy significativo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

En el Perú es imperativo un incremento de la productividad en la explotación de vetas angostas; la aplicación de taladros largos es una alternativa, una de las circunstancias relevantes por el que las mineras implementan el método de minado *sublevel stoping* en vetas angostas es la producción y reservas; las reservas en cuerpos de grandes dimensiones se han reducido significativamente cuantificando mayores reservas en vetas angostas.

Uno de los principales problemas en este método es la dilución que van de 30 % - 50 % lo que hace desventajoso el método incrementando los costos operativos y es ahí donde se desarrolla esta investigación que tiene como campo de estudio la optimización de la desviación del taladro de perforación para la disminución de las vibraciones por la voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy, aplicando las estrategias para minimizar la dilución, demostrar operativa e instrumentalmente el performance de los explosivos utilizados y compartir los conocimientos y avances logrados de la interacción del explosivo según el tipo de roca que se tiene en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy, un importante factor de optimizar la desviación de taladros y reducir las vibraciones producto de la voladura.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la mejora de las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influirá la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la veta Karina, unidad minera Parcoy?
- ¿Cómo será la mejora de la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Optimizar las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la veta Karina, unidad minera Parcoy.
- Mejorar la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.

1.3 Justificación e Importancia

En la veta Fortunata, unidad minera Parcoy, se viene realizando los trabajos de perforación con taladros de diámetro de 64 mm y el diámetro de carga del taladro es igual a 64 mm, la densidad lineal de carga para taladro de 64mm es 2.70 kg/m excesiva respecto a la VOD del Examon-P en carguío a granel es en promedio 3500 m/s; en carguío mecanizado con anfoloaders es en promedio 4500 m/s, la cantidad Examon-P utilizado es de 50 kg para los 2 taladros y la rotura es de 38 t siendo el factor de potencia igual a 1.32 kg/tn, el Examon-P tiene una capacidad energética de 1003 kCal/kg lo que significa que el Factor de energía es 16.1 MJ/m³

cabe señalar que para la rotura se requiere únicamente entre 5 a 10 MJ/m³ por lo tanto hay un exceso de energía.

En esa misma proporción, la transferencia de energía en el taladro de producción (caja piso) supera en 59 % respecto a la entrega de energía de los taladros de control (caja techo); en ambos casos la entrega de energía aun es excesiva, los altos niveles de vibración preacondicionan la roca remanente reduciendo los tiempos de autosoporte generando dilución.

La unidad minera Parcoy aplica las estrategias para minimizar la dilución, demostrar operativa e instrumentalmente el performance de los explosivos utilizados y compartir los conocimientos y avances logrados de la interacción del explosivo según el tipo de roca que se tiene en la unidad minera Parcoy de la veta Karina, un importante factor de optimizar la desviación de taladros y reducir las vibraciones producto de la voladura.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La mejora de las vibraciones de los disparos es factible y viable por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy

1.4.2 Hipótesis específicas

- La metodología del análisis de vibraciones por la voladura es factible y viable para mejorar la fragmentación en la veta Karina, unidad minera Parcoy
- La mejora de la dilución del mineral es factible y viable por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

1.5 Identificación de las variables

1.5.1 Variable independiente

Vibraciones de los disparos

1.5.2 Variable dependiente

Parámetros de voladura

1.5.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I: Vibraciones de los disparos	Es la minimización e monitoreo, modelamiento y análisis de las vibraciones producidas por la voladura. Es un estado de esfuerzos inducido en el macizo rocoso producido por la detonación de los taladros cargados con explosivo, resultando en la fragmentación de la roca.	<p>Evaluación de la caracterización geomecánica</p> <p>Evaluación de las vibraciones por la voladura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Índices RMR, RQD y Q del macizo rocoso • Familias de discontinuidades • Parámetros de las discontinuidades • Registro de la VPP (Milímetros por segundo) • Carga operante de la voladura (Kilos de explosivo por retardo.) • Factor de velocidad (K) • Factor de atenuación (α)
V.D: Parámetros de voladura	Es la reducción de las desviaciones de los taladros perforados, está relacionado al tipo de roca a perforar, a las fallas y discontinuidades que generan el desvío del taladro, y al factor operativo del equipo de perforación y el diseño de malla de perforación y voladura.	Control de parámetros de voladura	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de desviación de taladros (cm) • Error de posicionamiento del equipo manual • Error de alineamiento del equipo manual • Error del emboquillado del equipo manual • Error en la percusión del equipo manual • Error en el avance del equipo manual. • Factor de carga (kg/m³) • Factor de potencia (kg/ton) • Factor de carga por metro lineal (Kg/m)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

a) Tesis titulada: “*Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en sublevel stoping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca-Unidad Americana.2016*” realizada en la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para determinar las menores longitudes de perforación de taladros para disminuir la desviación de taladros largos en 5 % para bancos de producción de 20 metros de altura en *sublevel stoping* con equipos de perforación Simba H1254 en el cuerpo Casapalca 4, en el nivel 11- 11A en la mina Casapalca-Unidad Americana (1). Además, la metodología tiene las siguientes características (1):

- Determinamos que la prueba de hipótesis de las medias de nuestra variable respuesta desviación de los taladros tiene significancia a nuestro factor de estudio longitudes de perforación de taladros de producción (1).

- Identificamos que las longitudes de perforación de taladros de producción como mejor escenario que minimiza la desviación de los taladros es de 8 metros perforados negativos y 12 metros perforados positivamente que se obtiene desviaciones de 0.26 m y 0,45m respectivamente (1).

- Determinamos también que los escenarios de longitudes perforadas de 20 metros arrojan mayores desviaciones de taladros, en este caso con desviaciones de 1.33 m (1).
- Determinamos que en los taladros perforados de 20 metros de longitud se tiene una desviación promedio de 6,6 % estando en el rango de desviación mala (1).
- Para los taladros de 12 metros se obtuvo una desviación promedio de 3.71 % estando en el rango de desviación permisible. Así como para los taladros de 8 metros se obtuvo una desviación promedio de 3.21 % estando también en el rango de desviación permisible (1).
- Determinamos con la práctica que a mayor longitud de perforación mayor es la desviación del taladro perforado. Dicho inversamente, a menor longitud de perforación menor será la desviación del taladro perforado (1).

b) Tesis titulada: *“Reducción del daño inducido al macizo rocoso mediante monitoreo, modelamiento y análisis de vibraciones por voladuras en el bypass 179. Compañía Minera Kolpa S.A.”* realizada en la facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para experimentar el proceso de reducción del daño inducido al macizo rocoso mediante monitoreo, modelamiento y análisis de vibraciones por voladuras en el *bypass* 179. Compañía Minera Kolpa S.A. (2). Además, la metodología tiene las siguientes características (2) :

- El daño en el macizo rocoso se redujo y controló mediante el monitoreo, modelamiento y análisis de vibraciones de las voladuras en el *bypass* 179 de la Compañía Minera Kolpa S.A. Para el monitoreo, se ubicó sismógrafos a determinadas distancias de la voladura, en cuando al modelamiento se logró determinar el comportamiento de las vibraciones para cada tipo de explosivo adecuado y finalmente en el análisis de vibraciones se determinó el explosivo adecuado que genera menor daño en las voladuras de contorno (2).

- Los resultados de la investigación muestran que se construyeron los modelos predictivos para el control de daño en el macizo rocoso realizando monitoreo y análisis de vibraciones para los explosivos en estudio (2).

Anfo con carga continua y acoplado $VPP = 492.46(D \sqrt{W}) - 1.597$ con un grado de confiabilidad de 90% (2).

Emulnor 1000 1 ¼" x 12" con carga continua $VPP = 737.26(D \sqrt{W}) - 1.542$ con un grado de confiabilidad del 91.25% (2).

Emulnor 1000 1 ¼" x 12" con carga espaciada $VPP = 582.46(D \sqrt{W}) - 1.497$ con una confiabilidad del 99.5% (2).

Famecorte E-20 1 1/16" x 20" con carga desacoplada $VPP = 158.82(D \sqrt{W}) - 1.215$ con una confiabilidad del 81.68% (2).

Asimismo, en las pruebas de voladuras realizadas en el *bypass* 179 de la Compañía Minera Kolpa S.A, se determina que el modelo predictivo del Famecorte E-20 controla el daño en el macizo rocoso, ya que este genera menor daño por tener el menor factor de velocidad con respecto a los demás explosivos KE1000 Corrido >KE1000 Espaciado>KAnfo>KFamecorte E-20 (2).

- Los datos estadísticos muestran que aplicando los modelos predictivos mediante la ley de atenuación y la función de regresión en campo lejano aplicando los criterios de daños en función de la velocidad pico partícula crítica (VPPc) (2).

c) Tesis titulada: "*Efecto de las vibraciones generadas por voladura de una Empresa Minera, en las Viviendas del Caserío de Pílancones, 2019*" realizada en la facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte. El objetivo del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para determinar la influencia de las vibraciones generadas por voladura de una empresa minera, en las viviendas del Caserío de Pílancones, 2019 (3). Además, la metodología tiene las siguientes características (3):

- El trabajo se realiza en las operaciones unitarias, donde están implicados desde un obrero hasta el superintendente, ya que todos tienen el mismo fin de realizar

la perforación y voladura de manera correcta y sin incidentes en avance y producción (3).

- Diseñar una malla de perforación y voladura en base a las clasificaciones geomecánicas permite optimizar la distribución de energía con mucha más precisión que de manera común o empleando otros modelos matemáticos (3).
- El diseño y marcado de malla de perforación, así como el uso de guidores en las diferentes labores son el punto de inicio de una buena voladura y por consecuencia tener un material cuya granulometría es la óptima (3).
- Al optimizar estas operaciones unitarias y tener un material mejor fragmentado facilita la limpieza, carguío, acarreo, transporte y molienda del material (3).

d) Tesis titulada: "*Estudio de vibraciones para la selección de explosivo óptimo en la unidad operativa Selene - Compañía Minera Ares S.A.C. filial de Hochschild*", realizada en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El **objetivo** del estudio fue aportar una metodología experimental apropiada para seleccionar el explosivo óptimo mediante el estudio de vibraciones en la Unidad Operativa Selene - Compañía Minera Ares S.A.C. filial de Hochschild. (4). Además, la metodología tiene las siguientes características (4):

- En la prueba de hipótesis, por la cantidad de muestras realizadas, es decir por la cantidad de voladuras realizadas en los tres frentes (1 sola voladura por frente), la desviación estándar esta entre 1579.8333 y 246.3234, lo ideal sería realizar más voladuras para tener una desviación menor. A razón de esto se Rechaza la hipótesis nula en ambos casos, es decir con la dinamita y la emulsión, pero también observamos que el estadístico de prueba es de -0.818 con la dinamita y 2.72 con la emulsión, en ambos casos no sobrepasa el punto de corte que es 2,92, entonces lo ideal es usar la dinamita. Esto es la conclusión en referencia a las vibraciones y fracturas que causarían en el macizo rocoso, es importante considerar otros factores como el costo de cada uno, también, la ventilación ya que es determinante para la elección del mejor elemento para la voladura (4).

- A pesar del menor costo por caja de las Emulsiones (\$52.65) en comparación con las dinamitas (\$55.78), al obtener el costo de cada cartucho, encontramos que la dinamita es más barata (0.19 \$/cart en comparación con la emulsión que es de 0.25 \$/cart), esto es debido al número de cartuchos que viene por caja. Además, en ambos casos se carga con la misma cantidad de cartuchos por taladro lo que hace que el costo por frente sea mayor con emulsión a pesar de haber reducido taladros. Siendo el costo en explosivos del frente con dinamita más barato (33.80 \$/Tj) que con emulsiones (38.90 \$/Tj) (4).
- En la aplicación de taladros largos, en base a estos estudios y parámetros geomecánicos, se propuso el diseño de carguío en el que se menciona el uso de *decks* intermedios el cual reduce el factor de carga, minimizando la vibración y por ende el daño a la roca creando un ambiente de trabajo seguro para los equipos. Asimismo, buscamos minimizar la dilución presente en este tipo de explotación (4).
- Las vibraciones producidas por las voladuras y el conocimiento de las propiedades geomecánicas del macizo rocoso, permiten estimar la probabilidad de ocasionar daño en dicho macizo. Los altos niveles de vibración pueden dañar la roca, produciendo fracturas nuevas o extendiendo y dilatando fracturas existentes. La vibración en este contexto puede ser considerada como un esfuerzo o deformación del macizo rocoso (4).

2.2 Generalidades de la de la unidad minera San Cristóbal

2.2.1 Ubicación

La unidad minera Parcoy se ubica en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de la Libertad, sus coordenadas geográficas son:

- ✓ 77° 36' longitud oeste. (5).
- ✓ 08° 00' latitud sur. (5).

A una altitud de 2600 a 4100 m s. n. m.

Tabla 2. Ubicación y accesibilidad unidad minera Parcoy

Ruta 1	Distancia (km)	Vía aérea	Tiempo aproximado (h)
Lima al aeropuerto de Pías	400	Aeropuerto Jorge Chávez hasta de la ciudad de Lima vía aérea hasta al aeropuerto de Pías.	1 hora y 20 minutos.
Ruta 2	Distancia (km)	Vía terrestre	Tiempo aproximado (h)
Lima a la ciudad de Chagual	557	De la ciudad de Lima por la carretera panamericana.	7 horas
Trujillo a la ciudad de Chagual	340	De la ciudad de Trujillo Carretera Industrial Laredo <u>Samne</u> , hasta llegar a la Ciudad de Chagua.	9 horas
De la ciudad de Chagual a Parcoy	60	De la ciudad de Chagual por la carretera sur, hasta llegar a Unidad Minera Parcoy	2 horas

Tomada de unidad minera Parcoy (5)

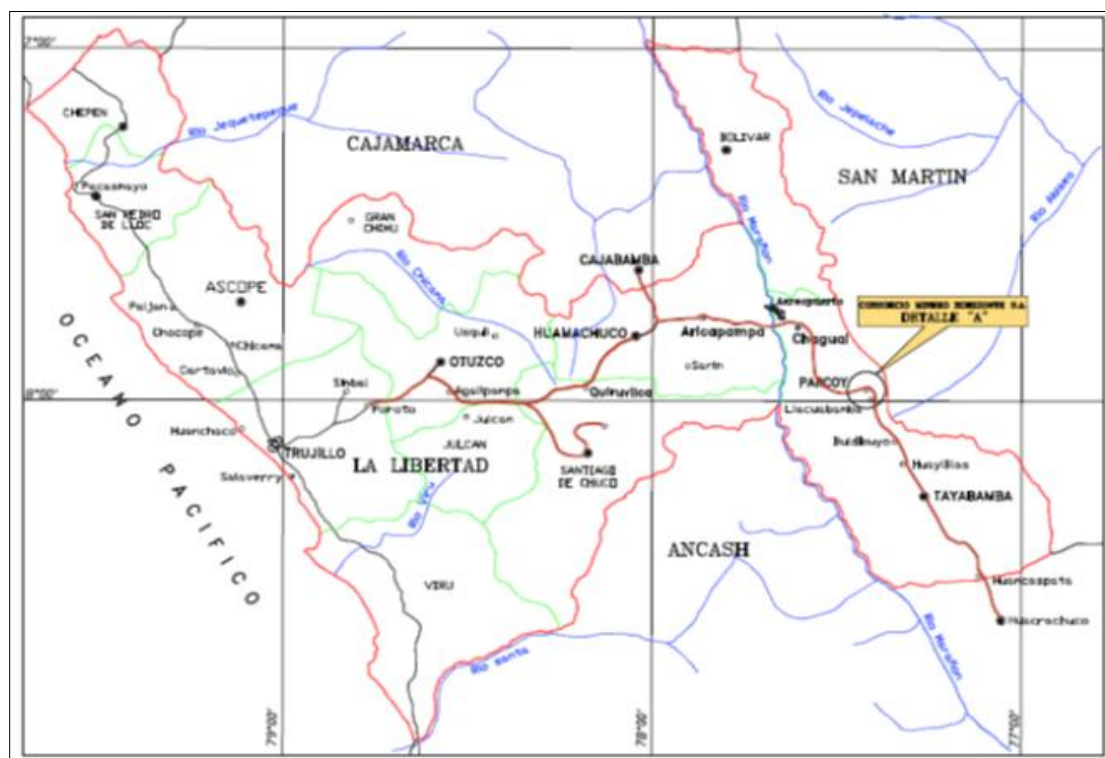


Figura 1. Ubicación y accesibilidad de la unidad minera Parcoy Tomada de unidad minera Parcoy (5)

2.3 Geología

2.3.1 Geología regional

- **Geomorfología**

La principal filtración está delineada por el río Parcoy, que se desvía hacia el oriente superior pasando por la laguna de Pías para luego desembocar en el río Marañón, que finalmente llega al río Amazonas. (6)

- **Litología**

Localmente, la geografía de la región está abrumada por tres cinturones: el sótano de tormentas precámbrico del complejo del Marañón hacia el este, el batolito carbonífero de Pataz y las capas retorcidas del Pérmico-Cenozoico hacia el oeste (6).

2.3.2 Geología estructural

La zona minera ha sido impactada por las diferentes ocasiones estructurales de los últimos 300 millones de años, dando lugar a una intrincación primaria excepcionalmente revisada. No presenta áreas de potencia serias para el presente, por lo que se acepta que la élite se inmiscuyó en una zona extensional.

Las potencias estructurales comenzaron deficiencias de cizallamiento con el desarrollo sinistral por lo general. Las vetas de cizalla muestran espejos de cizalla con estrías en diferentes cabeceras y están en su mayor parte limitadas por pequeñas capas de panissima (6).

2.3.3 Geología local

CMHSA tiene sus labores mineras en un área de 400 ha, dicha operación se desarrolla íntegramente dentro del batolito Pataz. Se estima más de 80,000 m de labores mineras realizadas entre antiguas y modernas, tanto horizontales como verticales (6).

2.3.4 Geología económica

Las vetas son comúnmente orogénicas, compuestas por rellenos de grietas donde gana la afiliación "cuarzo-pirita-oro", así como otros minerales relacionados

en magnitudes más modestas como clorita, sericita, calcita, ankerita, galena y esfalerita (6).

Según la paragénesis del yacimiento, primero tenemos el emplazamiento de cuarzo, pirita y arsenopirita, estos minerales experimentaron craqueo sólido y microfracturación; luego tenemos una ocasión de oro local y medidas menores de sulfuros finos (Zn, Cu, Pb o Ag), estos rellenaron microfracturas particularmente en pirita y cuarzo o se salvaron cerca de este sulfuro. La pirita es el mineral huésped fundamental para la mineralización de oro en las vetas (6).

2.4 Bases teóricas

2.3.5 Método de explotación

El método de explotación es de corte y relleno ascendente, mecanizado y convencional. En el mecanizado se aplica el relleno detrítico y relleno hidráulico, mientras que, en el convencional, solo el relleno hidráulico (7).

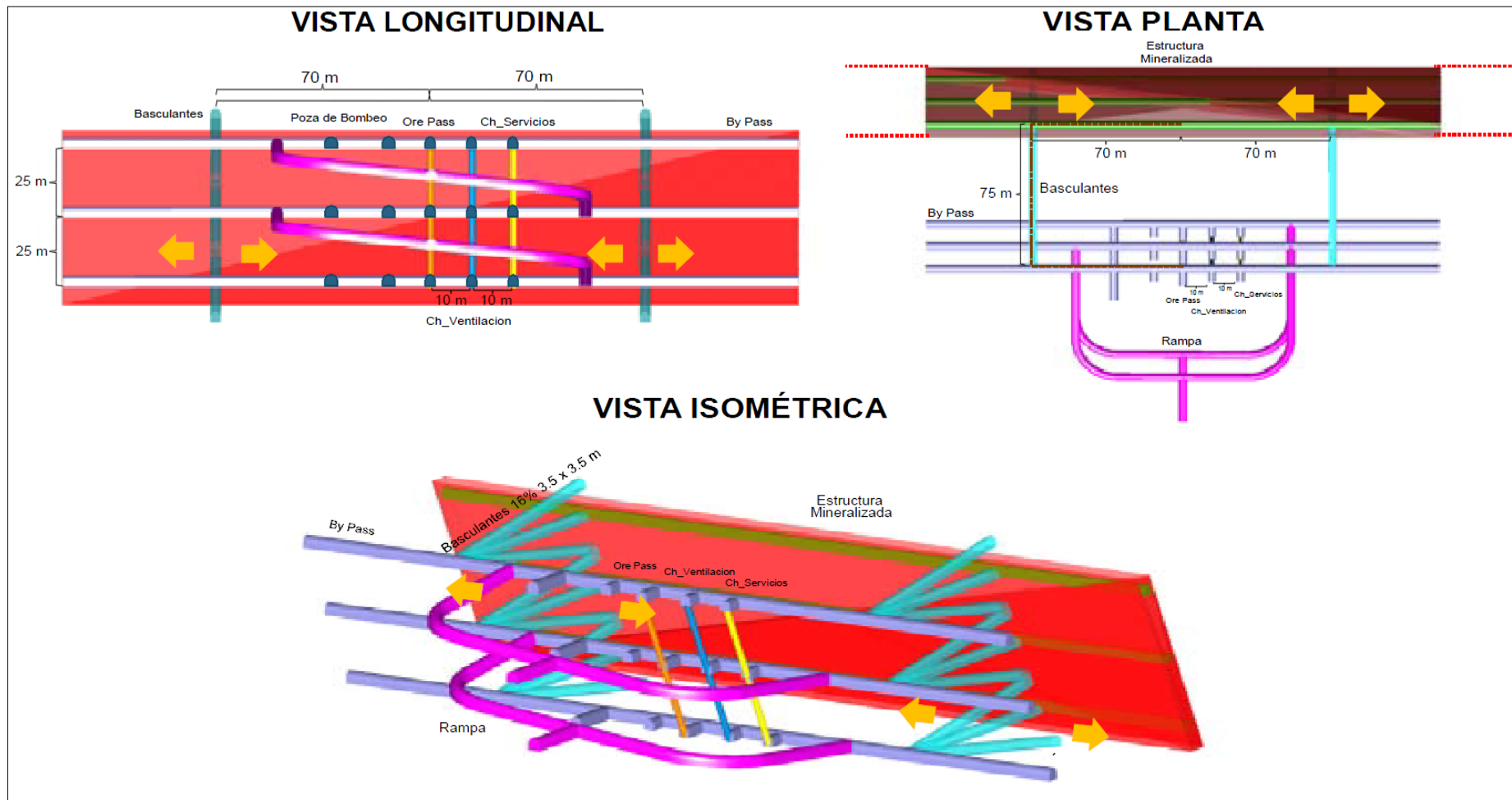


Figura 2. Método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado
 Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

La limpieza de mineral en los tajos se efectúa con scoop de dimensiones variables de acuerdo con la potencia de la veta (1.5 yd³ a 4 yd³) y en tajos convencionales con winches de arrastre eléctricos (7).

Para el acarreo se utilizan scoop de 4 yd³, *dumper* 12 t y 15 t para la extracción se usan volquetes de 15 m³ (7).

En lo que respecta a la perforación, esta se realiza en forma horizontal (perforación en breasting), solamente en chimeneas se perfora verticalmente (7).

Para la perforación se usa jumbos electrohidráulicos y Jackleg y los taladros son de 14 pies y 6 pies de profundidad (7).

Para la voladura, se utiliza la dinamita, después de los disparos se ventila los frentes, se desata y para luego proceder a la limpieza de mineral roto, luego según la calidad de roca se sostiene con shotcrete de 2" o 4" pulgadas con fibra metálica y pernos split set, hydrabolt, expanda bolt, pernos helicoidales (7).

a) Estrategias

- ✓ El plan de minado a corto plazo está programado en forma mensual de acuerdo con las reservas probadas y probables, así como los recursos (7).
- ✓ De acuerdo con el plan de producción se ha considerado un promedio de 1,700 t/día a tratar (7).
- ✓ Preparación de la mina en forma sostenida, de modo que nos permita cumplir con lo programado (7).
- ✓ El diseño de la mina se realiza con el software minero mine sight (7).

b) Proyectos

- ✓ Ejecución de proyecto de túnel Yuracyacu (7).
- ✓ Ejecución de proyecto de sistema de ventilación principal (7).
- ✓ Ejecución del proyecto ore sorting (7).

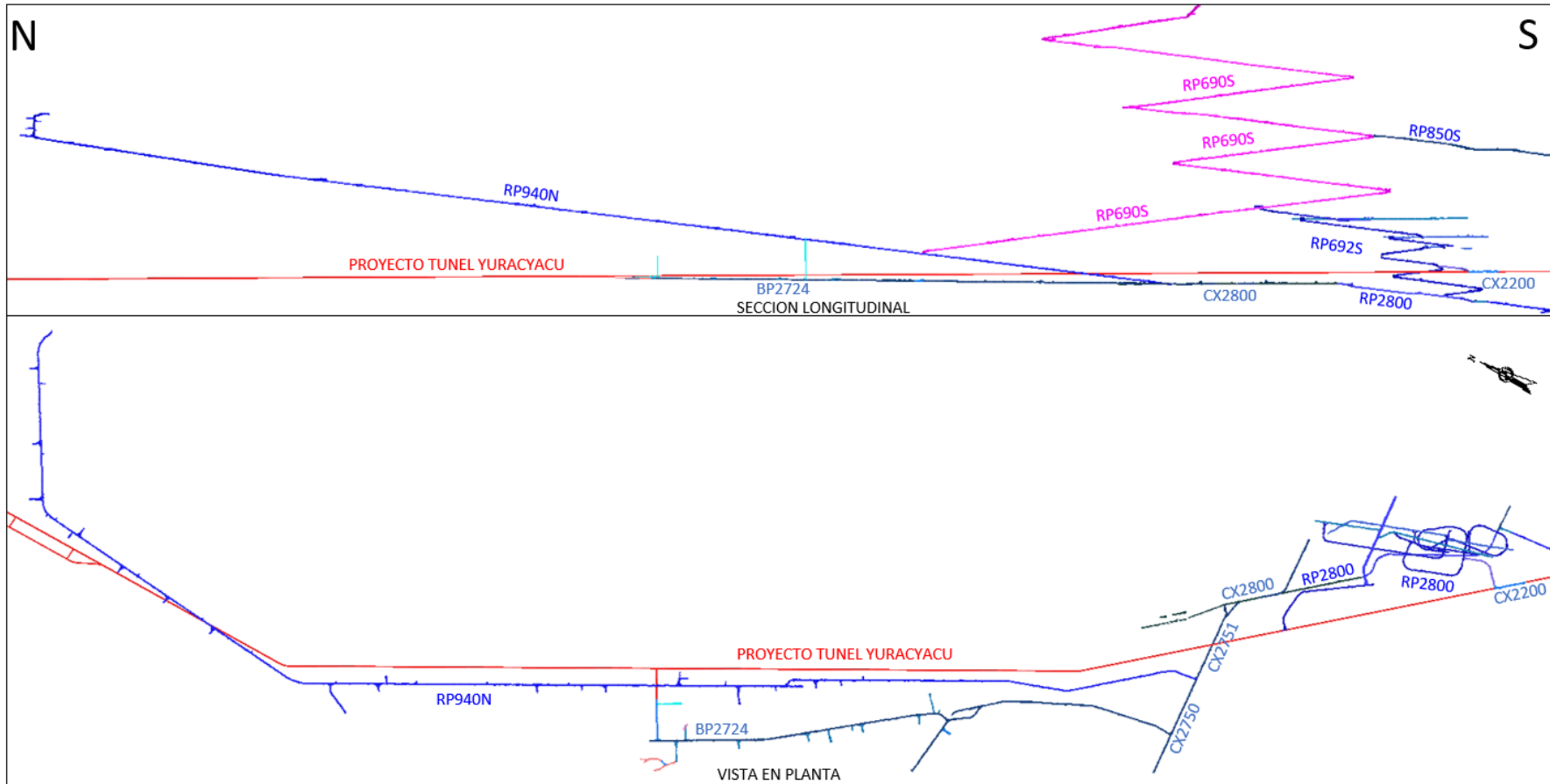


Figura 4. Túnel Yuracyacu

Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

c) Explotación

La unidad operativa Parcoy tiene programado la explotación de las siguientes vetas: Milagros, Rosa, Lourdes, Candelaria y Encanto (7).

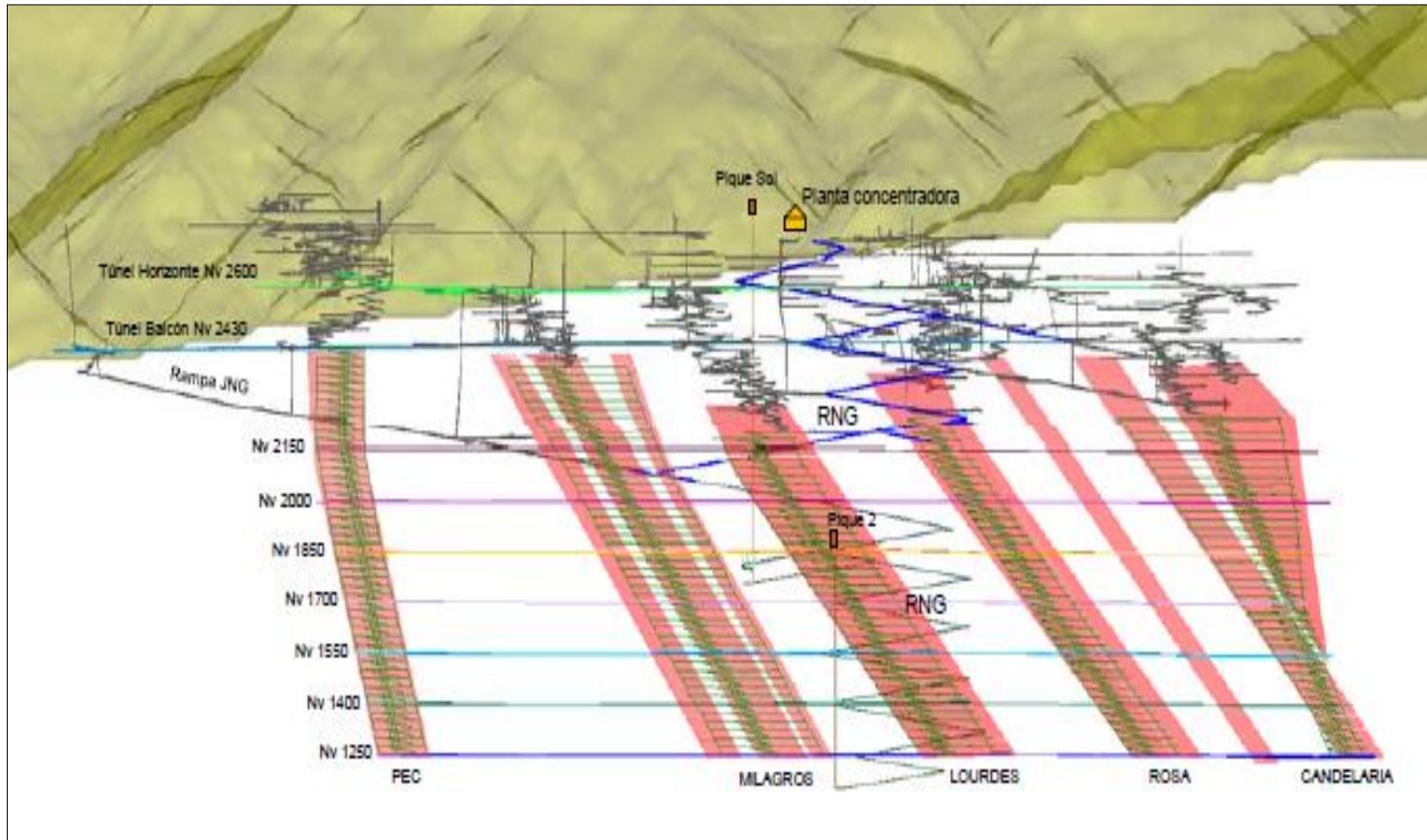


Figura 5. Vista longitudinal de vetas en explotación.
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

2.3.6 Aspectos operacionales

- ✓ Métodos de explotación: corte y relleno ascendente con relleno detrítico e hidráulico (7).
- ✓ Perforación: perforación en breasting con jumbo electrohidráulico (7).
- ✓ Voladura: se utiliza dinamitas semexa 45 %, exsablock, cordón detonante, como accesorios de voladura se utiliza el carmex y mecha rápida (7).
- ✓ Sostenimiento: con pernos helicoidales, split set, hydrabolt, expandabolt, cuadros de madera, relleno detrítico e hidráulico y shotcrete de 2 y 4 pulgadas (7).
- ✓ Limpieza: con scoop diésel de 4 y 6 yd³, y para el acarreo scoop de 4 y 6 yd³, dumper de 12 a 15 t (7).
- ✓ Transporte: el transporte de mineral y desmonte se efectúan con volquetes de 23 y 32 t de capacidad (7).
- ✓ Relleno Hidráulico: para el relleno hidráulico se tiene una planta en superficie donde se prepara el relleno y se envía mediante tuberías a los tajos (7).
- ✓ Producción: 1,700 t/día, ley de Au de 5.67 g/t (7).
- ✓ Sistema de trabajo: 20 x 10 (20 días de trabajo por 10 días de descanso con tres grupos de trabajo) (7).

2.3.7 Ciclos de minado

a) Perforación

La perforación en los tajos mecanizados es en *breasting* y se realiza con jumbos electrohidráulicos donde se usan barras de dimensiones que van de 10 a 12 pies de longitud, el diámetro de perforación varía entre 38 a 45 mm con un *burden* y espaciamiento de 0.80 – 1.00 m. y la perforación en tajos convencionales es en breasting y se realiza con máquinas Jack leg, se usan barras de 4 y 6 pies, el diámetro de broca es de 38 mm (7).

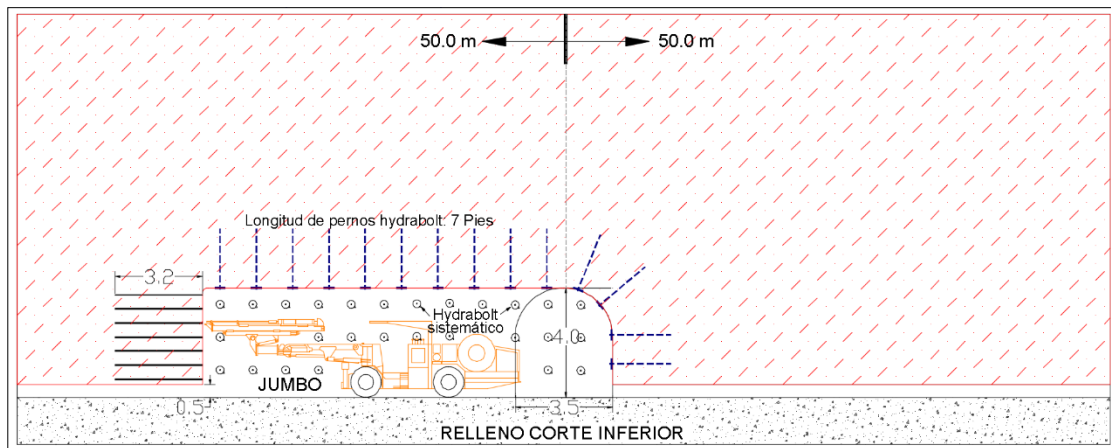


Figura 6. Ciclo de minado – perforación mecanizada (2 horas)
 Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

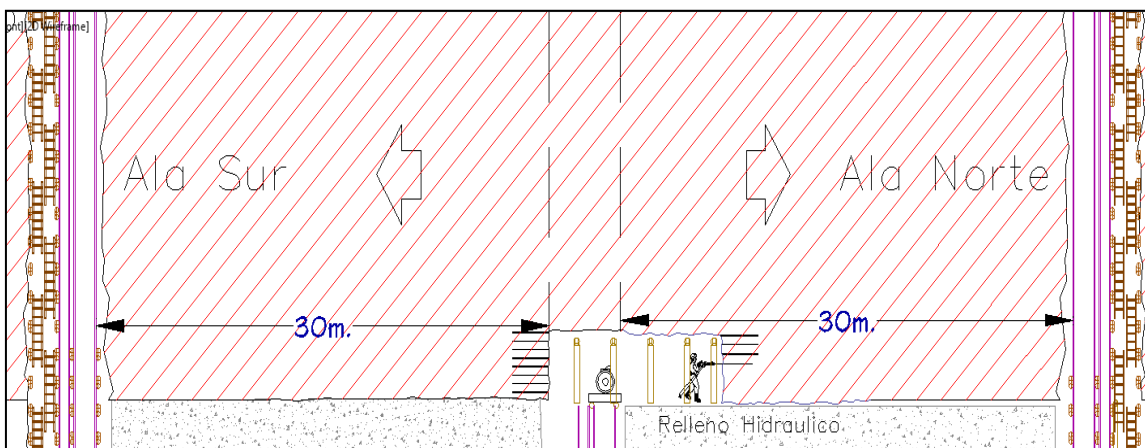


Figura 7. Ciclo de minado – perforación convencional (0.8 horas)
 Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7).

b) Voladura

Culminado el proceso de perforación se realiza el carguío, para esto se utiliza como explosivo la dinamita (Semexsa 45% y Exsablock) y como accesorios cordón detonante, detonador no eléctrico (Exsanel), mecha lenta (Carmex) y mecha rápida. Los taladros de producción se cargan con Semexsa 45 % y los taladros de contorno con Exablock, con el objetivo reducir la sobre excavación y los daños a la roca circundante (7).

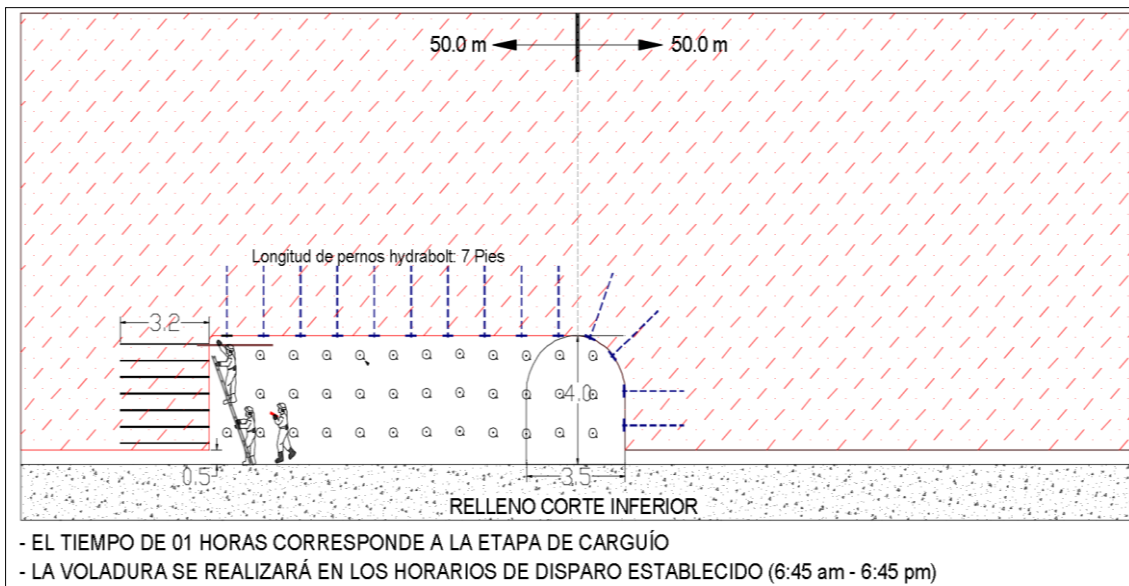


Figura 8. Ciclo de minado – voladura en tajos mecanizados (1.2 hora de carguío)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

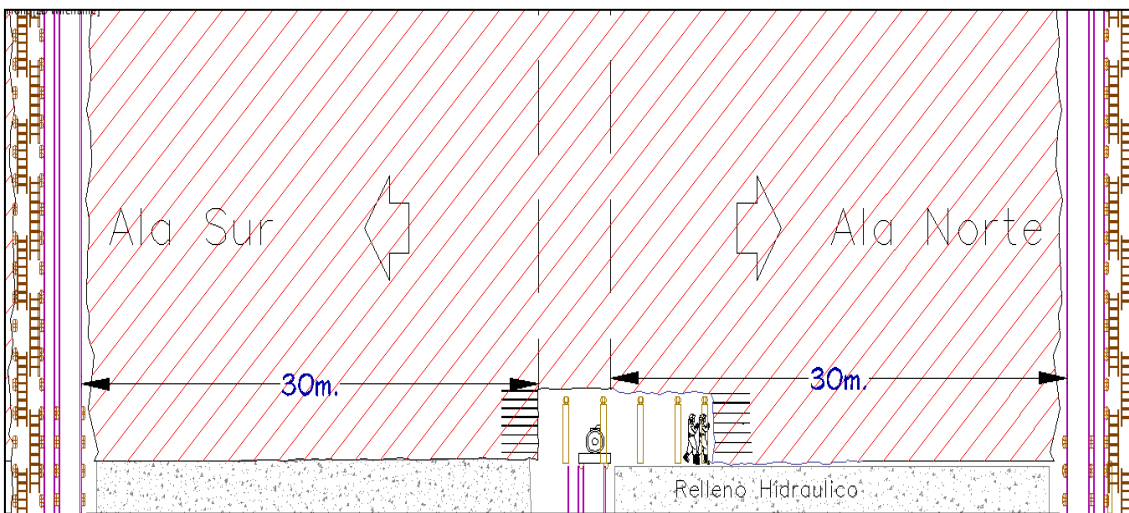


Figura 9. Ciclo de minado – voladura en tajos convencionales (0.5 hora de carguío)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

c) Limpieza

La operación de limpieza en los tajos mecanizados se realiza con scoop diésel de 4 yd³ los cuales evacuan el mineral directamente al ore pass que está en el bypass de acceso (7).

También se acumula carga en cámaras de acumulación, los cuales son cargados a volquetes con el scoop diésel de 4 yd³ (7).

En tajos convencionales la limpieza es con winches 15 y 20 HP y rastras.

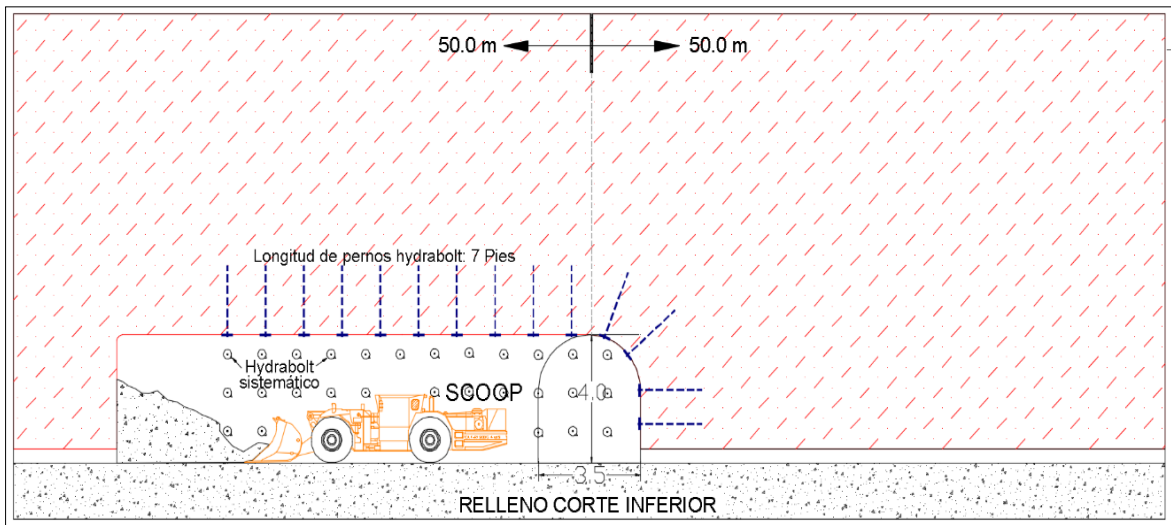


Figura 10. Ciclo de minado – limpieza mecanizado (2 horas)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

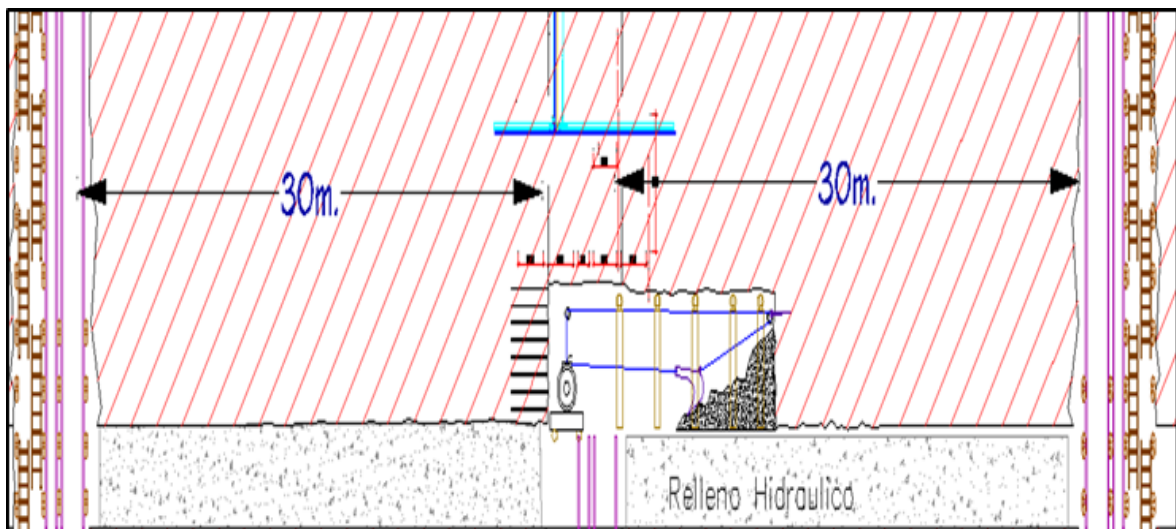


Figura 11. Ciclo de minado – limpieza convencional (1.5 horas)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7).

d) Ventilación

Para la ventilación auxiliar se usan ventiladores de 30,000CFM, 45,000CFM y 60,000CFM como inyectoras de aire limpio a labores ciegas. El aire es direccionado hacia los frentes mediante mangas de ventilación de diferentes diámetros de acuerdo con la sección de la labor y al requerimiento de cada labor. El detalle del sistema de ventilación se encuentra en el numeral 6, diseño detallado del sistema de ventilación (7).

e) Sostenimiento

El sostenimiento de los tajos se realiza de acuerdo con la clasificación geomecánica del macizo rocoso, utilizando shotcrete por vía húmeda y pernos split set, pernos helicoidales, cuadros de madera, pernos hydrabolt y expandabolt según la función de la labor si serán labores temporales o labores permanentes (7).

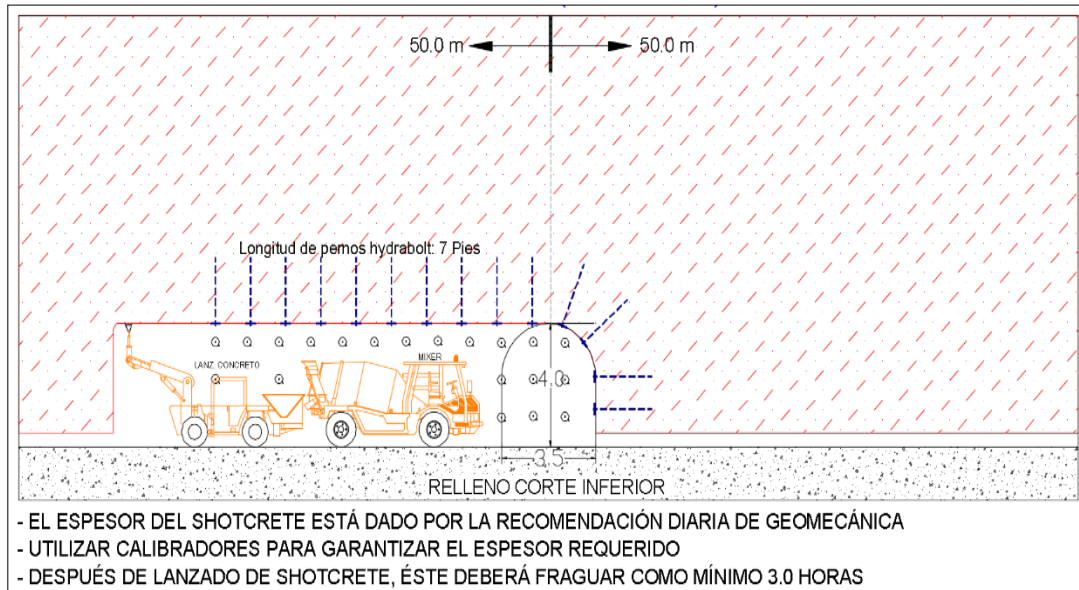


Figura 12. Ciclo de minado – sostenimiento mecanizado (1 hora)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

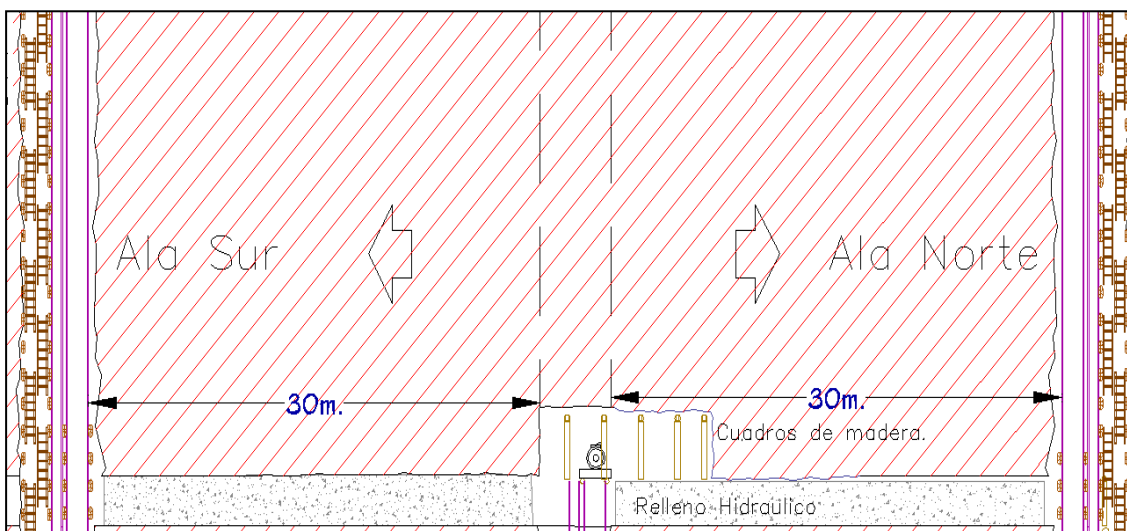


Figura 13. Ciclo de minado - sostenimiento convencional (3 horas)
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

f) Acarreo

El acarreo es mediante scoop diésel de 4 yd³ y/o con dumper de 12 y 15 T. El mineral acumulado en las cámaras destinadas para este fin es cargado a volquetes con scoop diésel de 4 yd³ (7).

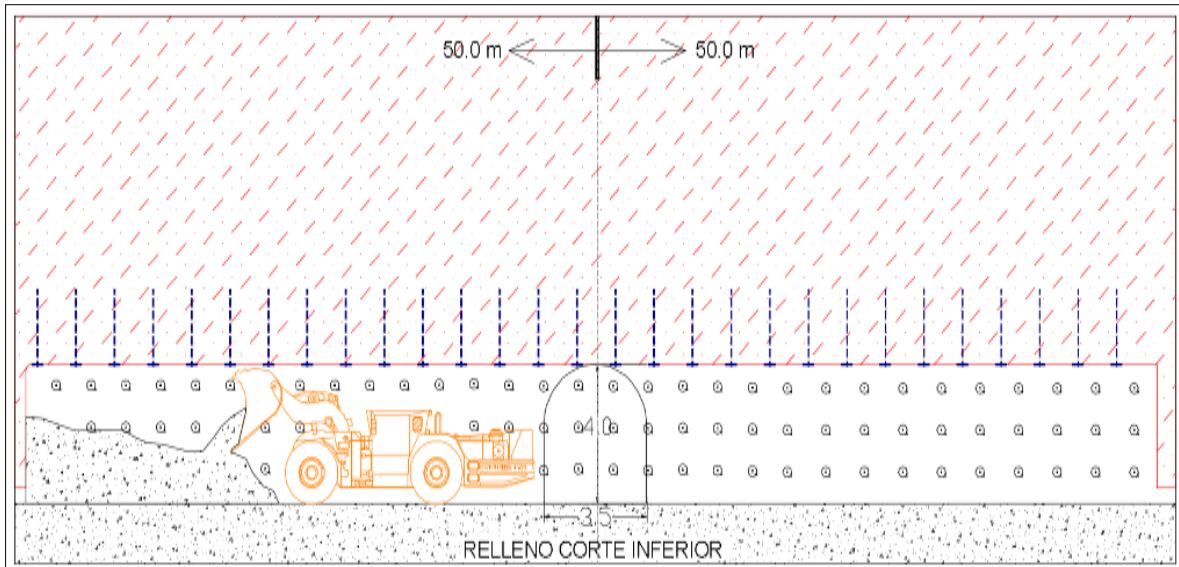


Figura 14. Ciclo de minado – acarreo con scoop.
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

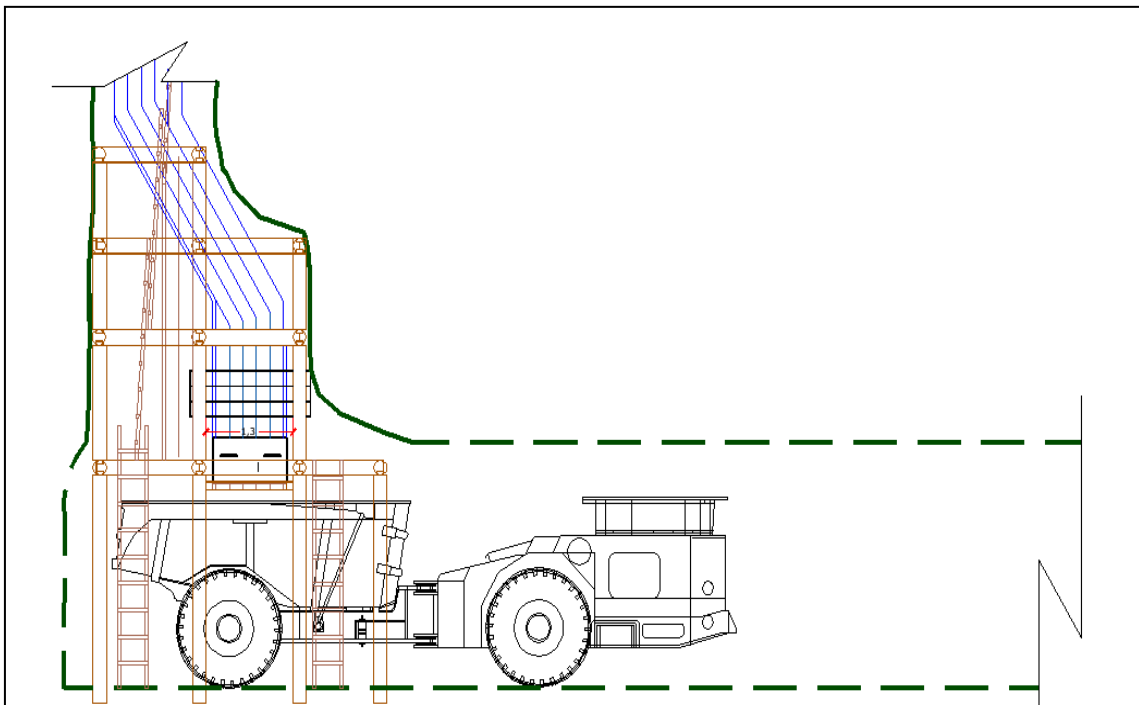


Figura 15. Ciclo de minado – acarreo con dumper
Tomada del Departamento de Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S. A. (7)

g) Transporte

El mineral acumulado en las cámaras de acumulación es cargado a los volquetes mediante un scoop, mientras que el mineral que se encuentra en los echaderos es descargado a través de su tolva hacia los volquetes (7). El mineral en los volquetes es transportado hacia la planta de beneficio ubicada en superficie. Se utilizan volquetes de 23 y 32 toneladas de capacidad (7).

h) Relleno

El relleno de los tajos se realiza con relleno hidráulico con relave clasificado de planta de beneficio (7).

El relleno hidráulico es bombeado desde la planta de relleno, ubicada en superficie, mediante la bomba Feluwa y enviado hacia los tajos mediante tuberías HDPE de 4 pulgadas de diámetro, instaladas desde superficie hacia interior mina, para su distribución a los tajos (7).

El relleno detrítico proviene del desmonte producido por las labores de preparación y desarrollo (7).

i) Servicios auxiliares

✓ Aire comprimido

El aire comprimido es generado por cuatro compresoras de 1,200 a 1,500 CFM alcanzando juntas una capacidad instalada de 5,435 CFM concentradas en superficie más una compresora de 1,000 CFM de capacidad como stand by (7).

✓ Agua

La presión del agua a la que trabaja es de 2 a 6 bares empleando rompe presiones en zeta para bajar la presión en algunas zonas (7).

El requerimiento de agua está basado en el volumen de agua a utilizar en la fase de explotación por los siguientes consumos:

- Consumo de agua de perforación (7)
- Consumo de agua para sostenimiento (7)
- Consumo de agua para servicios (7)

2.3.8 Control de la perforación y voladura en la estabilidad del macizo rocoso

Se deben considerar las ideas adjuntas para controlar la penetración y el impacto, y la resistencia del macizo rocoso.

- **Las vibraciones**

La aplicación instantánea de estas presiones muy elevadas en las paredes del taladro simula un choque o golpe brusco, provocando en cada punto del macizo deformaciones axiales y tangenciales en diferentes direcciones, produciendo la rotura del macizo en sus proximidades (8).

- **Los tipos de ondas**

Con respecto a las ondas producidas en las vibraciones, se dice que la maravilla de las vibraciones a causa del impacto de los disparos intenta ser retratada por algunas condiciones de estilo antiguo de las ondas versátiles, sin embargo, a pesar de que hasta la fecha es el modelo mejorado más apropiado para la investigación de esta maravilla, estas estimaciones no son absolutamente sólidas a causa de cuestiones específicas como el debilitamiento, la dispersión, la superposición y el cambio de frecuencia que suelen aparecer (8).

Dentro de esta reunión tenemos las ondas Rayleigh (R), que inician movimientos circulares en el plano donde proliferan y tienen el impacto de la presión, la dilatación y el cizallamiento; y las ondas Love (L), su velocidad es muy parecida a la de las ondas R y similarmente inician movimientos curvos. Los frentes de cada una de las ondas tienen una forma alternativa, las ondas P se propagan por pisadas y compresiones progresivas del medio, y en este momento llegan a una superficie libre o cambian el medio donde se encontraban, afectadas por esta rotura, pasan por la maravilla de la reflexión y refracción iniciando las ondas S (8).

- **Velocidad de partícula**

Comparable a la velocidad de la molécula, llamada también velocidad de la molécula superior, es importante comprender que existe un desprendimiento

entre las ideas de engendramiento (velocidad con la que la vibración prolifera a través de un medio) y de velocidad de la molécula (aquella comparativa con los movimientos experimentados por la molécula, vigorizada por la entrada de la onda de energía vibracional) (8).

La figura adjunta muestra de forma inequívoca la distinción entre los significados de proliferación y de partícula (8).

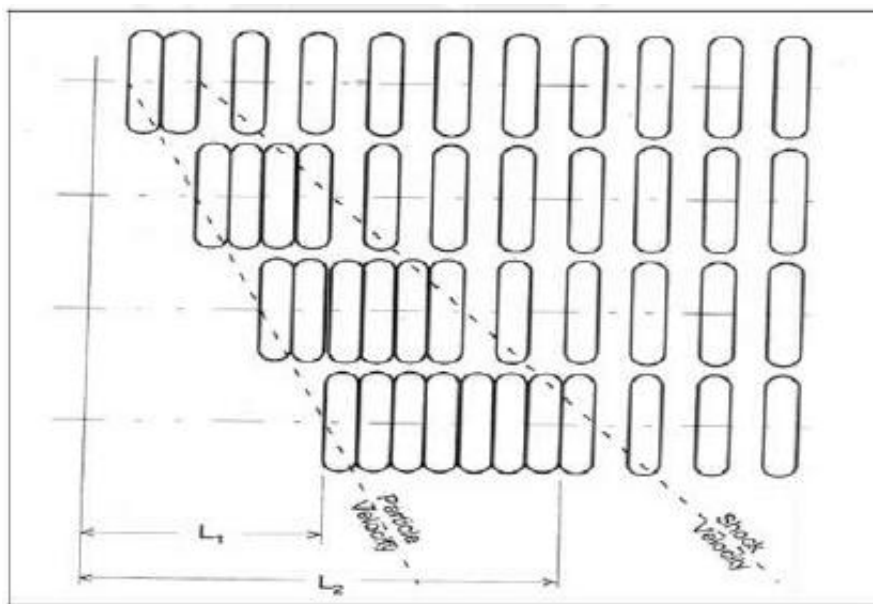


Figura 16. Análisis de la velocidad de partícula y la velocidad de propagación
Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros (8)

- **Fracturamiento**

Los fragmentos entregados por voladura no deben ser exclusivamente sensibles por los equipos de carguío, sino que también deben pasar efectivamente por las aberturas de las trituradoras esenciales. Además, el nivel de discontinuidad influye totalmente en los costes de desenterramiento (8).

En consecuencia, la expectativa de la fragmentación es un procedimiento significativo que hay que aprender. Es importante recordar que el estado general de los fragmentos y su distribución de tamaño están limitados por tres factores: La medida de los explosivos y su agrupación de introducción, su circulación dentro de la masa de piedra y la construcción de la piedra (juntas, roturas y planos de estratificación) (8).

- **Mecanismos de fracturamiento**

En el momento de la explosión de una carga peligrosa, es detonada la velocidad de detonación, oscila entre 3000 y 6000 m/s, dependiendo del tipo de inestabilidad y de la anchura de la carga. En la parte delantera de la onda de explosión, el factor de presión varía entre 0,5 y 20 GPa. o, de nuevo, entre 5 y 10 GPa. para un taladro acusado de un inestable alto (8).

Esta onda se refleja entonces en las superficies libres como una onda de presión. La deformación cerca de la perforación es al principio plástica, y luego, en ese punto, seguida de rotura; la asociación entre el entramado de grietas en espiral en crecimiento y la onda de presión reflejada da una mayor velocidad de propagación a aquellas grietas que se corresponden con el frente de la onda de presión (8). En la siguiente figura se muestra la Interacción entre la onda reflejada y el sistema de fracturamiento en crecimiento (8).

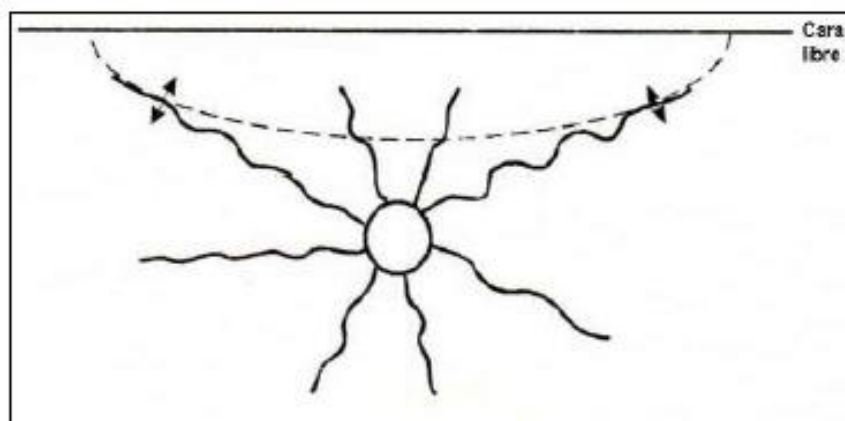


Figura 17. Interacción entre la onda reflejada y el sistema de fracturamiento en crecimiento
Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros

La presión del gas procedente de una carga explosiva en un pozo ampliará la perforación, pero no se tratará de una fractura genuina y el desarrollo de la roca será leve además de en una anchura de la perforación. La discontinuidad genuina es el resultado de un desarrollo de gran alcance de la piedra al ser lanzada más allá de las caras libres (8).

Además, es importante demostrar que las redes de perforación y disparo con grandes valores en la relación espaciamento/burden (de 4:1 a 8:1), provocan una gran discontinuidad en el impacto del asiento de enorme alcance. En general, en la industria minera nacional, se utiliza hasta una proporción de peso/separación (8).

- **Ondas de esfuerzo en la roca**

A medida que la onda se desplaza radialmente hacia fuera del pozo, la abundancia (presión) disminuye y la onda se vuelve compresiva y flexible (onda P). Las ondas S y las ondas R de Rayleigh están enmarcadas por la asociación de la onda P con la superficie libre, como se muestra en la siguiente figura

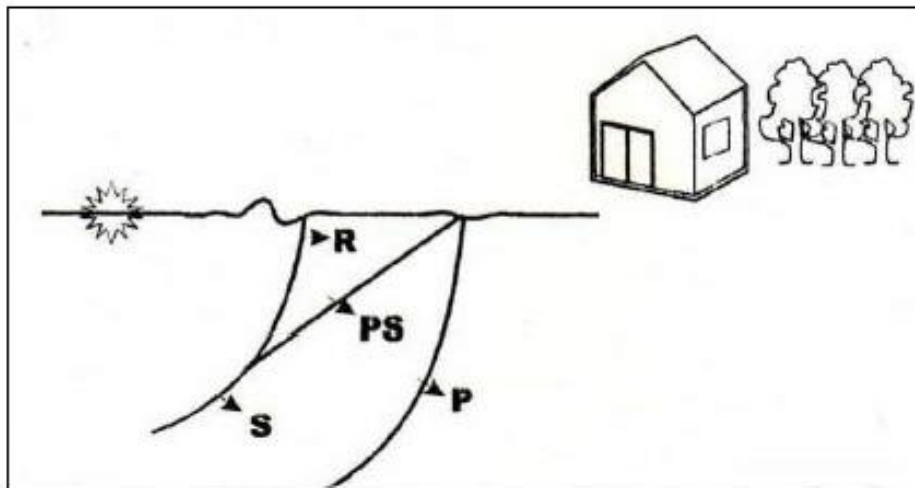


Figura 18. Ondas de esfuerzo en regiones lejanas de la detonación de una carga explosiva
Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros

Cuando se quiere evaluar la fuerza de las ondas en una región distinta de la carga detonante, es valioso utilizar la velocidad pico de la partícula como una medida (8). Por esta razón, se considera que la velocidad pico de la partícula cumple la condición adjunta:

$$v = K \frac{W^\alpha}{R^\beta} \quad (1)$$

Donde W es el peso de la carga en kg; R es la distancia en metros; y k, α y β son constantes. k se comunica en m/s. Las ondas de esfuerzo se mueven a

distintas velocidades $CP \approx 5000$ m/s, $CS \approx 3000$ m/s, $CR \approx 2500$ m/s Fuente: Diseño de un Modelo Predictivo a partir de un estudio de vibraciones en una voladura en una Mina modelo (8). Dependiendo del tipo de onda, podemos obtener un indicador del esfuerzo (σ) o de la deformación (ϵ) en las rocas con la con la relación siguiente:

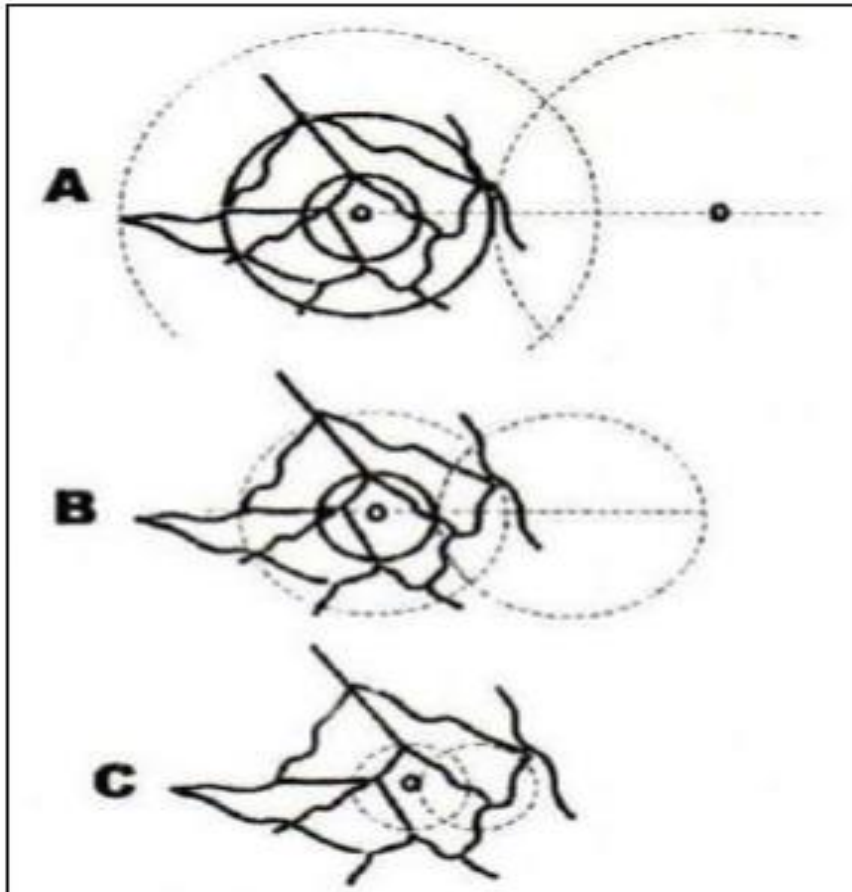
$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} \approx \frac{v}{C} \quad (2)$$

Donde σ y E en GPa.

- **Daño de la vibración**

En cada macizo rocoso hay convergencias de juntas de diversas calidades, como se puede apreciar en la siguiente figura; el tamaño de la pila influye en el daño a la piedra y en la apropiación del tamaño de las piezas. Cerca de la pila, el mayor daño a las juntas provoca una división total de las secciones de la piedra a lo largo de las superficies de los planos de convergencia de las juntas. En un lugar intermedio, los dos planos articulares más vulnerables quedarán aislados.

A una distancia más prominente, sólo se dañará la más frágil de las articulaciones. Fuera del enorme círculo no se producirá ningún daño. Por lo tanto, podemos ver cómo la construcción de las articulaciones, el tamaño de la pila, y la división de la y la división de las aberturas tendrán un impacto en la forma y el tamaño de las secciones en el impacto. Está claro que las aberturas de mayor anchura causarán más daño que las de anchura más modesta.



**Figura 19. Esquema de la influencia del tamaño de la carga en la fragmentación de las rocas con sistemas de fracturas.
Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros (8)**

Cuando las construcciones son dañadas por las vibraciones de la voladura, esto usualmente se debe a la onda Rayleigh, la onda mayor de la superficie libre, que causa las más grandes deformaciones y desplazamientos (8). Cuanto mayor es el peso W de la carga y la distancia R desde la carga es más corta, más grande es el desplazamiento de la vibración, la velocidad de partícula y la aceleración de partícula en esta onda de superficie (8).

En el control de vibraciones en construcciones un valor de $v = 50 \text{ mm/s}$ es un límite seguro, debajo de este valor no ocurrirá daño a una estructura residencial edificada en roca sólida (8). La deformación impuesta sobre una estructura se puede calcular tomando en cuenta la velocidad pico partícula la velocidad de cualquier onda en

$$\varepsilon = \frac{v}{C} \quad (2a)$$

En el momento en que los desarrollos se ven perjudicados por las vibraciones de impacto, esto se debe típicamente a la onda Rayleigh, la mayor onda superficial libre, que provoca las mayores deformidades y reubicaciones (8). Cuanto más prominente es el peso W de la carga y más limitada la distancia R de la carga, mayor es la reubicación de la vibración, la velocidad de la molécula y el aumento de la velocidad de la molécula en esta onda superficial (8).

En el control de las vibraciones de desarrollo, un valor de $v = 50$ mm/s es un límite seguro, por debajo de este valor no se producirá ningún daño en un diseño privado basado en una piedra fuerte (8). La deformación forzada en una construcción puede determinarse teniendo en cuenta la velocidad de la molécula del pináculo y la velocidad de cualquier onda en el diseño (8).

En este sentido, si la velocidad de las olas es baja, lo más posible es igualmente baja. Para un tipo de desarrollo similar al anterior, sobre tierra húmeda o arena, el valor de límite puede ser de 12,5 mm/s (8). Una urbanización de acero sobre piedra dura y resistente puede resistir vibraciones de amplitudes de hasta 200 mm/s sin sufrir daños (8).

De lo anterior se deduce que el daño por vibración a la masa rocosa que engloba una carga peligrosa ocurre de forma similar, aunque el valor de corte de la velocidad de vibración para el daño calculable es alto. Se crea un potente campo de presión a causa de la carga explosiva, y sus desplazamientos de ayuda se producen principalmente hacia la superficie libre (8). Por lo tanto, la utilización de la velocidad pico de la partícula (PPV).

- **Estimación de la velocidad pico partícula de la vibración en regiones cercanas a una carga explosiva**

En la siguiente figura se muestra la Integración de la onda de superficie en una región. Se asume que se tiene un taladro con una carga larga de longitud H y con densidad de carga lineal I (8). Para determinar el esfuerzo resultante en un

punto P a una distancia perpendicular r desde el eje de la carga, también se asume que, en cualquier punto distante de la carga, la velocidad pico partícula de la vibración resultante de la detonación de cada parte de la carga es positivo y se considera que la velocidad pico partícula de la vibración es representativa del esfuerzo causado por la vibración (8).

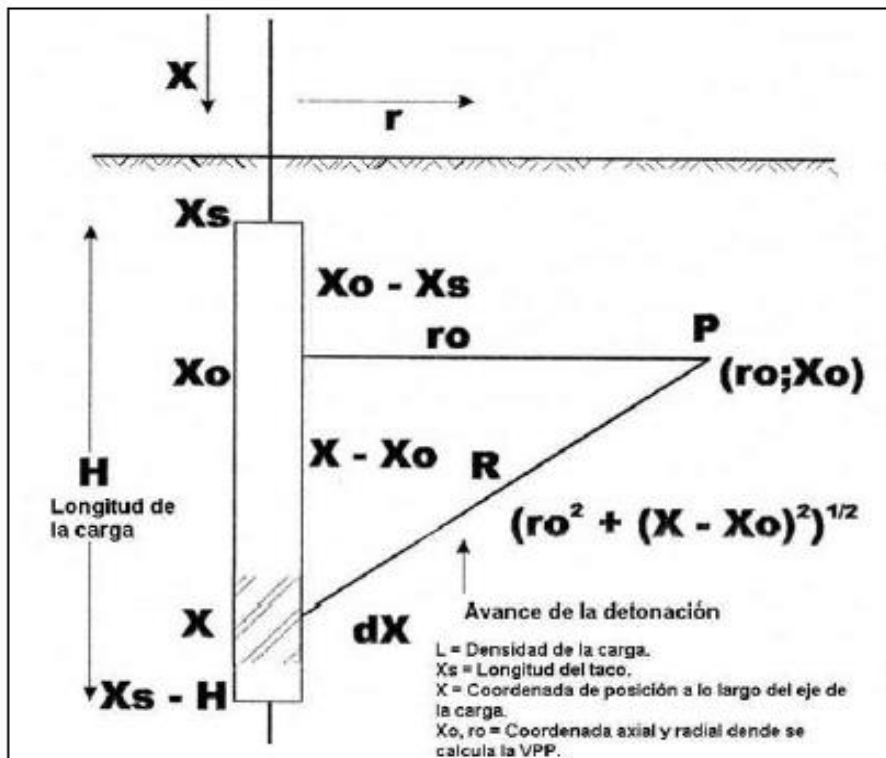


Figura 20: Integración de la onda de superficie en una región cercana a una carga cilíndrica.
 Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros (8)

La ecuación 1, que se repite como ecuación 3, permite representar, por regla general, cómo el valor máximo de la velocidad de partícula de vibración de la onda Rayleigh depende de la pesadez de la carga explosiva (W) y de la distancia (R)

$$v = K \frac{W^\alpha}{R^\beta} \quad (3)$$

Donde W es el peso de la carga, R es la distancia; y k, α y β son constantes. Las cualidades consideradas para la roca dura son: $k=0,7$ m/s, $\alpha=0,7$ y $\beta=1,5$. En el caso de que W se estime en kg, R en m y v en m/s (8). La condición es

legítima para las cargas concentradas cuyas longitudes son poco contrastadas con la distancia R. Holmberg y Persson (1978) utilizaron la condición 3 para inferir una articulación para decidir el valor del máximo de la velocidad de vibración en la roca casi una carga explosiva extendida. Considerando la intensidad de vibración w , se deduce que:

$$w = K \left[\frac{l}{r_o} \right]^\alpha \left[\arctan \left(\frac{H+x_s-x_o}{r_o} \right) + \arctan \frac{(x_s-x_o)}{r_o} \right]^\alpha \quad (10)$$

Es necesario recordar que:

l : Densidad de carga lineal (peso de la carga/longitud unitaria de la carga)

H : Longitud de la carga

x_s : Longitud del taco;

x : Coordenada de posición a lo largo del eje de la carga

x_o, r_o : Coordenadas axial y radial del punto donde la vibración es observada.

La figura muestra dos diagramas derivados de la ecuación 10 que da la velocidad pico de la vibración como una función de la distancia perpendicular desde la carga, con la densidad de carga lineal como un parámetro (8).

En la figura se muestra dos gráficos obtenidos a partir de la ecuación 10, que da la velocidad de vibración pico de la vibración como un elemento de la separación opuesta de la carga, con el espesor de la carga directa como un límite, es ordinaria para el impacto del asiento con una distancia enorme a través de las aberturas, y la para la excavación con aberturas de poca anchura (8).

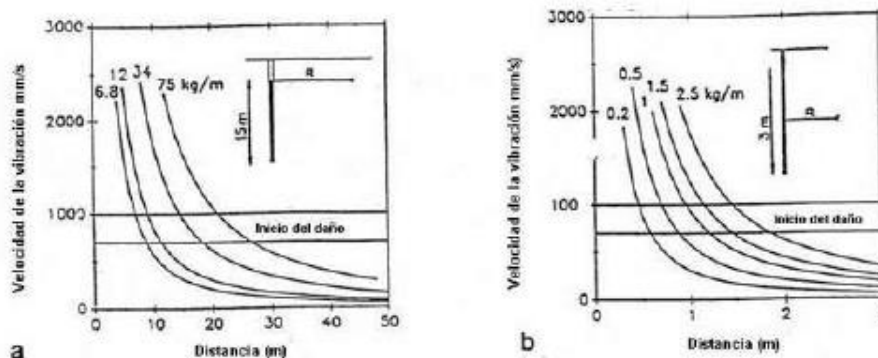


Figura 21. Velocidad pico de la vibración calculada Tomada de Orihuela Castillo, Stefane y otros (8)

La velocidad máxima de vibración determinada como componente de la distancia, a como componente de la distancia, a) a una carga de 15 m de longitud y enorme anchura, y b) al punto focal de una carga de 3 m de longitud y poca anchura, con la fijación de la carga como límite. El estado de la carga es regular para el impacto del asiento con aberturas de enorme anchura (8).

La velocidad de vibración máxima de estas estimaciones se ha utilizado de forma aceptable como proporción del daño por exceso de piedra.

Se descubrió que los excesos de 0,7 a 1 m/s son característicos de una primera señal de daño por vibración en la apariencia de la piedra dura y fuerte, un ligero borrado del desprendimiento de la junta actual, y la disposición de nuevas roturas pequeñas (8).

- **Leyes nacionales**

Se tiene el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional aprobado con el D.S. 024-EM-2016 con su modificatoria D.S.023-EM-2017 (9).

- **Sismógrafos**

El sismógrafo es un instrumento para medir terremotos o temblores provocados por los movimientos de las placas tectónicas o litosféricas. Cuando ocurre un temblor son capaces de registrar las ondas S y las P (8).

CAPÍTULO III

MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método general o teórico de la investigación

a) Método general

Se utilizará el método deductivo para deducir la mejora de la desviación del taladro de perforación para la reducción de las vibraciones por la voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy, se analizarán los equipos a utilizar en la perforación y voladura mediante datos de campo *in situ*.

b) Método específico

A partir de la información general de Geología, Geomecánica y el Área de Operaciones de acuerdo con la programación de planeamiento para elaborar las estadísticas de perforación, controlando las pérdidas operacionales de la perforación y voladura se podrá disminuir la desviación del taladro de perforación para la reducción de las vibraciones por la voladura.

3.1.2 Alcance de la investigación

a) Tipo de investigación

Es aplicada, porque el objetivo de la investigación es determinar la influencia de la optimización de la desviación del taladro de perforación para la reducir las vibraciones producidas por la voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

b) Nivel de investigación

Es explicativo, para determinar la influencia de la mejora de desviación del taladro de perforación para la reducción de las vibraciones por la voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy para lograr el incremento de la producción y disminuir la dilución del mineral.

3.2 Diseño de la investigación

Es experimental.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Todos los tajos de trabajo en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

3.3.2 Muestra

El tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Observación: se realizará la recolección de datos en campo *in situ* mediante la técnica observacional y procesamiento de datos actuales de la perforación y voladura, representado por el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Para la investigación, se utilizará como instrumentos de campo: cuaderno de notas, planos, vernier, flexómetro y herramientas de gestión en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy.

Recopilación: la recolección de datos de la perforación y voladura, factores y parámetros, control de uso y consumo de explosivo se realiza utilizando programa Excel, tesis, libros y laptop para el procesamiento de los datos.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Para la investigación se utilizará como instrumento de campo:

✓ Informes

- ✓ Publicaciones
- ✓ Tesis
- ✓ Planos
- ✓ Fichas
- ✓ Libros
- ✓ Internet
- ✓ PC

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Optimización de las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

4.1.1 Estudio del macizo rocoso del tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Tras la caracterización del macizo rocoso en la caja techo, caja piso y la estructura de mineralización se tuvo el siguiente resultado como se muestra a continuación:

Tabla 3. Parámetros del macizo rocoso - RMR del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Caracterización geomecánica	
Resistencia a la compresión uniaxial (UCS)	50 - 100 Mpa
RQD	En promedio 42%
Espaciamiento entre discontinuidades	0.2 - 0.6 m
Condición de las juntas	persistencia de 1 a 3 m
Aguas subterráneas	goteo

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Tabla 4. Parámetros geológicos del Tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Condiciones	Tipo
Tipo de estructura	RMR 35 a 45
Calidad de la mineralización	RMR 28 a 38
Calidad de la roca encajonante	60 a 70 grados
Ancho de veta	0.5 a 1.5 metros
Diametro de perforación	54 a 64 mm
Longitud de banqueo	7 a 10 metros

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Tabla 5. Propiedades físicas del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Densidad de roca	
Roca encajonante	2.58 gr/cm ³
Mineralización	2.6 gr/cm ³
Resistencia a la compresión	
Roca encajonante	50 Mpa en promedio
Mineralización	60 Mpa en promedio
Resistencia a la tracción	
Roca encajonante	6.68 Mpa en promedio
Mineralización	8.01 Mpa en promedio
Relación de Poisson	
Roca encajonante	0.28
Mineralización	0.30
Número de fracturas por metro	
Roca: 14 - 16 fracturas /metro lineal en promedio	

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

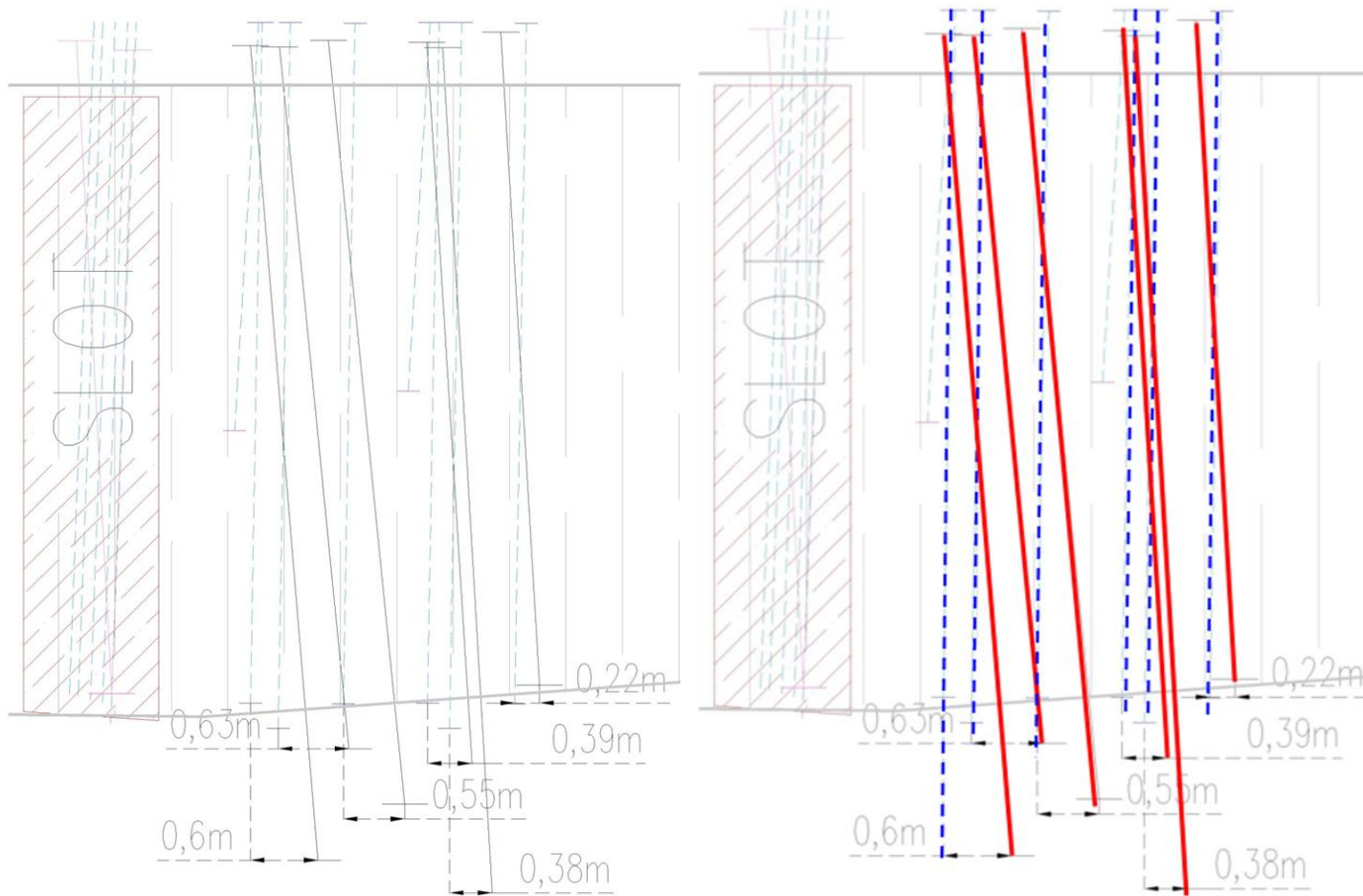
Se observa dos tipos de roca en veta: un tipo de roca mala B con RMR de 35 a 45, esto indica que se tiene un terreno de pobre a muy pobre (P/MP) y muy fracturada a medianamente fracturada (MF/IF); por otro lado, se tiene en la caja piso y techo un tipo de roca mala A, con RMR de 28 a 38.

4.2 Desarrollar la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la veta Karina, unidad minera Parcoy

4.2.1 Análisis situacional de los parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

- **Análisis del disparo en el tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata**

Los parámetros de perforación en el tajo 700 del Nivel 195 de la veta Fortunata, se tuvo un *burden* de 1.20 metros y un espaciamiento de 1.80 metros, los cuales fueron deficientes por las malas prácticas operativas en la perforación del equipo, por el mal marcado de malla de perforación y mal control del equipo de perforación generando desviación de la perforación el cual ha generado mala fragmentación.



**Figura 22. Desviación de taladros en el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)**

Interpretación:

De los 6 talaros que se muestran en la figura, se aprecia la desviación de taladros en promedio de 0.22 metros y de 0.63 metros, lo que es muy deficiente.

- **Análisis de la vibración del disparo en el tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata**

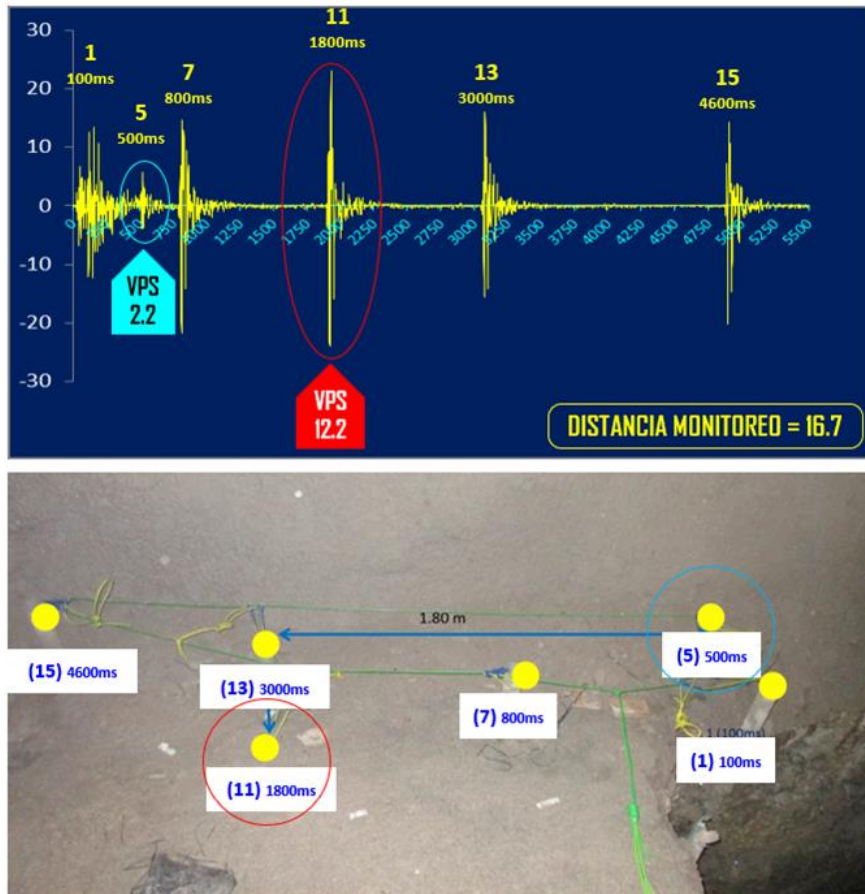
La desviación de taladros hace que se genere por áreas el incremento de las vibraciones generando así inestabilidad del tajeo.

Tabla 6. Parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Burden	1.20 m
Espaciamiento	1.80 m
Diámetro de taladro	64 mm
Densidad lineal de carga	2.70 kg/m
Longitud de taladro	8 m
Ancho de minado	2 m
Explosivo (Examon - P)	1003 kcal/kg
Factor de potencia	1.32 kg/t

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

En la siguiente figura, se muestra el análisis de la vibración tras el disparo en el tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata



**Figura 23. Análisis de la vibración tras el disparo en el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)**

Interpretación:

De las pruebas realizadas en 6 taladros, se tuvo como resultados de prueba un máximo 12.2 vibraciones por segundo (VPS) y como mínimo 2.2 vibraciones por segundo (VPS), resultados muy altos en el taladro. Por otro lado, las velocidades obtenidas fueron muy variables, lo que es muy deficiente para el disparo.

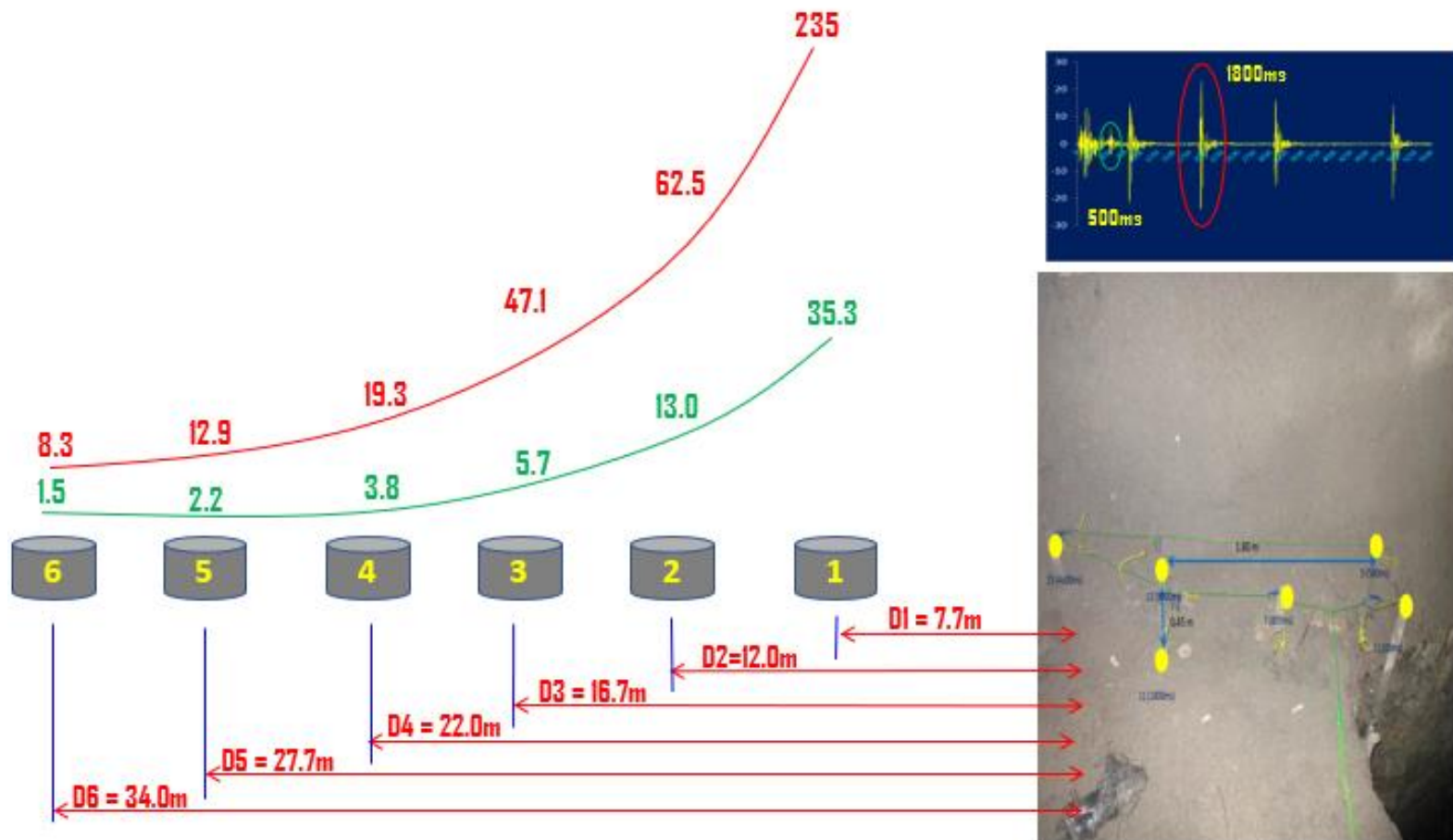


Figura 24. Análisis de la vibración tras el disparo en función al diseño de malla de perforacion y voladura en el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
 Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la relación de la desviación de taladros en función a la velocidad en la vibración del tajo 700 del Nivel 195, en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Tabla 7. Resumen de la relación de la desviación de taladros en función a la velocidad en la vibración del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

ID taladro	Longitud Perforado	Desviacion Espaciamento	Desviacion Burden	Desviacion Resultante	% Desviacion tolerable	% Desviacion ejecutado
Tal - 1 (100ms)	7.353	0.24	0.50	0.554	3%	8%
Tal - 2 (500ms)	6.257	0.54	0.63	0.468	3%	7%
Tal - 3 (800ms)	6.910	0.53	0.55	0.764	3%	11%
Tal - 4 (1800ms)	6.490	0.27	0.38	0.829	3%	13%
Tal - 5 (3000ms)	7.550	0.32	0.39	0.502	3%	7%
Tal - 6 (4600ms)	5.798	0.30	0.22	0.371	3%	6%

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

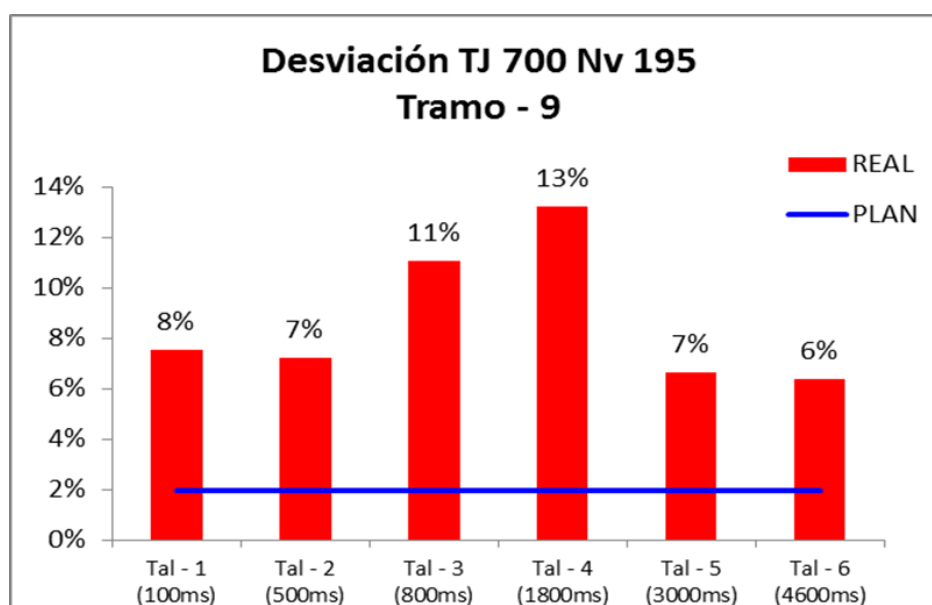


Figura 25. Relación de la desviación de taladros en función a la velocidad en la vibración del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

La desviación de los 6 taladros disparados como mínimo es de 6 % y como máximo es del 13 %, lo que es deficiente.

Los 6 taladros disparados se encuentran por encima del estándar de desviación del 3 %.

- **Análisis de la fragmentación tras el disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata**

Tras las vibraciones y desviaciones analizadas en el estado situacional se procedió a desarrollar el análisis de la fragmentación del tajeo el cual se muestra en la siguiente figura



***Figura 26. Resultado de la fragementacion del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)***

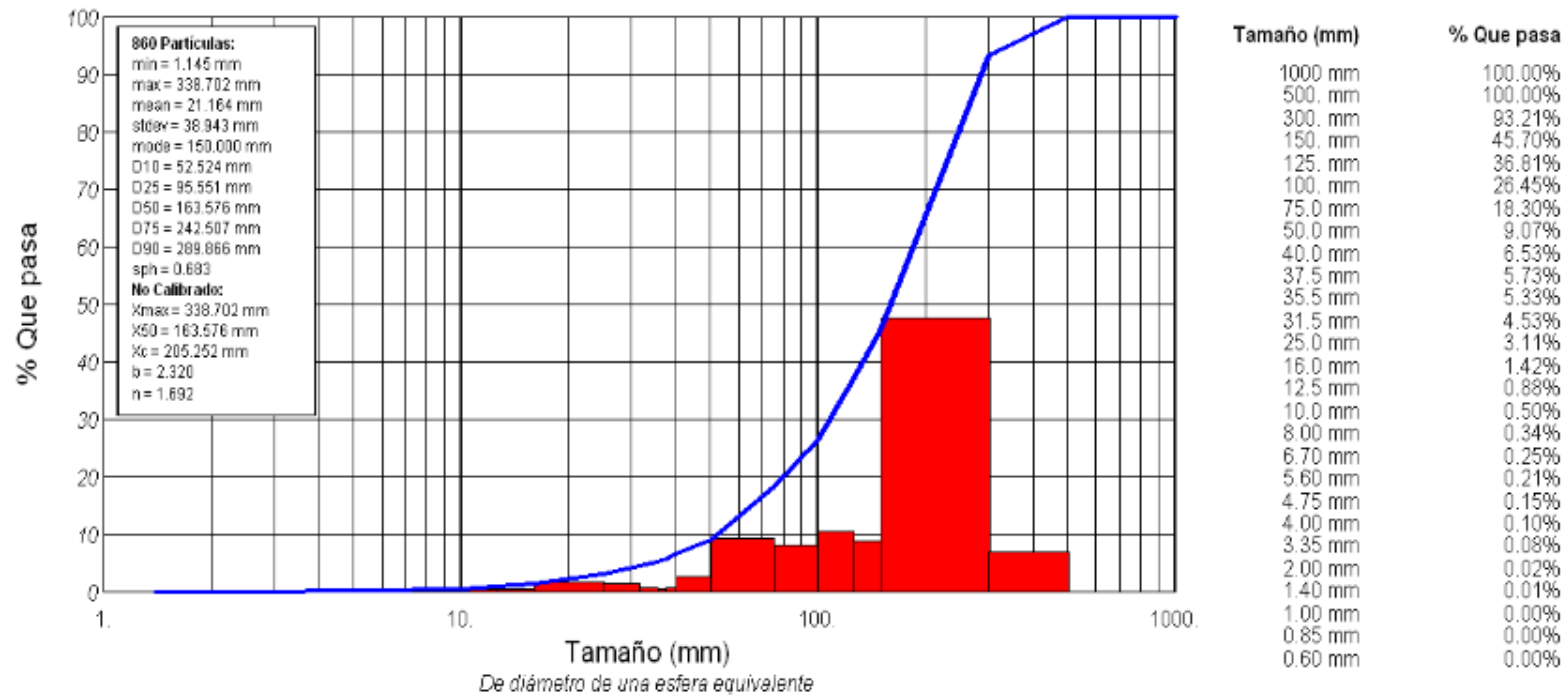


Figura 27. Análisis de la fragementacion del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

Tras el análisis de la metodología del P80, se visualiza que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 12 pulgadas igual a 30 centímetros, lo cual es deficiente y también hacen que se genere bancos en el tajeo.

4.2.2 Mejora de los parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

- **Replanteo de los parámetros de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy**

Tras el análisis situacional, se obtuvo deficiencias en los disparos lo que originó una mala fragmentación y mayor vibración, por lo que se procedió a replantear la malla de perforación y voladura.

En la siguiente tabla se muestra el resumen del cálculo del *burden* y espaciamento del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Tabla 8. Resumen del cálculo del *burden* y espaciamento con los modelos matemáticos para el tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Formula empleadas	Burden (m)	Espaciamento (m)
1 ANDERSEN (1952)	2.3	1.6
2 FRAENKEL (1952)	1.0	1.0
3 PEARSE (1955)	2.1	1.5
4 ALLSMAN (1960)	1.5	1.1
5 ASH (1963)	1.9	1.3
6 LANGERFORD (1963)	1.7	1.2
7 KONYA (1972)	2.0	1.4
8 LANGEF. & KIHSTRON (1978)	1.4	1.0
9 FOLDESI (1980)	2.0	2.1
10 LOPEZ JIMENO (1980)	2.1	1.5
11 KONYA (1983)	1.7	1.2
12 BERTA (1985)	2.1	1.5
13 BRUCC CARR (1985)	2.0	2.3
14 OLOFSSON (1990)	2.0	1.4
15 RUSTAN (1990)	2.7	1.9
Valor medio	1.9	1.5
Moda	2.0	1.5
Desviacion estandar	0.3	0.4
Valor minimo	1.0	1.0
Valor maximo	2.7	2.3
Optimo real (insitu)	1.2	1.2

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

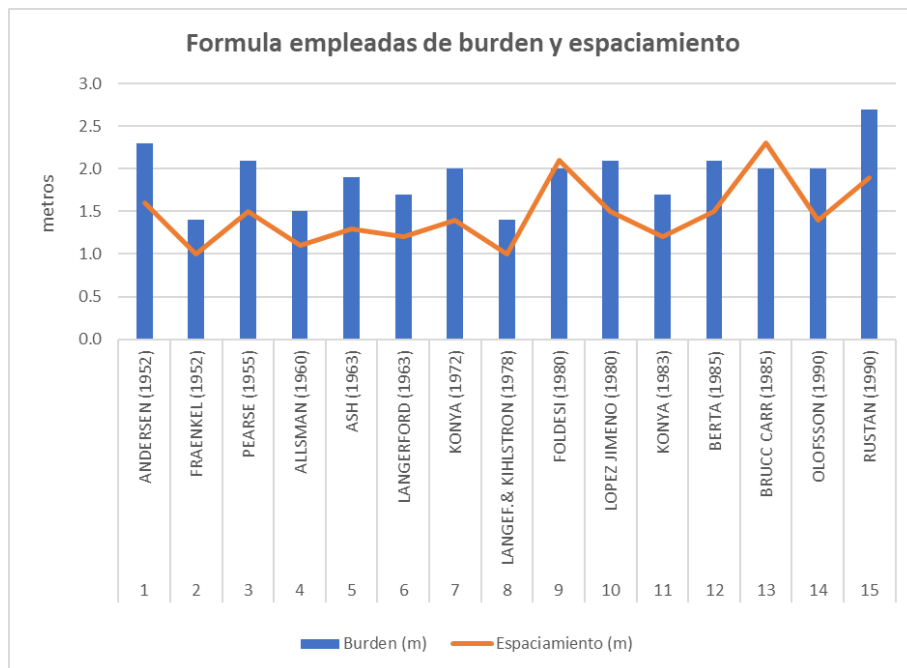


Figura 28. Resumen del cálculo del burden y espaciamiento del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

Según el replanteamiento óptimo, para que el *burden* sea óptimo es necesario un valor de 1.2 metros y para el espaciamiento de 1.2 metros respectivamente.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la malla de perforación y voladura del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

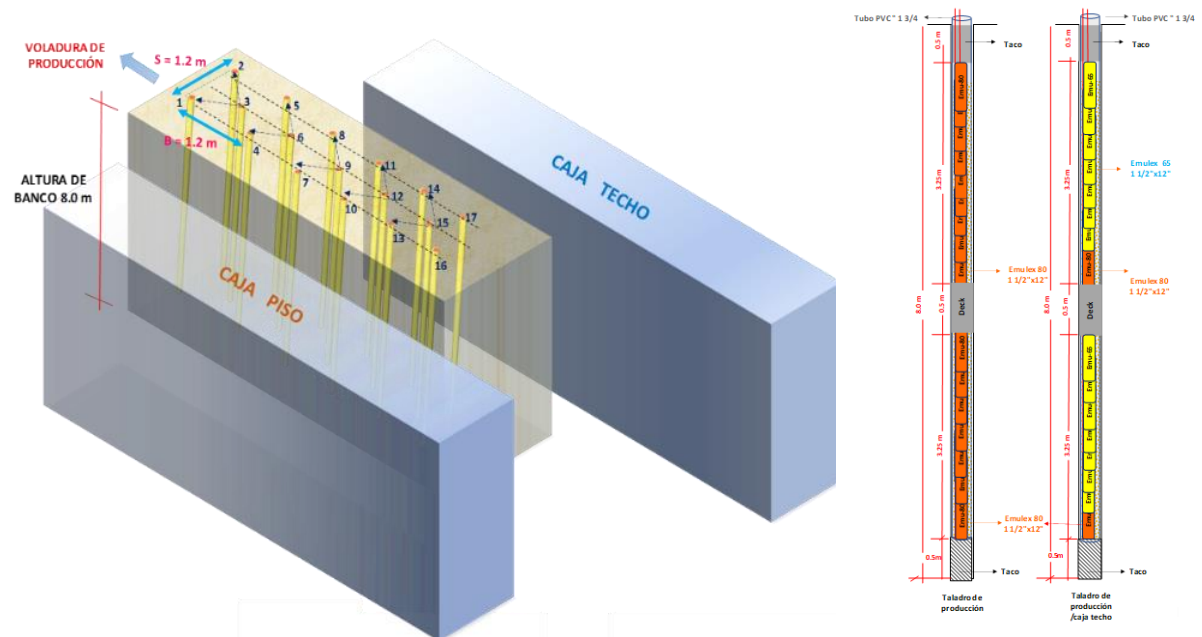


Figura 29. Diseño de la malla de perforación y voladura del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

- Simulación de la distribución de energía y daño tras el replanteo de malla de perforación y voladura del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
- a) Simulación con burden 1.2 y espaciamiento de 1.2 metros

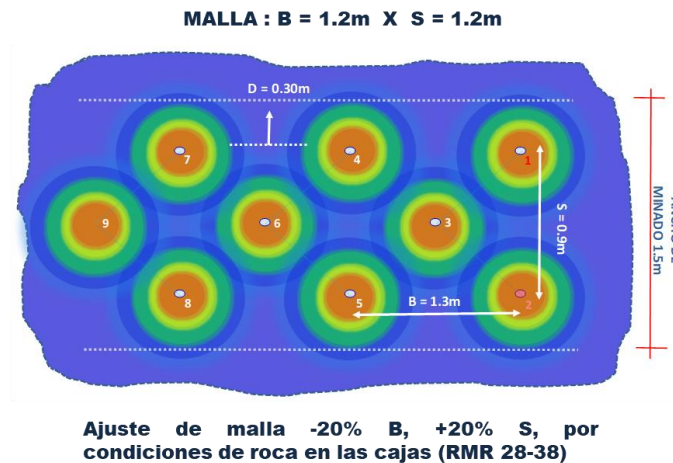


Figura 30. Simulación con burden 1.2 y espaciamiento de 1.2 metros para el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

Tras la simulación desarrollada con un burden 1.2 y un espaciamiento de 1.2 metros con un tipo de roca de RMR de 28 a 38 existe una proporción ideal de energía en cada uno de los taladros y un daño menor.

- **Control de la desviación de taladros**

a) **Control de los equipos de perforación**

En los equipos de perforación simba S7D, por lo general, se encuentran fallas en la viga de perforación en el Stinger delantero y protector, esto hace que los taladros se desvíen en la perforación, lo que ocasiona daño del sostenimiento de la corona.

- ✓ Las barras de perforación son de diámetro 32 mm, el pull down en exceso, esto genera posteriormente un mayor desvío en la perforación.
- ✓ Barrido, el equipo de perforación no cuenta con barrido mixto, esto genera que no se evacue correctamente el detritus generando el riesgo de atrapamiento de las barras.

En la siguiente figura, se muestra las deficiencias de los equipos de perforación simba.



Figura 31. Deficiencias de los equipos de perforación simba del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

Para mejorar deficiencias mencionadas en el Stinger y pul down, se estandarizo que los equipos en malas condiciones especialmente en estos dos componentes no ingresen a la labor a perforar ya que generaría desvíos e los taladros.

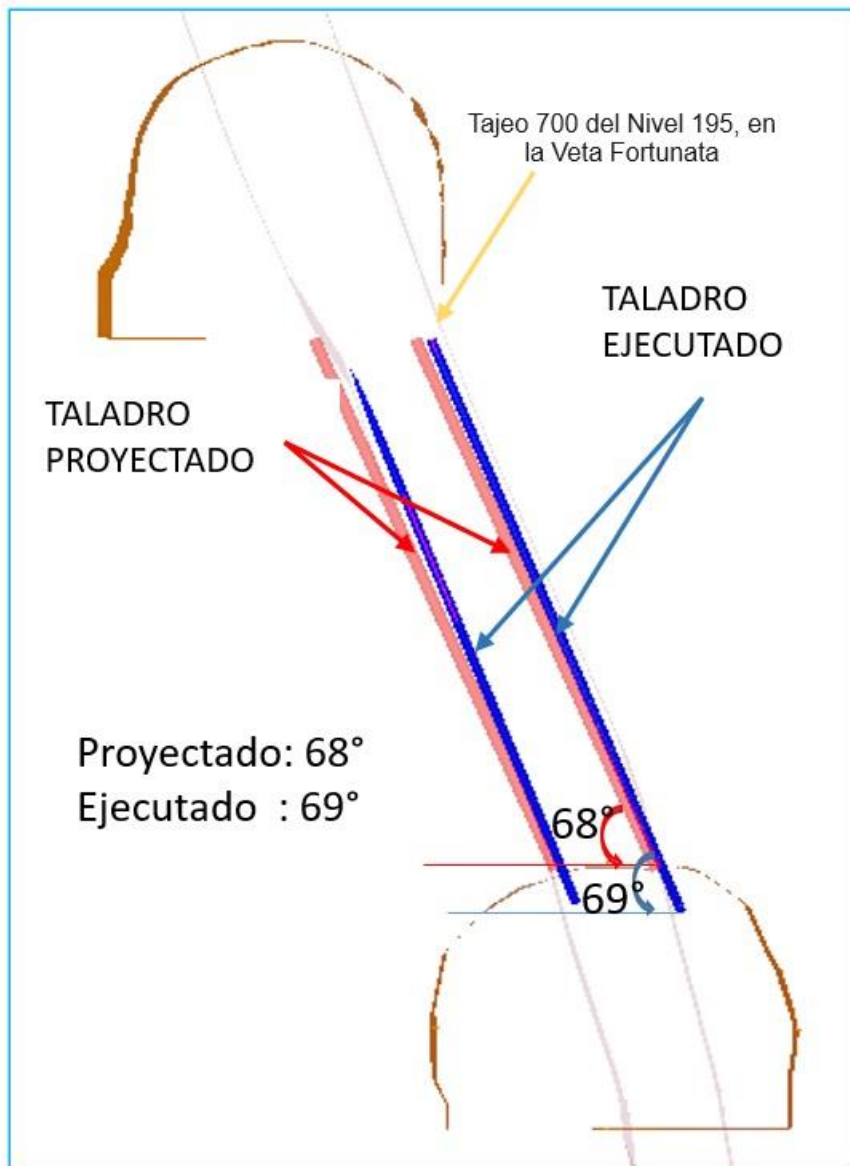


Figura 32. Plano de la perforación de taladros largos del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Tabla 9. Resumen de la desviación de taladros del tajo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida (%)
			Burden	Espaciamiento		
S2 - 1	7.60	0.15	0.106	0.116	0.169	2.8%
S2 - 2	7.80	0.16	0.109	0.119	0.173	3.0%
S3 - 1	8.00	0.16	0.112	0.122	0.178	3.3%
S4 - 1	7.90	0.16	0.111	0.120	0.175	3.2%
S4 - 2	8.10	0.16	0.113	0.123	0.180	3.4%
S5 - 1	7.70	0.15	0.108	0.117	0.171	2.9%
S6 - 1	7.80	0.16	0.109	0.119	0.173	3.0%
S6 - 2	8.00	0.16	0.112	0.122	0.178	3.3%
S7 - 1	7.90	0.16	0.111	0.120	0.175	3.2%
S8 - 1	7.40	0.15	0.104	0.112	0.164	2.6%
S8 - 2	8.00	0.16	0.112	0.122	0.178	3.3%
Total de taladros medidos					11	
Desviación planificada					3.0%	
Desviación ejecutada					3.1%	

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)



Figura 33. Taladros perforados tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

La mejora en la desviación de los 11 taladros disparados es de 3.1 %. Estos resultados están dentro del estándar de 3 % establecido por la empresa minera, la desviación en promedio es de 0.17 metros, cifra que está dentro del estándar de desviación como máximo 15 cm.

- **Mejora de las vibraciones**

En la siguiente figura, se mejora del análisis de la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata

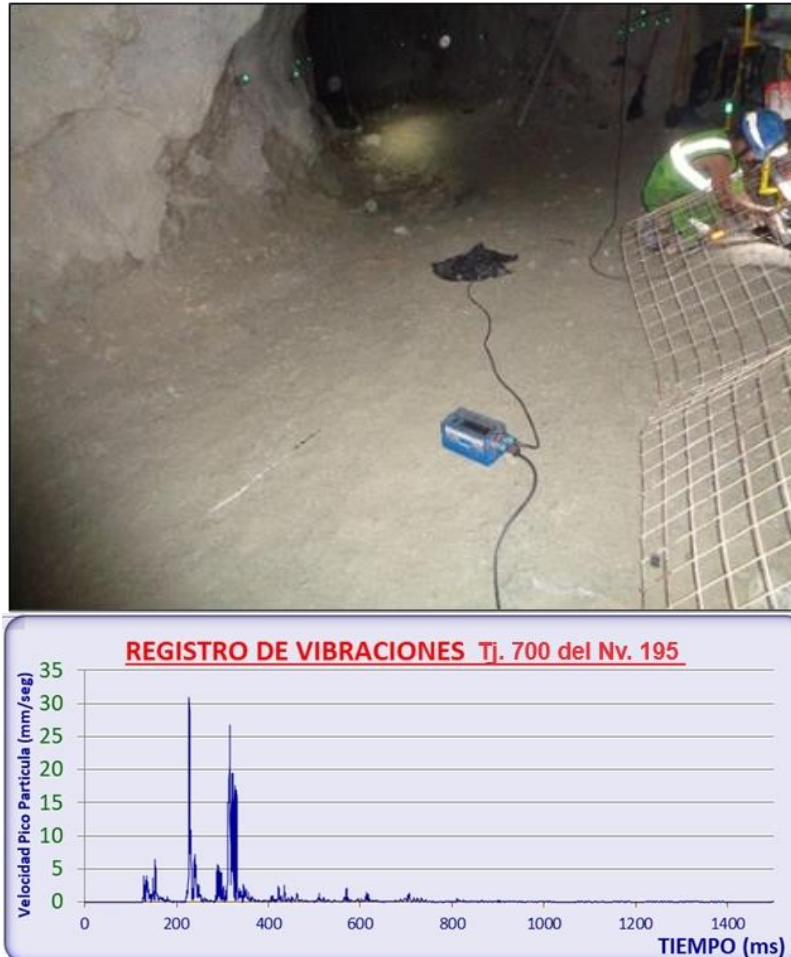


Figura 34. Mejora del análisis de la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

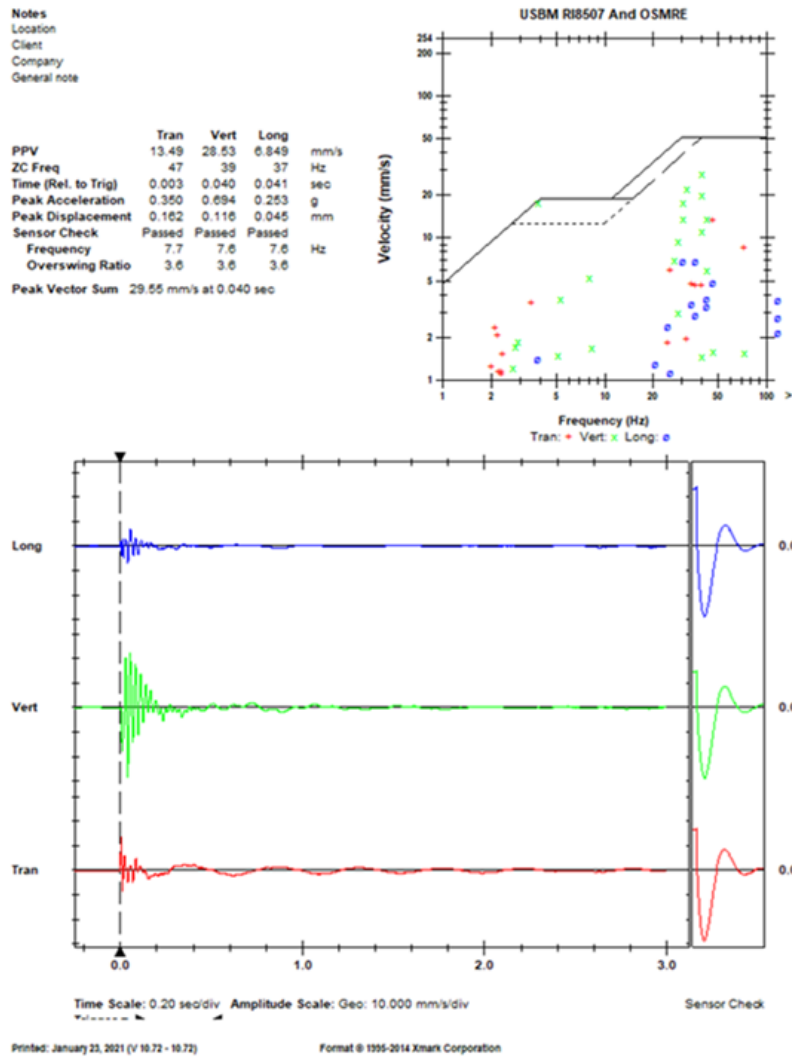


Figura 35. Mejora de la vibración del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

De las pruebas realizadas en 11 taladros, se tuvo como resultados de prueba un máximo 350 ms y una velocidad pico partícula de 30 mm/seg.

- **Mejora de la fragmentación**

En la siguiente figura, se mejora la fragmentación del disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata



**Figura 36. Mejora de la fragmentación del disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)**

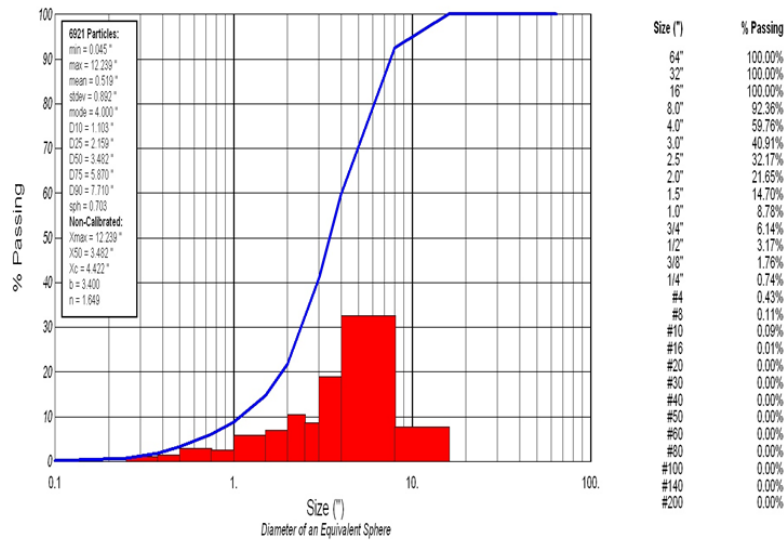


Figura 37. Análisis de la mejora de la fragmentación del disparo del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Interpretación:

Tras el análisis de la metodología del P80, se visualiza que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 6.5 pulgadas igual a 16.5 centímetros, lo que es eficiente.

- Análisis del diseño de malla de producción**

En la siguiente tabla, se muestra las 4 pruebas realizada en los disparos de los taladros largos del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

Tabla 10. Resumen de las 4 pruebas realizada en los disparos de los taladros largos del tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

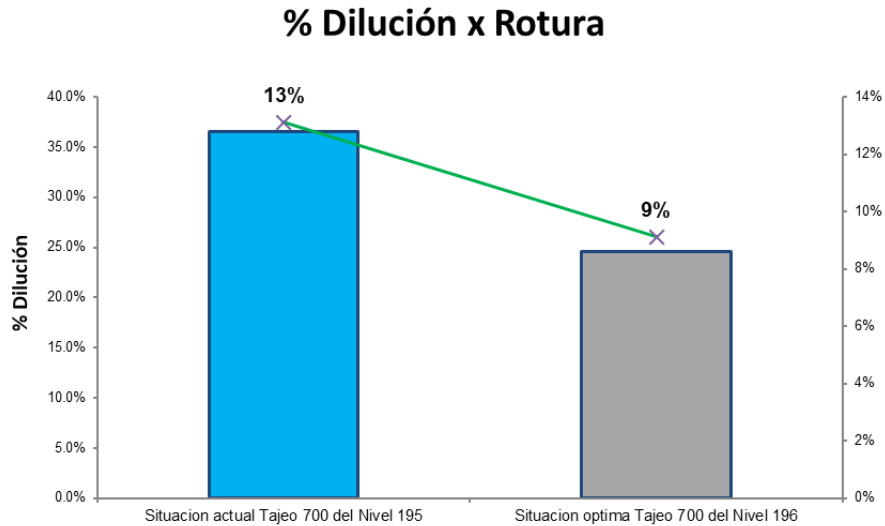
ESPECIFICACIONES	Unidad	1	2	3	4
Empresa		CMH	CMH	CMH	CMH
Fecha	SET	19-SET	20-SET	26-SET	27-SET
Labor		TJ 700	TJ 700	TJ 700	TJ 700
Nivel		NIVEL	NIVEL	NIVEL	NIVEL
RMR		195	195	195	195
Burden	m	30	30	30	30
Espaciamiento	m	1.2	1.2	1.2	1.2
Ancho	m	1.2	1.2	1.2	1.2
Largo	m	1.8	1.8	1.8	1.8
Longitud de taladro	m	1.5	1.5	1.5	1.5
Diametro del taladro	mm	8.00	8.00	8.00	8.00
N° de taladros cargados	unid	51	51	51	51
Densidad de roca	Ton/m ³	5	5	5	5
		3	3	3	3
ACCESORIOS DE VOLADURA					
Guías Armadas de 8 ft.	Pza	2	2	2	2
Detonador no eléctrico 10.2 mts.	Pza	10	10	10	10
Cordón detonante 5P.	m	20	20	20	20
EXPLOSIVOS					
Emulex 65 1 1/2" x 12"	Unids.	0	0	0	60
Emulex 80 1 1/2" x 12"	Unids.	100	100	100	40
Total de Explosivos	Kg	40.3	40.3	40.3	39.6
RESULTADOS					
Eficiencia	%	100.00	100.00	101.00	102.00
Volumen Roto	m ³	21.60	21.60	21.60	21.60
Tonelaje Roto	ton	64.80	64.80	64.80	64.80
Factor de Carga	kg/m ³	1.87	1.87	1.87	1.83
Factor de Potencia	Kg/tn	0.62	0.62	0.62	0.61

Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

4.3 Mejorar la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy

4.3.1 Análisis de la dilución de mineral en el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata

La dilución de mineral se realizó en dos escenarios en el tajeo 700 del nivel 195 de la veta Fortunata



**Figura 38. Análisis de la mejora de dilución de mineral roto en el tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata
Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)**

Interpretación:

De la figura se aprecia lo siguiente:

- ✓ La dilución del escenario situacional es de 13 % en el tajeo 700 del Nivel 195
- ✓ La dilución de la situación óptima es de 9 % en el tajeo 700 del Nivel 196
- ✓ Tras el replanteo del diseño de malla de perforación y voladura, se mejoró la dilución reduciendo hasta en un 4 %, lo que es muy significativo.

CONCLUSIONES

1. Se cuenta con dos tipos de roca en veta: un tipo de roca mala B con RMR de 35 a 45, esto indica que se tiene un terreno de pobre a muy pobre (P/MP) y muy fractura a medianamente fracturado (MF/IF); por otro lado, se tiene en la caja piso y techo un tipo de roca mala A, con RMR de 28 a 38.
2. En cuanto al análisis situacional de los 6 talaros largos disparados, se tiene un mínimo de 6 % y un máximo del 13 % lo que es deficiente, porque está por encima del estándar de desviación del 3 %. Se aprecia la desviación de taladros en promedio de 0.22 metros y de 0.63 metros, lo cual es muy deficiente. En la mejora la desviación de los 11 taladros disparados se observa un 3.1 %. Estos resultados están dentro del estándar de 3 % establecido por la empresa minera. La desviación en promedio es de 0.17 metros, lo que está dentro del estándar de desviación como máximo 15 cm.
3. En el análisis situacional de los 6 taladros, se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 12.2 vibraciones por segundo (VPS) y como mínimo 2.2 vibraciones por segundo (VPS), resultados muy altos en el taladro. Por otro lado, las velocidades obtenidas fueron muy variables, lo que es muy deficiente para el disparo. En la mejora de las vibraciones, se realizaron 11 taladros. Se tuvo como resultados de prueba, como máximo, 350 ms y una velocidad pico partícula de 30 mm/s, siendo eficiente.
4. En el análisis situacional, se cuenta con un *burden* de 1.20 metros y un espaciamiento de 1.80 metros. En el disparo de las primeras filas, se tuvo como resultado de la metodología del P80 que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 12 pulgadas igual a 30 centímetros, lo que es deficiente y generan bancos en el tajeo. En la mejora según el replanteamiento óptimo para el *burden* óptimo es de 1.2 metros y para el espaciamiento es de 1.2 metros respectivamente. Tras el análisis de la metodología del P80, se visualiza que el 80 por ciento de material roto pasa por una malla de 6.5 pulgadas igual a 16.5 centímetros, lo que es eficiente.

5. La dilución del escenario situacional es de 13 % en el tajeo 700 del Nivel 195 y la dilución de la situación óptima es de 9 % en el tajeo 700 del Nivel 196. El replanteo del diseño de malla de perforación y voladura ayudó a mejorar la dilución reduciendo hasta en un 4 %, lo que es muy significativo.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable desarrollar la caracterización del macizo rocoso con la finalidad de conocer el tipo de roca que se va a perforar y realizar la voladura, esto ayudará a realizar mejoras continuas en el diseño de malla de perforación y voladura.
2. Se recomienda utilizar varios modelos matemáticos para el cálculo del burden y espaciamiento a fin de realizar una comparativa y calcular el promedio de resultados
3. Se recomienda realizar el seguimiento del paralelismo de los taladros largos perforados a fin de reducir las desviaciones que generalmente se generan por el equipo en mal estado y por falta de capacitación del operador de la simba.
4. Se recomienda utilizar la metodología del P80 a fin de analizar la fragmentación del macizo rocoso y determinar la granulometría del material roto.
5. Se recomienda analizar la dilución de material roto en cada disparo, a fin de determinar el porcentaje de dilución y realizar mejoras en el proceso de extracción de mineral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **CELIS CABALLERO, Hector Leodan.** *Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stopping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
2. **DUEÑAS GUTIERREZ, Jhol Wilfredo.** *Reducción del daño inducido al macizo rocoso mediante monitoreo, modelamiento y análisis de vibraciones por voladuras en el Bypass 179. Compañía Minera Kolpa S.A.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
3. **DIAZ COLLANTES, Walter Eduardo y MARIN SILVIA, Issamar Lizzeth.** *Efecto de las vibraciones generadas por voladura de una Empresa Minera, en las Viviendas del Caserío de Pilancones, 2019.* Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2019.
4. **CANO MUCHA, Jonatan Christian.** *Estudio de vibraciones para la selección de explosivo Óptimo en la Unidad Operativa Selene - Compañía Minera Ares S.A.C. Filial de Hochschild.* Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcidez Carrion, 2019.
5. **Departamento de Geología y Planeamiento del Consorcio Minero Horizonte S.A.** *ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO.* La libertad : Unidad Minera Parcoy, 2020.
6. **SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO.** *ESTUDIO GEOMECÁNICO DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN ZONA NORTE Y SUR.* LA LIBERTAD : UNIDAD MINERA ACUMULACIÓN PARCOY , 2020.
7. **Consorcio Minero Horizonte S.A.** *Departamento de planeamiento.* La libertad : Unidad Minera Parcoy, 2020.
8. **ORIHUELA CASTILLO, Stefane Marybell y DAPELLO VIZCARRA, Jose Raul.** *Diseño de un Modelo Predictivo a partir de un estudio de vibraciones en una voladura en una Mina modelo.* Lima : Pontificia Universidad Catolica del Peru, 2009.
9. **Ministerio de Energia y Minas.** *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional aprobado con el D.S. 024-EM-2016 con su modificatoria D.S.023-EM-2017.* Lima : El Peruano, 2017.
10. **Area de Planeamiento de la Unidad Minera Parcoy.** *Informe de metodos explotacion Bench and Fill.* La Libertad : Unidad Minera Parcoy, 2022.
11. **Area de planeamiento.** *Plan de minado anual 2022.* Lima : Unidad Minera Vicus S.A.C., 2021.
12. **ALARCON ZENTENO, Nicolas Dionicio.** *Optimización de costos mediante reducción del factor de carga en roca mala - RMR 30 - 40 - Unidad San Cristobal Compañía Minera Volcan.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa, 2019.
13. **BERROSPI EUSEBIO, Víctor Raúl.** *Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la CÍA. minera Volcan S.A.A.* Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
14. **ROJAS CARRILLO, Frank Steven.** *Implementación de voladura controlada para la reducción de costos unitarios – caso de estudio.* Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2022.

15. **NASTARES HUAMAN, Rubén.** *Influencia del método de explotación con Taladros Largos - Bench & Fill en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018.* Pasco : Universidad Alas Peruanas, 2019.

16. **LEON CHAVEZ, , Orlando Yober.** *Optimización de la malla de perforación y voladura para mejorar los indicadores de desempeño en Subniveles de la Concesión San Cristóbal Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A. - Glencore - 2022.* ". Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2022.

17. **Area de Geología de la Compañía Minera Volcan S.A.A. .** *Informe de estudio de las reservas y recursos minerales.* Yauli - Oroya : Unidad Minera San Cristobal, 2022.

18. **Area de gemecanica de la Compañía Minera Volcan S.A.A.** *Caracterizacion del tipo de roca.* Yauli - Oroya : Unidad Minera San Cristobal, 2022.

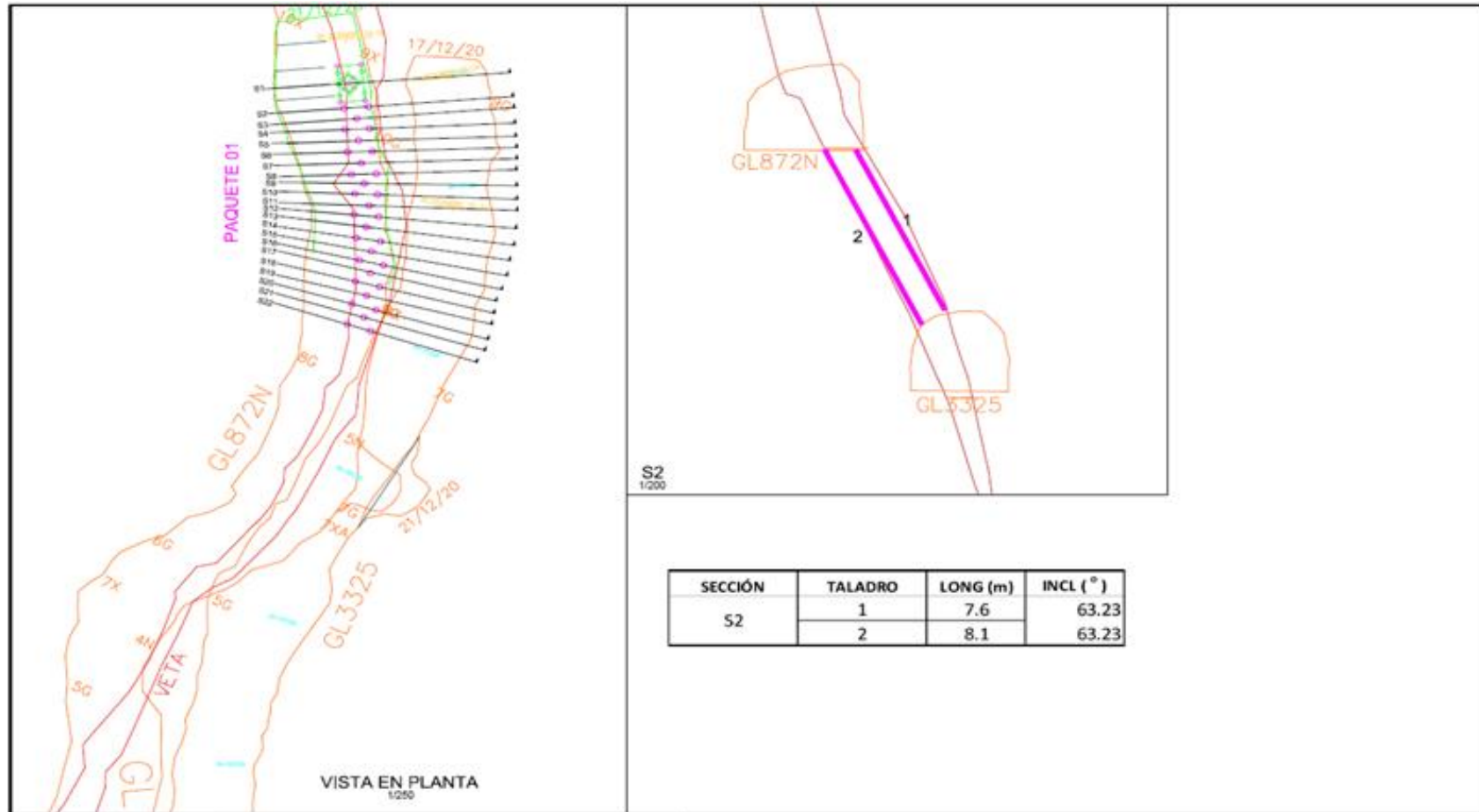
ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Cuál es el efecto de la mejora de las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy?	Optimizar las vibraciones de los disparos por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy	La mejora de las vibraciones de los disparos es factible y viable por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
¿Cómo influirá la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la Veta Karina, Unidad Minera Parcoy?	Desarrollar la metodología del análisis de vibraciones por la voladura para mejorar la fragmentación en la Veta Karina, Unidad Minera Parcoy	La metodología del análisis de vibraciones por la voladura es factible y viable para mejorar la fragmentación en la Veta Karina, Unidad Minera Parcoy
¿Cómo será la mejora de la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy?	Mejorar la dilución del mineral por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy	La mejora de la dilución del mineral es factible y viable por medio del control de parámetros de voladura en la Veta Fortunata, Unidad Minera Parcoy

Anexo 2

Plano de los taladros largos de la unidad minera Parcoy



Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Anexo 3

Equipo de perforación de taladros largos de la unidad minera Parcoy



Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Anexo 4

Tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera Parcoy



Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)

Anexo 5

Slot VCR del Tajeo 700 del Nivel 195 en la veta Fortunata, unidad minera
Parcoy



Tomada del Área de Planeamiento de la unidad minera Parcoy (10)