

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Trabajo de Suficiencia Profesional

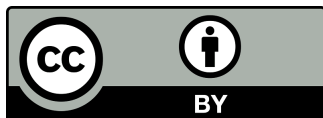
**Control de perforación y voladura para reducir la
sobrerotura en la rampa liza del NV 2860 en la
empresa J&S Contratistas Generales**

Tonny Javier Castro Loli

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Benjamín Manuel Ramos Aranda
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 18 de Julio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Control de Perforación y Voladura para reducir la sobrerotura en la Rampa Liza del Nv 2860 en la Empresa J&S Contratistas Generales

Autor:

Tonny Javier Castro Loli – EAP. 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 15 % de similitud 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 (en caso de elegir “SI”): 15 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

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

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fuerza para perseverar y permitirme alcanzar mis metas.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, mi fuente de fortaleza e inspiración y a mis hermanos por su amor incondicional, quienes han impulsado a alcanzar mis metas.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I	12
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	12
1.1. Datos generales de la empresa	12
1.1.1. Ubicación y accesibilidad	12
1.2. Actividades principales de la empresa	13
1.2.1. Desarrollo de ingeniería de proyectos y construcción	13
1.2.2. Mantenimiento de infraestructura minera	15
1.2.3. Servicios de apoyo logístico y técnico	15
1.3. Reseña histórica de la empresa	16
1.4. Organigrama de la empresa	17
1.5. Visión y misión	18
1.5.1 Visión	18
1.5.2. Misión	18
1.5.3. Valores institucionales	18
1.6. Bases legales o documentos administrativos	18
CAPÍTULO II	20
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	20
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	20
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	20
2.3. Objetivos de la actividad profesional	21
2.4. Justificación de la actividad profesional	21

2.5. Resultados esperados	21
CAPÍTULO III.....	23
MARCO TEÓRICO	23
3.1. Perforación de rocas	23
3.1.1. Condiciones de perforación	23
3.1.2. Fallas de perforación en taladros	23
3.1.3. Perforación convencional	24
3.1.4. Distribución y denominación de taladros	24
3.2. Corte o arranque	25
3.3. Explosivos.....	26
3.3.1. Tipos de explosivos.....	26
3.3.2. Factores para seleccionar explosivos.....	27
3.6. Voladura de rocas	28
3.6.1. Voladura controlada	28
3.6.2. Parámetros de voladura controlada	29
3.8. Sobrerotura	29
CAPÍTULO IV	31
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	31
4.1. Descripción de actividades profesionales	31
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	31
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales	31
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales	31
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional	36
4.2.1. Metodología	36
4.2.2. Técnicas.....	37
4.2.3. Instrumentos.....	37
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	38
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	38
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas	38
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	40
CAPÍTULO V.....	52

RESULTADOS.....	52
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	52
5.2. Logros alcanzados.....	53
5.3. Dificultades encontradas	54
5.4. Planteamiento de mejoras.....	54
5.4.1. Metodologías propuestas	55
5.4.2. Descripción de implementación	56
5.5. Análisis.....	66
5.6. Aportes del bachiller en la empresa o institución	67
 CONCLUSIONES.....	 68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	72
PANEL FOTOGRÁFICO	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información de la empresa.....	12
Tabla 2. Leyes y reglamentos de operaciones en minería.....	18
Tabla 3. Propiedades de las emulsiones frecuentes para la voladura en la rampa Liza	27
Tabla 4. Explosivos empleados en la voladura de la rampa Liza NV2860	29
Tabla 5. Cronograma de actividades profesionales.....	39
Tabla 6. Datos de entrada para espaciamientos	57
Tabla 7. Longitud de burden y espaciamientos en el arranque	57
Tabla 8. Distribución de taladros según la secuencia de disparos.....	58
Tabla 9. Distribución de faneles	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Accesibilidad: Huancayo - Chagual, Trujillo	13
Figura 2. Organigrama de J&S contratistas generales SAC.....	17
Figura 3. Distribución de los taladros	25
Figura 4. Distribución de taladros para el corte cilíndrico	25
Figura 5. Arranque cilíndrico de 4 secciones.....	26
Figura 6. 1er reporte semanal de evaluación de deficiencias	32
Figura 7. Estándar inicial de perforación para rampa 4.0 x 4.5 m.....	32
Figura 8. Rampa Liza NV2860 después de la voladura.....	33
Figura 9. Estándar de perforación para rampa 4.0 x 4.5 m, propuesta de mejora	33
Figura 10. 2do reporte semanal de evaluación de resultados tras la capacitación	34
Figura 11. Seguimiento del paralelismo durante la perforación.....	34
Figura 12. 3er reporte semanal de mejoras en la sobrerotura.....	35
Figura 13. Carguío de la rampa Liza NV2860.....	35
Figura 14. Resultado de una voladura controlada.....	36
Figura 15. Diseño estándar de la malla de perforación	41
Figura 16. Capacitación a los colaboradores	42
Figura 17. Programa de capacitaciones	43
Figura 18. Capacitación a la guardia A – turno día.....	44
Figura 19. Propuesta de mejora para la malla de perforación	46
Figura 20. Seguimiento del marcado de la malla de perforación	47
Figura 21. Pintado de proyecciones.....	48
Figura 22. Uso de guías durante la perforación	49
Figura 23. Supervisión del carguío de explosivos en el frente de avance	50
Figura 24. Malla de perforación, propuesta de estándar	52
Figura 25. Secciones del método Holmberg.....	55
Figura 26. Carga total de taladros con explosivos en la sección del frente de la rampa Liza NV2860.....	59
Figura 27. Capacitación a la guardia A – turno día.....	62
Figura 28. Capacitación a la guardia B – turno noche 1	63
Figura 29. Capacitación a la guardia C – turno noche 2	64
Figura 30. Capacitación al personal de la guardia A	65
Figura 31. Capacitación al personal de la guardia B.....	65
Figura 32. Capacitación al personal de la guardia C.....	66

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe aborda el control de perforación y voladura en la Rampa Liza del NV 2860, dentro de la empresa contratista J&S, con el objetivo principal de reducir la sobrerotura y mejorar la eficiencia operativa. Se identificaron deficiencias significativas en los procesos de perforación, marcaje de malla y carguío de explosivos, lo que generaba sobrerotura superiores al 10% como límite permisible en voladuras, afectando la productividad y los costos operativos. A través del seguimiento detallado y la implementación de mejoras en los procedimientos, se buscó optimizar las operaciones y alcanzar los objetivos proyectados.

Para el desarrollo de las actividades profesionales como asistente de perforación y voladura, se llevó a cabo la supervisión continua de la perforación y el correcto marcaje de mallas, además de ajustar el paralelismo de los taladros. También, se efectuó el control del carguío de explosivos para asegurar su correcta distribución y cumplir con los estándares de seguridad y eficiencia, según la propuesta de mejora al estándar operativo en labores horizontales de la Compañía minera Poderosa. Estas acciones permitieron reducir el porcentaje de sobrerotura a valores entre 9.77% y 11.03%, que son más cercanos al 10% permisible, además de mejorar el avance lineal, generando un impacto positivo en el rendimiento de las operaciones mineras.

Del mismo modo, se desarrollaron capacitaciones para el personal operativo, orientadas a mejorar sus habilidades en la perforación, marcaje de mallas y carguío de explosivos, logrando una mayor uniformidad en los resultados de voladura. Como resultado, se logró una reducción en los costos operativos y una mejora en la seguridad del personal, evidenciando un avance significativo hacia el cumplimiento de los objetivos de la empresa y la optimización de sus procesos productivos.

Palabras clave: Sobrerotura, malla de perforación, estándares, colaboradores, capacitaciones.

INTRODUCCIÓN

El rol del Asistente en Perforación y Voladura es crucial para optimizar las operaciones mineras, especialmente en la reducción de la sobrerotura, un desafío frecuente en labores subterráneas como la Rampa Liza del NV 2860. La responsabilidad del cargo se enfoca en garantizar que los procesos de perforación y voladura se realicen de manera precisa y eficiente, minimizando el desperdicio de materiales y optimizando el uso de explosivos. A través de la capacitación del personal, el monitoreo continuo de los resultados y la implementación de mejoras operativas, el asistente contribuye directamente a reducir los costos, mejorar la seguridad y asegurar un avance lineal acorde a los estándares establecidos.

Por ello, el trabajo de suficiencia profesional se desarrolló en cinco capítulos que se describen a continuación.

Capítulo I: Aspectos generales de la empresa o institución, donde se detalla la información general de la empresa contratista J&S, las principales actividades de la empresa, la reseña histórica, el organigrama de responsables y funciones de la empresa, la visión y misión, por último las bases legales o documentos administrativos para la operación de las actividades de la empresa.

Capítulo II: Aspectos generales de las actividades profesionales, contempla los antecedentes o diagnóstico situacional de las labores en la rampa Liza del nivel 2860, la identificación de oportunidades o necesidad en el área de actividad profesional, los objetivos de la actividad profesional como asistente de perforación y voladura, la justificación de la actividad profesional y los resultados esperados.

Capítulo III: Marco teórico, el cual describe las bases teóricas referente a la mecánica de rocas, la geomecánica, la perforación de rocas, corte o arranque, explosivos, voladura de rocas, voladura controlada y la sobrerotura.

Capítulo IV: Descripción de las actividades profesionales, donde se describen las actividades profesionales según el enfoque, el alcance, las actividades y los entregables de las actividades profesionales. También, se señalan los aspectos técnicos de la actividad profesional como la metodología, las técnicas, los instrumentos, los equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades profesionales. Por último, se presentó la ejecución de actividades según el cronograma describiendo el proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.

Capítulo V: Resultados, en el cual se presentan detalladamente los resultados finales de las actividades realizadas como asistente de perforación y voladura, junto a los logros alcanzados, las dificultades encontradas, el planteamiento de mejoras, el análisis y los aportes del bachiller en la empresa contratista J&S.

Asimismo, se adjuntan las conclusiones, así como recomendaciones del trabajo de suficiencia profesional como asistente de perforación y voladura. También, se adjuntan las referencias bibliográficas, los anexos y el panel fotográfico que evidencia las actividades profesionales en la empresa contratista.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

1.1. Datos generales de la empresa

Tabla 1. *Información de la empresa*

RUC	20453692851
Nombre de la empresa	J&S Contratistas Generales SAC
Tipo de empresa	Sociedad Anónima Cerrada
Actividad económica	Sector Minería
Número de trabajadores	300
Oficina central	Trujillo, La Libertad Valle Riestra N°1210 Urbanización San Fernando, Trujillo
Unidades minera	Minera Poderosa - Unidad Santa María
Fecha de creación	2001
Gerente General	Sánchez Alfaro José Martin

1.1.1. Ubicación y accesibilidad

J&S Contratistas Generales realiza trabajos especializados en minería para la empresa minera aurífera Poderosa y la unidad donde se labora se ubica en la provincia de Pataz aproximadamente a 320 km de la ciudad de Trujillo, en la región de La Libertad.

La mina de la ciudad de Trujillo es accesible desde:

- Huancayo – Lima: 305 km de distancia por la carretera longitudinal de la sierra sur: carretera 3S y carretera 22, a 8 horas en bus
- Lima – Trujillo: 556.5 km de distancia por la carretera Panamericana Norte, ruta nacional PE-1N a 9 horas en bus
- Trujillo – Chagual: Vuelo de 40 minutos al aeródromo de Chagual
- Aeródromo Chagual a Mina: 40 minutos en camioneta

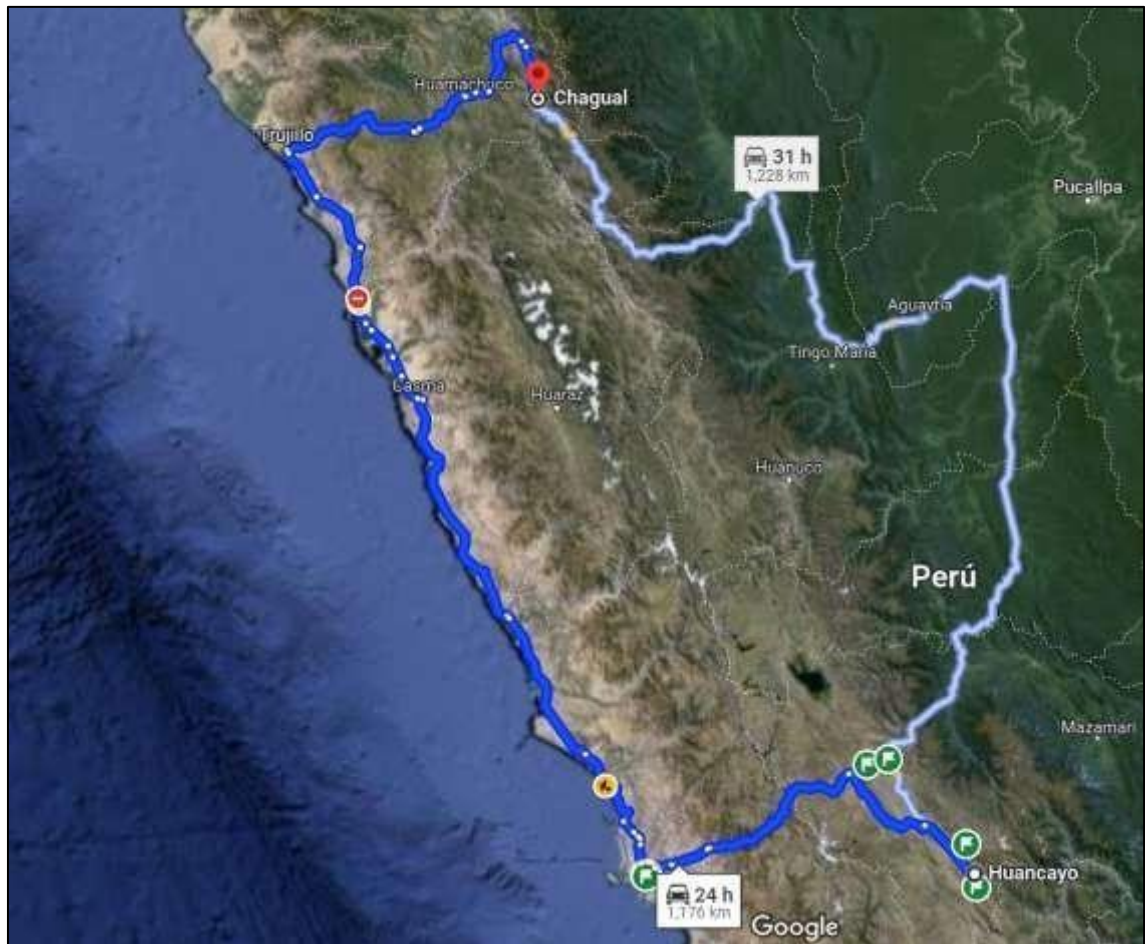


Figura 1. Accesibilidad: Huancayo - Chagual, Trujillo
Fuente: Google Maps

1.2. Actividades principales de la empresa

La empresa J&S Contratistas Generales SAC es una empresa peruana especializada en brindar servicios para la industria minera. Por ello, sus principales actividades incluyen el desarrollo de proyectos de ingeniería y construcción, el mantenimiento de infraestructura minera, la prestación de servicios de apoyo logístico y técnico en diversas operaciones mineras del Perú. A continuación, se describen las principales actividades de la empresa contratista.

1.2.1. Desarrollo de ingeniería de proyectos y construcción

La empresa contratista realiza la planificación, diseño, ejecución y operación en interior mina. Dentro de ello, está el ciclo de minado, cuyas actividades rutinarias se realizan en base a una programación para cada labor, debidamente supervisados por el personal de primera línea.

➤ Perforación y voladura

El ciclo de perforación requiere y se basa en el diseño de la malla de perforación, la perforación de taladros y el respectivo control de calidad. El ciclo de voladura se compone de la carga de explosivos y la planificación de la secuencia de detonación

para controlar el fracturamiento de la roca y minimizar el daño a la estructura de la mina.

➤ **Ventilación**

Ciclo que corresponde a la eliminación de gases tóxicos tras la voladura de rocas y se inspecciona la seguridad de la zona antes del ingreso del personal para continuar con las operaciones de extracción y carga del material fragmentado.

➤ **Desate**

Este procedimiento es importante para mantener la integridad estructural de las excavaciones, así como proteger al personal y los equipos dentro de la mina. Por ello, este ciclo implica la eliminación de rocas sueltas o inestables del techo y las paredes de los túneles y galerías subterráneas. Se puede llevar a cabo manualmente con barras de acero o herramientas mecánicas para evitar desprendimientos que puedan ocasionar accidentes.

➤ **Limpieza**

La limpieza en interior mina es un proceso esencial para mantener la operatividad y la seguridad en las galerías y túneles. Ello implica la remoción de escombros, polvo, barro y otros materiales que se acumulan durante las actividades de perforación y voladura, utilizando equipos especializados y sistemas de transporte. Además, la limpieza regular previene el riesgo de accidentes facilita el movimiento de maquinaria y personal, así como contribuye a la adecuada ventilación y control de contaminantes en el ambiente subterráneo.

➤ **Carguío**

Procedimiento que consiste en recoger y cargar el material fragmentado, como mineral o escombros, después de las operaciones de perforación y voladura. Para ello, se emplea maquinaria especializada, como cargadores frontales y camiones de bajo perfil. Este proceso es crucial para mantener la continuidad de las labores, garantizando que el material extraído se mueva de manera eficiente hacia las plantas de procesamiento.

➤ **Acarreo**

Procedimiento de transporte del material extraído, como mineral o escombros, desde el punto de extracción hasta la superficie o hacia las estaciones de transferencia dentro de la mina. Para ello, se emplean equipos de transporte especializados o sistemas de cintas transportadoras, donde el material es movido eficientemente a lo largo de los túneles y galerías. Este proceso es esencial para garantizar que el material se entregue de manera oportuna a las plantas de procesamiento o áreas de almacenamiento.

➤ **Sostenimiento**

Conjunto de técnicas y estructuras utilizadas para estabilizar las paredes y los techos de las galerías y túneles, con la finalidad de garantizar la seguridad estructural de la excavación. Este proceso consiste en la instalación de soportes como pernos de anclaje, mallas metálicas, marcos de acero, y el uso de concreto proyectado (shotcrete) para reforzar las superficies rocosas. El sostenimiento es crucial para prevenir derrumbes y desprendimientos, proteger a los trabajadores y equipos, y permitir un entorno de trabajo seguro y eficiente. La elección de los métodos y materiales de sostenimiento depende de las condiciones geológicas y las características específicas de cada mina.

1.2.2. Mantenimiento de infraestructura minera

Abarca el mantenimiento preventivo y correctivo de las infraestructuras mineras, con la finalidad de asegurar la operación eficiente y segura de las instalaciones. El mantenimiento descrito incluye el mantenimiento mecánico y eléctrico en los sistemas de transporte de mineral, los equipos de procesamiento y las reparaciones de infraestructura crítica en minas de tajo abierto y subterráneo, ya que la empresa contratista cuenta con talleres y personal capacitado para asegurar la operación eficiente de los equipos con interrupciones mínimas.

1.2.3. Servicios de apoyo logístico y técnico

La empresa contratista ofrece una variedad de servicios de apoyo que incluyen el manejo de materiales, transporte y servicios de soporte técnico en las operaciones diarias de las minas, para mantener la continuidad operativa y la eficiencia en las operaciones mineras.

Los proyectos mineros de la región Cajamarca y Áncash contaron con el servicio de apoyo logístico, y técnico en el área de transportes y suministros de materiales.

Dentro de este servicio logístico y técnico, se encuentran los servicios de:

➤ **Alquiler de maquinaria pesada**

La compañía dispone de una flota de maquinaria pesada que alquila a diversas empresas del sector como; excavadoras, cargadores frontales, camiones de volteo, entre otros que son necesarios para las operaciones mineras.

➤ **Servicios de transporte**

J&S brinda servicios de transporte de materiales, insumos y equipos tanto dentro como fuera de las áreas mineras. Servicio que se considera primordial para la logística y el flujo continuo de las operaciones de proyectos a gran escala

➤ **Consultoría y asesoría técnica**

En proyectos mineros, colabora con los clientes en la planificación, la ejecución y la optimización de operaciones mineras, que incluye estudios de ingeniería como geotécnica, topografía y otros para los informes técnicos.

➤ **Gestión ambiental y de seguridad**

J&S tiene un fuerte compromiso con la gestión ambiental y la seguridad en sus operaciones, por lo que implementan programas de gestión ambiental para minimizar el impacto de sus actividades y adoptan rigurosos estándares de seguridad para proteger a sus trabajadores y a las comunidades locales.

➤ **Proyectos de desarrollo comunitario**

Además de sus actividades principales, JYS se involucra en proyectos de desarrollo comunitario, trabajando en conjunto con las comunidades cercanas a sus áreas de operación para promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

1.3. Reseña histórica de la empresa

J&S Contratistas Generales SAC se conformó como una empresa destinada a brindar servicios generales en minería, construcción y movimiento de tierras. Las actividades como contratista minero iniciaron en el año 1992.

En el año 2001, J&S empezó sus operaciones ejecutando obras de movimiento de tierras como subcontratista de la Minera Yanacocha, y en los diques de contención de la zona baja del departamento de Piura junto al Ministerio de Agricultura.

A inicios del año 2004, las operaciones de J&S Contratistas se centralizaron en el norte del país, ejecutando las obras de cierre como la Mina “El Extraño” en Áncash, así como los servicios generales que brindan a la Compañía Minera Poderosa S.A.

1.4. Organigrama de la empresa

La figura muestra el organigrama de organización de la empresa J&S contratistas generales SAC.

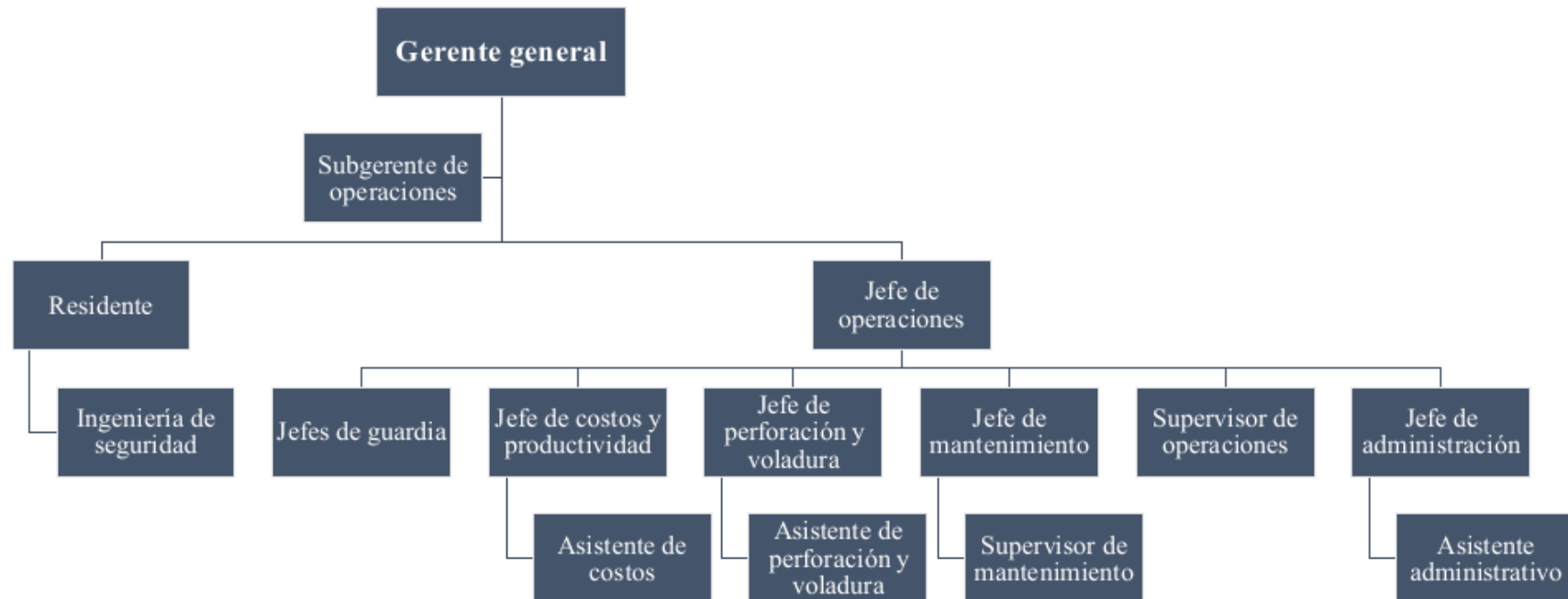


Figura 2. Organigrama de J&S contratistas generales SAC

1.5. Visión y misión

1.5.1 Visión

Ser la empresa líder en exploración, desarrollo, preparación, explotación y servicios generales para la minería; ser una empresa comprometida con la creación de valor para nuestros clientes, accionistas y trabajadores

1.5.2. Misión

- Realizar en las labores diarias, la mejora continua de los procesos buscando eficiencia y eficacia
- Brindar servicios de calidad garantizando la seguridad e integridad del personal y los equipos, evidenciando el compromiso responsable con el medio ambiente
- Asegurar la rentabilidad de la inversión de los clientes inversionistas, con la finalidad de lograr una empresa con desarrollo sostenible
- Fomentar el trabajo en equipo, por medio de capacitaciones a todo el personal para promover el desarrollo personal y profesional

1.5.3. Valores institucionales

Los valores que se practican y evidencian en cada servicio que ofrece la contrata minera son confianza, integridad, trabajo en equipo, transparencia, mejora continua y profesionalismo.

1.6. Bases legales o documentos administrativos

J&S contratistas generales SAC vinculada al servicio de planeamiento y explotación que incluye operaciones mineras, cumple con las leyes del estado entre los cuales se destacan.

Tabla 2. Leyes y reglamentos de operaciones en minería

D.S. N°024-2016-EM	Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería
D.S. N°023-2017-EM	Modificación de diversos artículos y anexos del Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, aprobado por D.S. N°024-2016-EM
Ley 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo

1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales

La empresa J&S contratistas generales SAC, en la Unidad Minera Poderosa S.A, se encuentra el área de la Gerencia general seguido de la Gerencia de operaciones, residencia y el área de soporte de Operaciones mina. En el área de PERVOL, desempeñé labores como asistente de perforación y voladura siendo el responsable de capacitar al personal, revisar y verificar el cumplimiento de la malla de perforación en la sección según el estándar, verificar el carguío de explosivos, así como la elaboración de indicadores de acuerdo con el programa y entrega de informes semanales del plan de mejora.

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

➤ **Nombre del cargo:**

Asistente de perforación y voladura

➤ **Finalidad del cargo:**

Control de la perforación y voladura de las labores a cargo

➤ **Responsabilidades o funciones:**

- Capacitar a los operadores y personal de piso en perforación de frentes y el correcto carguío
- Elaborar, entregar y exponer los reportes de sección programa de acuerdo con el estándar y sección ejecutada durante la guardia con el propósito de obtener mejoras en el porcentaje de sobrerotura
- Calcular el factor de carga y hacer de conocimiento en las reuniones de reparto de guardia y productividad
- Elaborar y presentar informes semanales como propuestas de mejoras para controlar la sobrerotura, y los metros de avance al área de PERVOL y al jefe de mina

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

El área de operaciones de la empresa J&S contratistas generales SAC abarca las labores de exploración y desarrollo, preparación, operación y proyectos.

De estos, en las labores de desarrollo, se tuvo designado la rampa Liza del NV 2860 que es una de las labores más importante, ya que permitió llevar a cabo las labores de exploración preparación, operación y tajeos que están en los niveles inferiores.

Durante el ciclo de minado en el proceso de perforación y voladura de la labor en la Rampa Liza del NV 2860, se observaron desviaciones como la sobrerotura, cuyo valor máximo alcanzado fue el 20.51% de sobrerotura en una guardia, además de la fragmentación después de la voladura. De la misma forma, se observaron deficiencias en el control de la carga explosiva del frente de la labor y el mal pintado de la malla de perforación. Como consecuencia, se pudo evidenciar la ineficiencia durante la limpieza con el scoop, el sostenimiento (mallas dañadas) y el avance por disparo, lo que genera una pérdida para la contrata y para el titular minero.

Para controlar y reducir las deficiencias descritas en la actividad de perforación y voladura, se realizó el seguimiento y registro minucioso de la labor con el fin de presentarlos en un informe detallado con las propuestas de mejora para poder cumplir con la sección programada, avance programado, y no perjudicar a las siguientes fases desde la limpieza hasta el sostenimiento.

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

De acuerdo con los antecedentes del párrafo anterior, se observó la necesidad de poner énfasis en:

- Realizar el control de perforación
 - Seguimiento del marcado de malla de perforación según el diseño
 - Control de carga de explosivos (factor de carga) y control de número de taladros
 - Generar reporte del avance para la elaboración de los informes
 - Verificar el paralelismo en la perforación
 - Propuestas de mejora el estándar de la malla de perforación para el tipo de roca.
- Realizar el control de voladura
 - Control de la eficiencia de los disparos (m/lineal por número de disparos) realizados en la labor
 - Control de limpieza con el scoop según el desmonte generado
 - Verificación del sostenimiento

2.3. Objetivos de la actividad profesional

El objetivo central de la actividad profesional fue reducir el porcentaje de sobrerotura al límite permisible del 10%, a través del seguimiento y el control de la perforación y voladura en la rampa Liza del NV 2860, para la emisión del reporte diario detallado y la elaboración de informes semanales de los avances adjuntando las propuestas de mejora a fin de alcanzar los indicadores programados del mes.

2.4. Justificación de la actividad profesional

El informe de suficiencia profesional tiene por finalidad aportar información técnica en cuanto a las labores como asistente de perforación, así como voladura en el registro y control de las labores de la guardia asignada en la rampa Liza del NV 2860. Así como en la elaboración y presentación de reportes diarios e informes semanales con el avance (metros lineales) y las propuestas de mejora para el alineamiento con los indicadores programados para las actividades diarias, semanales y mensuales de la empresa contratista.

La actividad profesional del bachiller se justifica con los registros, reportes e informes de avance lineal y en los tajos, que incluye los complementos de seguimiento a la perforación, marcado de malla y carguío de explosivos según el tipo de roca.

De esta forma, es necesario resaltar que todas las actividades realizadas en superficie y las labores realizadas en el interior de mina cumplieron y se respaldaron con los reglamentos y leyes que rigen para las minas a nivel nacional. Entre estos, se destaca el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, así como sus modificatorias, con la ley N°29783 de seguridad y salud en el trabajo.

Asimismo, la actividad profesional se justifica con las boletas de pago que emitió la empresa contratista y que el bachiller percibió desde el inicio del contrato hasta la fecha de término que va desde febrero del 2022 a junio del 2023.

2.5. Resultados esperados

Los resultados esperados de la actividad profesional fueron.

- Controlar la sobrerotura de la Rampa Liza NV 2860 de acuerdo con el estándar y al programa semanal y mensual.
- Control de carguío de explosivos, taladros y pernos
- Verificación y aprobación el pintado de las mallas de perforación junto al jefe de PERVOL
- Calcular el factor de carga en las labores lineales
- Realizar el seguimiento de las labores en cada guardia
- Participar en las reuniones con el jefe de PERVOL de la compañía

- Elaborar, presentar y exponer los reportes detallados de sobrerotura y dilución de cada guardia, en las reuniones de productividad
- Presentar informes semanales con propuestas de mejoras para controlar la sobrerotura y el avance de la labore en metros lineales

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Perforación de rocas

La perforación de rocas es el primer paso para la preparación de una voladura y tiene como objetivo hacer perforaciones en la roca para colocar los explosivos junto con sus accesorios, como iniciadores y barrenos o blast holes. Esta actividad se basa en los principios de percusión y rotación, donde el impacto y la fricción rompen, así como desgastan la roca en un área equivalente al diámetro de la broca y hasta la profundidad que permite el barreno utilizado. Así, se destaca que la eficacia de la perforación radica en lograr la mayor penetración con el menor costo posible (1).

Los factores como la resistencia al corte y la abrasividad son relevantes para la perforación del macizo rocoso, donde la resistencia al corte afecta la facilidad y velocidad de penetración, mientras que la abrasividad influye en el desgaste de la broca que puede reducir el diámetro final de los taladros (1).

3.1.1. Condiciones de perforación

Para lograr una voladura eficaz, es importante que la perforación mantenga un buen paralelismo y una distribución adecuada de los taladros. Sin embargo, en muchas minas, la supervisión de esta operación no se realiza de forma óptima, lo que da lugar a problemas en la calidad del trabajo, como taladros desviados, mayor separación entre ellos y longitudes irregulares, entre otros. Esto reduce la eficiencia de la energía explosiva. La calidad de los taladros se evalúa considerando su diámetro, longitud, rectitud y estabilidad (1).

3.1.2. Fallas de perforación en taladros

Las fallas en perforación en los taladros son problemas que pueden surgir durante el proceso de perforación que afecta a la eficiencia, la seguridad y la calidad del trabajo realizado (2).

A. Fallas de perforación en taladros de mayor diámetro

Las operaciones de perforación en bancos, se pueden presentar diversos problemas como el espaciado incorrecto entre los taladros, desviaciones en la trayectoria, variaciones en el diámetro interior debido a terrenos blandos o inestables, la caída de escombros y la sobre perforación, que usualmente excede entre un 10% y 12% el nivel del piso del banco (1).

B. Fallas de perforación en taladros de menor diámetro

- **Arranques** ocurre cuando el diámetro y el número de taladros de alivio es insuficiente.
- **Desviaciones en paralelismo** ocurren porque el burden no se mantiene uniforme, resulta mayor al fondo afectando el fracturamiento y el avance. Esta falla afecta en los arranques y techos de los túneles y galerías.
- **Espaciamiento irregular entre taladros** producen una fragmentación gruesa o el soplo de explosivos.
- **Longitud irregular de taladros** afecta el avance y forma una nueva carga irregular, cuando el alivio es muy corto.
- **Intercepción de taladros** influye en la distribución de la carga explosiva en el cuerpo de la roca.
- **Sobrecarga** ocurre por la apertura de un mayor a la necesaria del número de taladros o generación de diámetros mayores que producen la sobrecarga y golpean a las rocas adyacentes (1).

3.1.3. Perforación convencional

Se utilizan taladros dispuestos en paralelo o en ángulo para perforar directamente el frente o cara libre de la sección, siguiendo el método de túnel en bancos circulares. Un primer conjunto de taladros de arranque crea una cavidad inicial; luego, se emplean taladros de rotura distribuidos alrededor de esta cavidad para definir la sección del frente mediante taladros periféricos. La profundidad de perforación, determinada por la longitud de los taladros, está limitada por el ancho de la sección (3).

3.1.4. Distribución y denominación de taladros

El patrón de distribución de los taladros y la secuencia en que se perforan varían según el tipo de roca y el equipo utilizado (1). El Manual EXS recomienda la siguiente distribución de los taladros desde la vista de perfil y de frente.

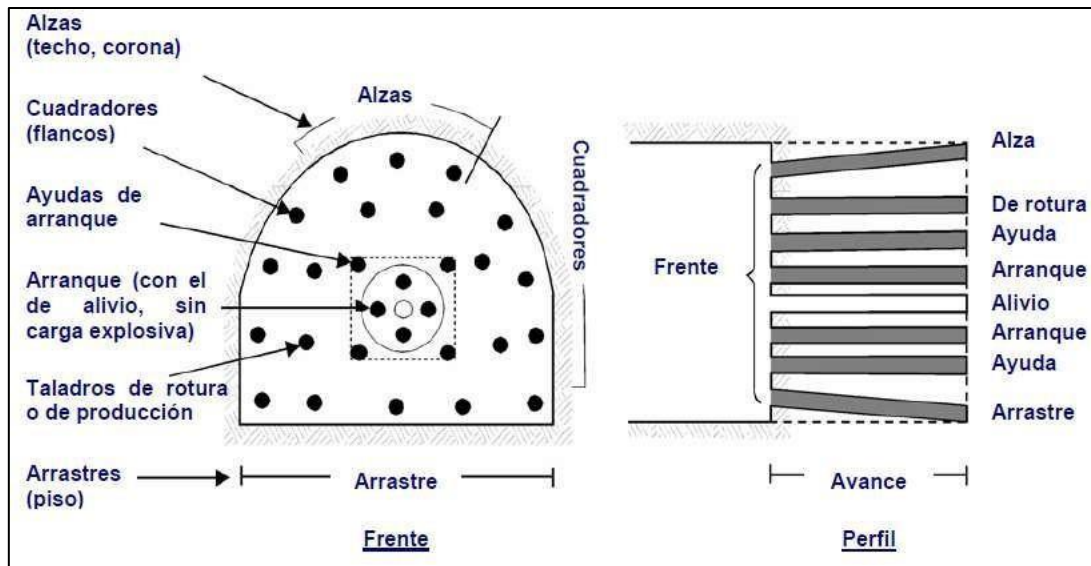


Figura 3. Distribución de los taladros
Fuente: (1)

3.2. Corte o arranque

La finalidad es generar una segunda cara libre que facilita la posterior fractura del resto de la sección. Una vez creada una cavidad en el frente del túnel, este se convierte en un banco anular. La profundidad debe coincidir con la longitud del avance por disparo, y su posición afecta la proyección del material removido, el consumo de explosivos y la cantidad de taladros por disparo (1).

➤ Arranques con taladros paralelos - corte cilíndrico

En este tipo de arranque, los taladros de alivio tienen un mayor diámetro por lo cual se produce una mayor abertura cilíndrica y se obtiene un mayor avance respecto al corte quemado. Actualmente, es el tipo de corte mayormente aplicado.

Los taladros de alivio se perforan utilizando escariadoras que se juntan a las mismas varillas empleadas para perforar los taladros de voladura. Los taladros se ubican cerca, alineados y paralelos unos de otros (4). La figura muestra la distribución de los taladros para el corte cilíndrico.

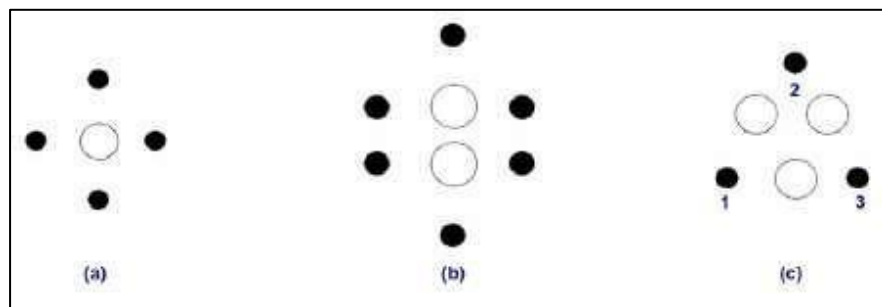


Figura 4. Distribución de taladros para el corte cilíndrico
Fuente: (1)

El arranque cilíndrico más aplicado es el que tiene cuatro secciones porque presenta un sencillo replanteo y ejecución, como el que se aplicó durante las actividades profesionales.

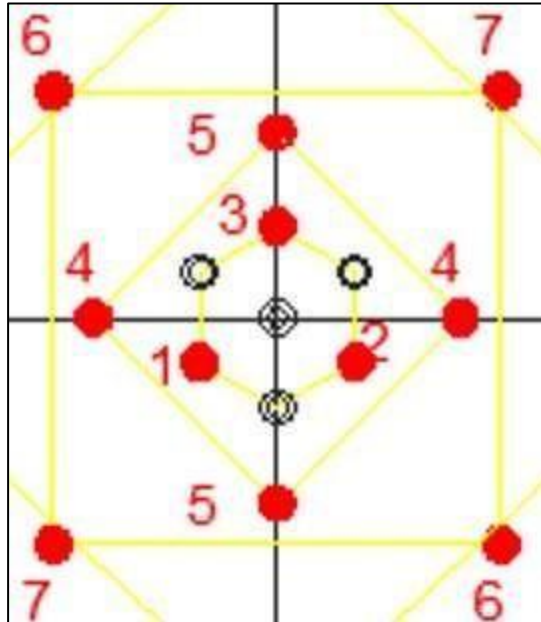


Figura 5. Arranque cilíndrico de 4 secciones
Fuente: (5)

3.3. Explosivos

Los explosivos son sustancias o mezclas de sustancias que, bajo la acción de un estímulo externo (como calor, choque, o fricción), experimentan una rápida reacción química produciendo un gran volumen de gases a alta temperatura y presión. Estos gases expanden rápidamente, generando una onda de choque y ejerciendo una presión extrema sobre el entorno, lo que causa la fractura y desplazamiento del material circundante. En la industria de perforación y voladura, los explosivos son fundamentales para la fragmentación de rocas y otros materiales sólidos (4).

3.3.1. Tipos de explosivos

➤ Explosivos químicos

Explosivos de baja velocidad (deflagrantes), estos explosivos queman rápidamente pero no detonan.

Ejemplos: incluyen la pólvora negra y algunos tipos de propelentes.

➤ Explosivos de alta velocidad (detonantes)

Estos explosivos detonan, produciendo una onda de choque. Son ampliamente utilizados en minería y construcción.

➤ **Explosivos comerciales**

- **Dinamitas:** son mezclas de nitroglicerina y otros materiales absorbentes. Son versátiles y potentes, pero menos estables que otros explosivos modernos.
- **Anfo:** mezcla de nitrato de amonio y fuel oil. Es seguro, económico y utilizado en minería a tajo abierto.
- **Emulsiones explosivas:** mezclas de nitrato de amonio y otros oxidantes, se encuentra en fase acuosa dispersa y oleosa. Ofrecen alta seguridad y rendimiento (6).

La tabla siguiente muestra las propiedades de las emulsiones que se emplean para la voladura de la rampa Liza 2860, antes de la propuesta de mejora.

Tabla 3. *Propiedades de las emulsiones frecuentes para la voladura en la*

		Emulnor 500	Emulnor 1000	Emulnor 3000	Emulnor 5000
Densidad relativa (gr/cm³)		0.9	1.13	1.14	1.16
Velocidad de detonación (m/s)	Confinado	4400	5800	5700	5500
	Sin confinar	3500	4500	4400	4200
Presión de detonación (kbar)		44	95	93	88
Energía (kcal/kg)		628	785	920	1010
Volumen normal de gases (L/kg)		952	920	880	870
Potencia relativa en peso (%)		63	85	100	105
Potencia relativa en volumen (%)		75	120	145	155
Sensibilidad al fulminante		Nº 8	Nº 8	Nº 8	Nº 8
Resistencia al agua		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Categoría de humos		Primera	Primera	Primera	Primera

Fuente: (6)

- **Geles explosivos:** son similares a las emulsiones, pero tienen una consistencia gelatinosa. Son resistentes al agua y adecuados para entornos húmedos.

➤ **Explosivos especiales**

- **Explosivos plásticos:** son explosivos moldeables que contienen una mezcla de alta potencia.
- **Explosivos de Aire (ANFO Gel):** mezclas de aire y combustibles, diseñados para ambientes específicos como minas subterráneas.

3.3.2. Factores para seleccionar explosivos

- **Seguridad,** verificar la estabilidad del explosivo durante el transporte, el almacenamiento y la manipulación
- **Potencia,** identificar la capacidad de carga del explosivo para fragmentar la roca

- **Velocidad de detonación**, verificar la rapidez con la que la onda de choque se propaga a través del explosivo
- **Densidad**, identificar la cantidad de energía liberada por unidad de volumen
- **Resistencia al agua**: factor importante en ambientes húmedos o bajo el agua
- **Costo**: incluye el costo del explosivo y los costos operativos asociados

3.6. Voladura de rocas

La voladura de rocas es una técnica de ingeniería utilizada para fragmentar y remover masas de roca mediante el uso de explosivos. Este proceso se emplea en minería, construcción de túneles, y obras civiles para facilitar la excavación y el movimiento de grandes volúmenes de roca. La voladura eficiente requiere un diseño cuidadoso de los patrones de perforación y la selección adecuada de explosivos para controlar la fragmentación y minimizar los impactos ambientales y estructurales (7).

La planificación del movimiento y almacenamiento del material volado se realiza teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las palas y los equipos disponibles para las tareas de carga y acarreo. En el proceso de voladura de rocas, existen tanto variables controlables como no controlables. Entre las variables controlables, se encuentran el diseño del patrón de perforación y voladura, así como el tipo de explosivo seleccionado; las variables que no se pueden controlar incluyen las características del macizo rocoso y la geología del lugar (1).

3.6.1. Voladura controlada

La voladura controlada es una técnica utilizada para minimizar los daños colaterales y la propagación de vibraciones durante el proceso de voladura. Se emplea especialmente en áreas sensibles y en voladuras subterráneas. Incluye métodos como la voladura de precorte y la voladura de contorno, que ayudan a proteger las estructuras adyacentes y a mantener la integridad de las paredes de los túneles o las excavaciones (8).

Mendoza afirma que la voladura controlada es la mejor manera de evitar daños a las paredes causados por las fuerzas de la energía explosiva. Por lo tanto, se sugiere elegir explosivos que produzcan iguales o menores tensiones en las paredes del taladro, respecto a la resistencia dinámica a la compresión de la roca. La curva de presión en función del tiempo (P-t) de un explosivo puede alterarse debido al desacoplamiento dentro del taladro. Para diseñar una voladura controlada, se deben evaluar dos opciones: definir la voladura a partir del análisis de la velocidad crítica de la roca o reducir la presión ejercida sobre las paredes del taladro (9).

Las voladuras controladas resultan más costosas que las voladuras convencionales; sin embargo, ofrecen la ventaja de disminuir la sobreexcavación y lograr una fragmentación más fina del material. Según Gustafsson, los factores que impactan en el costo de una voladura

controlada pueden evaluarse considerando aspectos como las cargas coordinadas permitidas, la perforación específica, las cargas aplicadas, el número de barrenos, las áreas a limpiar, los materiales de protección y la capacidad de trabajo en un tiempo determinado (10).

3.6.2. Parámetros de voladura controlada

➤ Explosivos para voladura controlada

Hoy en día, los fabricantes han desarrollado explosivos disponibles en diversos cartuchos diseñados para facilitar y agilizar la carga de los taladros (4).

La tabla presenta las características de los explosivos empleados para la voladura controlada en la rampa Liza NV2860.

Tabla 4. *Explosivos empleados en la voladura de la rampa Liza NV2860*

	EMULNOR 3000 1 1/4*12	EMULNOR 1000 1 1/8*12	EMULNOR 500 1 1/8*12	
Longitud	25.8	25.8	25.8	cm
Densidad	1.14	1.13	0.9	g/cm ³
Peso	0.27	0.22	0.16	gr
VD	5,700	5,800	4,400	m/s

Fuente: (5)

3.8. Sobrerotura

La sobrerotura es un fenómeno que ocurre cuando la voladura causa una fracturación excesiva fuera del área prevista. Esto puede resultar en daños a la estructura adyacente, inestabilidad en las paredes del túnel, y pérdida de material útil. Las técnicas de voladura controlada y el ajuste preciso de los parámetros de perforación y voladura son esenciales para prevenir la sobrerotura (10).

La sobrerotura tiene desventajas que afectan los tiempos y costos de las actividades de limpieza, el transporte del material volado, el sostenimiento de la estructura y la seguridad tanto del personal como de los equipos en la zona de trabajo. Para prevenir la sobrerotura, se emplea la técnica de voladura controlada, la cual implica perforar un mayor número de taladros de contorno, lo que aumenta los costos de perforación (10).

Por ello, la sobrerotura se puede calcular con la siguiente fórmula.

$$Sr (\%) = \frac{Rr - Rt}{Rt} * 100$$

$$Rr = Ar * Lr$$

$$Rt = At * Lr$$

Donde:

Sr, es el porcentaje de sobrerotura (%)

Rr, es la rotura real después de la voladura (m^3)

Rt, es la rotura teórica según el diseño (m^3)

Ar, es el área promedio real de la sección (m^2)

At, es el área teórica de la sección (m^2)

Lr, es el avance efectivo del disparo (m)

Sr, es el porcentaje de sobrerotura (%)

Rr, es la rotura real después de la voladura (m^3)

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades profesionales se enfocan en el control de sobrerotura en las labores lineales de la rampa Liza del NV 2860, por medio de las actividades de control de perforación y voladura que se describen en las siguientes líneas.

Para el control de perforación, el enfoque profesional fue la inspección y supervisión que se reflejan en reportes e informes técnicos escritos y expositivos. En el caso del primero, se realizó el control del pintado de malla de perforación. En el caso del segundo, se realizó la aprobación del paralelismo de perforación de acuerdo con el estándar por el titular minero y según la propuesta de mejora para el control de sobrerotura.

Para el control de voladura, el enfoque profesional fue la evaluación y supervisión que también se reflejan en reportes e informes técnicos escritos y expositivos. En el primer caso, se evaluó el correcto carguío de explosivos tomando en cuenta el factor de carga. En el segundo caso, se verificó la eficiencia de avance según el estándar.

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El principal alcance de la actividad profesional es controlar la sobrerotura en la rampa Liza del NV 2860, considerando el pintado de malla de perforación, el óptimo paralelismo de perforación, el carguío de explosivos teniendo en cuenta el factor de carga según el estándar de perforación y voladura; a fin de cumplir con las metas proyectadas (metros lineales de avance).

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Los documentos de inspección, supervisión y aprobación de las labores que fueron elaborados y entregados por el bachiller de acuerdo con los requerimientos de la empresa contratista fueron en una frecuencia semanal

Entregables semanales

Los entregables semanales responden a los reportes donde se evidencia el alto porcentaje de sobrerotura. En la figura, se muestra el reporte semanal que se registró durante la supervisión en la rampa Liza del NV 2860.

✓ 1er reporte semanal

Se desarrolló en las 4 semanas del mes de noviembre de 2022. En la figura, se muestra los valores del porcentaje de sobrerotura, desde el 7 de noviembre al 13 de noviembre, el cual supera el 10% de rotura, con valores entre 13.56% a 20.51% que señalan

variaciones de 3.56% a 10.51% superiores, al estándar permitido.

[illegible]

Figura 6. 1er reporte semanal de evaluación de deficiencias

Fuente: (12)

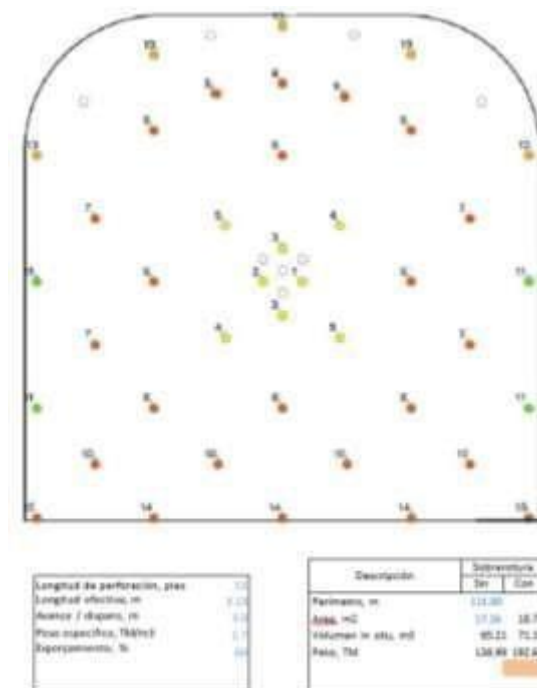


Figura 7. Estándar inicial de perforación para rampa 4.0 x 4.5 m



Figura 8. Rampa Liza NV2860 resultado de una voladura deficiente

✓ 2do reporte semanal

La figura muestra la propuesta de mejora del estándar de perforación.

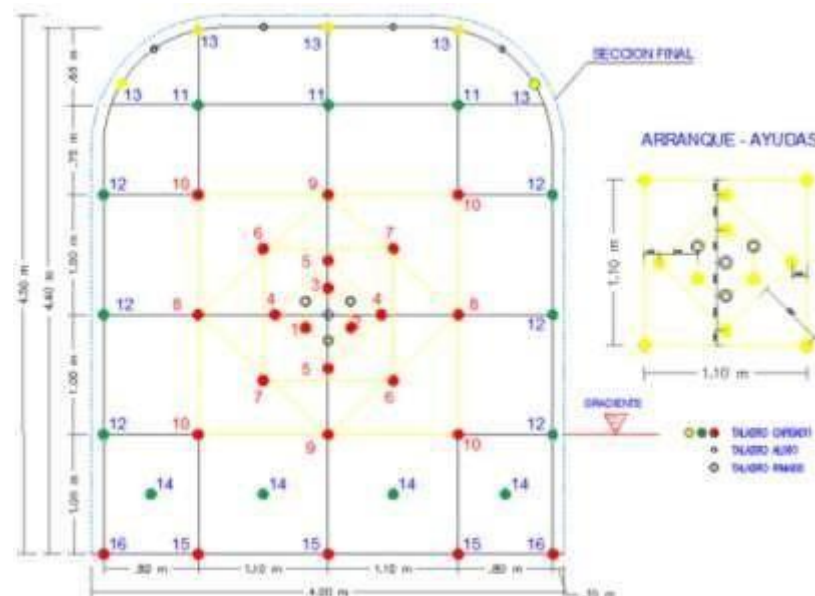


Figura 9. Estándar de perforación para rampa 4.0 x 4.5 m, propuesta de mejora

Registro de resultados después de la voladura, teniendo en cuenta que se realizaron las capacitaciones y el seguimiento al personal de operaciones, durante el marcado de la malla de perforación, en el proceso de perforación y el carguío del frente de acuerdo con la propuesta de mejora del estándar.

En la figura, se puede apreciar la reducción de la sobrerotura a valores entre 11.11% a 14.35% en la semana del 3 de enero de 2023 al 9 de enero del 2023.



Figura 10. 2do reporte semanal de evaluación de resultados tras la capacitación

Fuente: (12)



Figura 11. Seguimiento del paralelismo durante la perforación

✓ 3er reporte de semanal

Mejoras en la reducción de sobrerotura, la figura muestra la reducción del porcentaje de sobrerotura con valores de 9.77% a 11.03%, con variaciones de -0.23% y 1.03% que se acercan al 10% del estándar permitido

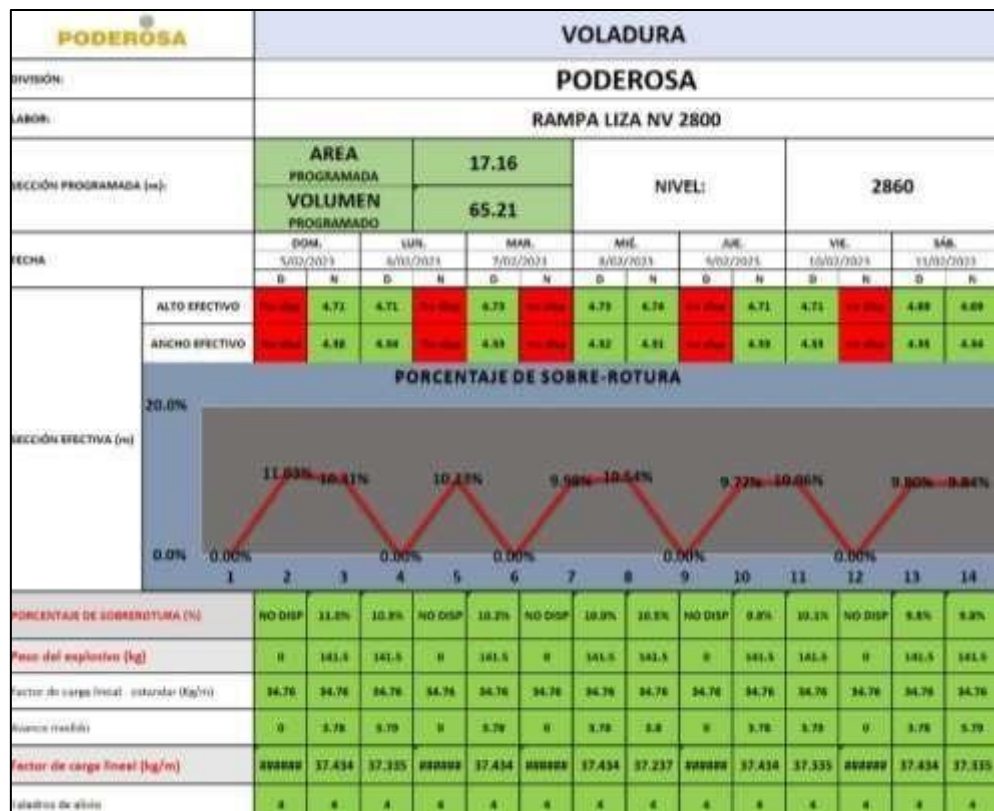


Figura 12. 3er reporte semanal de mejoras en la sobrerotura

Fuente: (12)



Figura 13. Carguío de la rampa Liza NV2860



Figura 14. Resultado de una voladura controlada Rampa Liza NV 2860

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodología

➤ Tipo

La investigación aplicada se basa en la utilización y aplicación de conocimientos adquiridos, además de obtener otros con la implementación y sistematización de la práctica basada en investigación (13). De esta forma, la investigación corresponde al tipo aplicada, ya que se aplicaron los conocimientos referentes al diseño de malla de perforación y voladura controlada para reducir la sobrerotura, así como el hecho de adquirir nuevos conocimientos y habilidades técnico - prácticas a partir de esta aplicación.

➤ Nivel

El nivel de investigación descriptivo permite conocer las características de un fenómeno y lo que se busca, exponiendo su presencia en un determinado entorno (14). Es así como el nivel de investigación es descriptivo porque se dan a conocer el diseño y los componentes a detalle para alcanzar una perforación y voladura controlada como resultados del control de sobrerotura.

➤ Diseño

El diseño experimental manipula las variables para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente, dentro de una situación de control para el investigador. De este

modo, la investigación responde al diseño experimental, debido a que se realizó el diseño de la malla de perforación y voladura como propuesta de mejora para controlar la sobrerotura en las labores lineales.

4.2.2. Técnicas

Las técnicas aplicadas para desarrollar el trabajo de suficiencia profesional fueron la revisión, observación, coordinación, experimento y verificación que se detallan a continuación.

➤ **Revisión**

La revisión de la información de los trabajos de perforación y voladura se realizó antes durante y después de cada guardia, para la monitoreo, verificación y registro de todas las ocurrencias que puedan influir en las siguientes guardias y trabajos.

➤ **Observación**

La técnica de observación se aplicó antes, durante y después de los trabajos de perforación y voladura, para registrar todos los detalles y ocurrencias de cada guardia en la rampa Liza Nv 2860, así como en el monitoreo y supervisión.

➤ **Coordinación**

Técnica mediante la cual se coordinaron los trabajos de las labores en cada guardia entre las áreas que están a cargo del jefe de operaciones, el jefe de perforación y voladura, y los colaboradores

➤ **Experimento**

Técnica en la que se desarrolló la propuesta de mejora para controlar la sobrerotura en la rampa Liza Nv 2860, donde se propuso la implementación de una nueva malla de perforación

➤ **Verificación**

Técnica mediante la cual se verificó la eficiencia de la nueva malla de perforación como propuesta de mejora para el control de la sobrerotura en la rampa Liza NV2860

4.2.3. Instrumentos

Los instrumentos empleados para el desarrollo de las actividades profesionales y el cumplimiento de las funciones fueron los siguientes.

➤ **Estándar de perforación y voladura**

El cual incluye la información de

- Objetivos, alcance, referencias legales y otras normas
- Especificaciones del estándar
- Responsables
- Formatos, controles y documentación

- Revisión
- **Normativas peruanas**
 - Ley N°29783 “Ley de seguridad y salud en el trabajo”
 - D.S. N° 024-2017-EM y la Modificatoria D.S. 023-2017-EM “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”
 - Reglamentos internos de la empresa
- **Reportes e informes**
 - Los cuales contienen información del avance en la rampa Liza del NV 2860

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos y materiales utilizados para el desarrollo de las actividades profesionales fueron las siguientes.

- **Trabajo en oficina**
 - Equipo de cómputo e impresora
 - Formatos para el registro de información: ingresos y salidas de guardia, avance de labores
 - Radio de comunicación
 - Celular con cámara digital
- **Trabajo en interior mina**
 - Formatos para el registro de información: ingresos y salidas de guardia, avance de labores
 - Radio de comunicación
 - Celular con cámara digital
 - Camioneta 4 x 4
 - Jumbo DD311 SANVIC
 - Scoop LH203 SANVIC
 - Dumper LH307 SANVIC
 - Bolter RESEMIN

4.3. Ejecución de las actividades profesionales

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

La tabla muestra el cronograma de actividades del área de perforación y voladura desde febrero 2022 – junio 2023.

Tabla 5. *Cronograma de actividades profesionales*

CRONOGRAMA DE CONTROL DE SOBROTURA DE LA RAMPA LIZA NV 2860																																		
Nº	ACTIVIDADES A REALIZAR	DUR. EN SEM.	Nov-22				Dic-22				Ene-23				Feb-23				Mar-23				Abr-23				May-23				Jun-23			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Estudio de la situación problemática	4																																
2	Capacitación de todo el personal operativo (3 guardias)	6																																
3	Seguimiento del marcado de las mallas de perforación	16																																
4	Seguimiento de la perforación (control de paralelismo]	2																																
5	Seguimiento del carguío del frente de avance																																	
6	Verificación de resultados	2																																
7	Presentación de informes e indicadores	2																																
TOTAL DE MESES		8																																

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

Las actividades profesionales se desarrollaron en 7 fases que se describen a continuación.

1ra fase: Estudio de la situación problemática

En el mes de noviembre del 2022, se realizó el estudio de la problemática, en el cual se identificó una alta deficiencia en la voladura de la rampa, generando una sobrerotura por encima del estándar que ocasiona pérdidas económicas.

Las deficiencias se deben a un diseño óptimo de la malla de perforación, el desconocimiento de una buena práctica de marcado de malla y a un buen paralelismo durante el proceso de perforación. Además, se observó la ineficiencia durante la limpieza del frente con el scoop, generando condiciones de seguridad para los trabajadores

Otro factor crítico que afectó el rendimiento fue la pérdida económica causada por el uso excesivo de explosivos, fallas en las voladuras y daños en áreas circundantes. El análisis de la situación problemática reveló que las voladuras mal controladas generaron sobre excavación y fragmentación ineficiente del material, lo cual incrementó los costos operativos. Además, la falta de sincronización entre las etapas de perforación y voladura afectó la eficiencia global del proyecto, el cual genera variaciones en el presupuesto asignado.

Por ello, se sugirió implementar mejoras en la planificación estratégica, optimización del diseño de malla de perforación y voladura, así como una supervisión más estricta en la ejecución y el uso de recursos, para asegurar que los equipos y el personal estén debidamente capacitados en el cumplimiento de sus funciones.

La figura muestra el estándar de la malla de perforación de la rampa de 4.0 x 4.50 m.

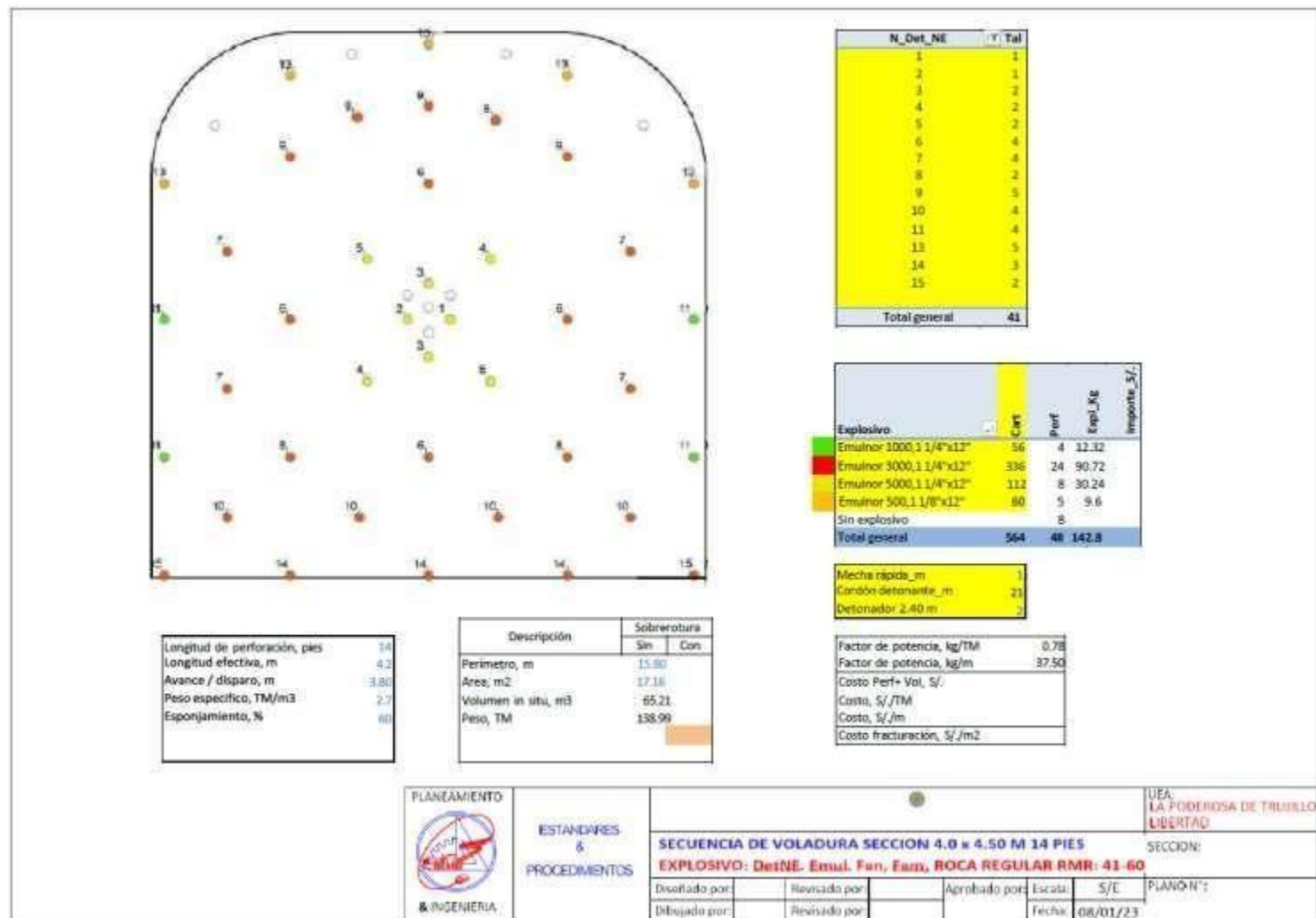


Figura 15. Diseño estándar de la malla de perforación

Fuente: (5)

2da fase: Capacitación del personal operativo – 3 guardias

En el mes de diciembre del año 2022, tras haber realizado el análisis del problema se desarrollaron capacitaciones a todo el personal operativo en cuanto a malla de perforación para rampa, perforación y voladura en frentes, control de paralelismo en la perforación, manipulación de explosivos, con la finalidad de obtener un eficiente resultado de sobrerotura.

Luego de identificar las deficiencias en el proceso de perforación y voladura, se implementaron capacitaciones dirigidas a todo el personal operativo con el objetivo de mejorar la eficiencia de las voladuras. Estas capacitaciones se centraron en la correcta planificación y ejecución de la malla de perforación, ajustados a las condiciones geológicas del terreno. Se brindó formación teórica y práctica sobre la selección adecuada de explosivos, el uso de equipos, herramientas y técnicas para minimizar la sobrerotura.

El enfoque principal fue garantizar que el personal comprendiera la importancia del marcado de malla de perforación, conjuntamente con el uso de explosivos según las características del macizo rocoso, mejorando los resultados de la voladura. Adicionalmente, se reforzaron las medidas de seguridad para evitar accidentes durante la perforación, la manipulación de explosivos y la ejecución de voladuras. Las figuras evidencian el programa mensual de capacitaciones, la capacitación a los colaboradores y el registro de asistencia.



Figura 16. Capacitación a los colaboradores

PROGRAMA MENSUAL DE REUNIONES/CAPACITACIONES					
	UNIDAD	J&S CONTRATISTAS GENERALES			
	MES	Diciembre - 2022			
	LUGAR	Interior mina			
	HORARIO	6.30 am (guardia día) - 6.30pm (guardia noche)			
	TIEMPO MÍNIMO	10 - 15 minutos (reunión grupal)			
	TIEMPO MÁXIMO	30 - 60 minutos (capacitaciones)			
	MATERIALES	Proyector, pizarra, etc		J&S CONTRATISTAS GENERALES	
				Nº12	
FECHA	DÍA	TURNO	TEMARIO	EXPOSITOR	GUARDIA
01/12/2022	JUEVES	DÍA	SOSTENIMIENTO PASIVO Y ACTIVO	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	SOSTENIMIENTO PASIVO Y ACTIVO	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
02/12/2022	VIERNES	DÍA	NORMAS DE CONVIVENCIA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	NORMAS DE CONVIVENCIA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
03/12/2022	SÁBADO	DÍA	MEDIO AMBIENTE COMO EVITAR LA CONTAMINACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	MEDIO AMBIENTE COMO EVITAR LA CONTAMINACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
04/12/2022	DOMINGO	DÍA	CÓDIGO DE COLORES Y SEÑALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	CÓDIGO DE COLORES Y SEÑALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
05/12/2022	LUNES	DÍA	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
06/12/2022	MARTES	DÍA	HIGIENE OCUPACIONAL	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	HIGIENE OCUPACIONAL	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
07/12/2022	MIÉRCOLES	DÍA	MALLA DE PERFORACIÓN PARA RANPA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	MALLA DE PERFORACIÓN PARA RANPA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
08/12/2022	JUEVES	DÍA	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
09/12/2022	VIERNES	DÍA	PERFORACIÓN Y VOLADURA EN FRENTE	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	PERFORACIÓN Y VOLADURA EN FRENTE	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
10/12/2022	SÁBADO	DÍA	PETS*DESATADO ROCAS SUELTAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	PETS*DESATADO ROCAS SUELTAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
11/12/2022	DOMINGO	DÍA	VENTILACIÓN DE MINAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	VENTILACIÓN DE MINAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
12/12/2022	LUNES	DÍA	ELIMINACIÓN DE TIROS FALLADOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	ELIMINACIÓN DE TIROS FALLADOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
13/12/2022	MARTES	DÍA	ORDEN Y LIMPIEZA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	ORDEN Y LIMPIEZA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
14/12/2022	MIÉRCOLES	DÍA	¿Qué es peligro? ¿Qué es riesgo? ¿Qué es control de riesgo?	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	¿Qué es peligro? ¿Qué es riesgo? ¿Qué es control de riesgo?	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
15/12/2022	JUEVES	DÍA	ENFERMEDADES OCUPACIONALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	ENFERMEDADES OCUPACIONALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
16/12/2022	VIERNES	DÍA	CONTROL DE PARALELISMO EN LA PERFORACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	CONTROL DE PARALELISMO EN LA PERFORACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
17/12/2022	SÁBADO	DÍA	TRANSITO PEATONAL EN INTERIOR MINA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	TRANSITO PEATONAL EN INTERIOR MINA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
18/12/2022	DOMINGO	DÍA	USO DE ESTACIÓN DE SALVATAJE MOVIL - ESAM	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	USO DE ESTACIÓN DE SALVATAJE MOVIL - ESAM	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
19/12/2022	LUNES	DÍA	SOSTENIMIENTO PASIVO Y ACTIVO	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	SOSTENIMIENTO PASIVO Y ACTIVO	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
20/12/2022	MARTES	DÍA	USO CORRECTO DE EPP'S	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	USO CORRECTO DE EPP'S	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
21/12/2022	MIÉRCOLES	DÍA	MEDIO AMBIENTE COMO EVITAR LA CONTAMINACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	MEDIO AMBIENTE COMO EVITAR LA CONTAMINACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
22/12/2022	JUEVES	DÍA	MANIPULACIÓN DE EXPLOSIVOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	MANIPULACIÓN DE EXPLOSIVOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
23/12/2022	VIERNES	DÍA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN INTERIOR MINA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN INTERIOR MINA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
24/12/2022	SÁBADO	DÍA	VENTILACIÓN DE MINAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	VENTILACIÓN DE MINAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
25/12/2022	DOMINGO	DÍA	ORDEN Y LIMPIEZA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	ORDEN Y LIMPIEZA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
26/12/2022	LUNES	DÍA	¿Qué es peligro? ¿Qué es riesgo? ¿Qué es control de riesgo?	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	¿Qué es peligro? ¿Qué es riesgo? ¿Qué es control de riesgo?	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
27/12/2022	MARTES	DÍA	REPORTE DE URGENCIA O EMERGENCIA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	REPORTE DE URGENCIA O EMERGENCIA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
28/12/2022	MIÉRCOLES	DÍA	CONTROL DE PARALELISMO EN LA PERFORACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	CONTROL DE PARALELISMO EN LA PERFORACIÓN	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
29/12/2022	JUEVES	DÍA	PETAR	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	PETAR	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
30/12/2022	VIERNES	DÍA	JERARQUÍA DE LOS CONTROLES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	A
		NOCHE	JERARQUÍA DE LOS CONTROLES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
31/12/2022	SÁBADO	DÍA	MALLA DE PERFORACIÓN PARA RANPA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	MALLA DE PERFORACIÓN PARA RANPA	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
01/01/2023	DOMINGO	DÍA	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO - PETS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO - PETS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
02/01/2023	LUNES	DÍA	PETS*DESATADO ROCAS SUELTAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	PETS*DESATADO ROCAS SUELTAS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
03/01/2023	MARTES	DÍA	ELIMINACIÓN DE TIROS FALLADOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	ELIMINACIÓN DE TIROS FALLADOS	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
04/01/2023	MIÉRCOLES	DÍA	ENFERMEDADES OCUPACIONALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	ENFERMEDADES OCUPACIONALES	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
05/01/2023	JUEVES	DÍA	CULTURA DE SEGURIDAD	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	C
		NOCHE	CULTURA DE SEGURIDAD	Jefe de voladura/Jefe de guardia/SSOMA	B
		LEYENDA:			
			MEDIO AMBIENTE		
			SALUD OCUPACIONAL		
			SEGURIDAD		
			CAPACITACIÓN		

Figura 17. Programa de capacitaciones

Fuente: (12)

		ASISTENCIA A CAPACITACIONES, COMUNICACIONES Y ENTRENAMIENTO		PG11-F-02	
Razón Social: Contratistas Generales J&S S.A.C. RUC: 20453692851 Actividad Económica: Ext. de Min. Metales No Ferrosos, Alquiler Otros Tipos Maq y Equi. Ncp. Domicilio: Valle Riestra N° 1220 - Urb. San Fernando - Trujillo - La Libertad N° de Trabajadores en el Centro Laboral:					
FECHA: <u>05</u> / <u>12</u> / <u>22</u>		ID: <u>TURNOS DIA</u>		☒ Campamento Poderosa IV 2520 ☐ Planta Poderosa ☐ CH Plas ☐ Trujillo	
CURSO: <u>ESTANDAR DE MALA DE PERFORACION Y VOLADURA</u>				☐ Aventura IV ☐ Planta Los Zambos ☐ Lima	
TEMA:				MARCAR (X) ☐ Inducción ☐ Inducción de Vistas ☐ Simulacro de Emergencia ☒ Capacitación ☐ Reunión de SST "5 min"	
H. INICIO: <u>6:00 am</u> H. TERMINO: <u>6:30 am</u> DURACIÓN: <u>30 min (min)</u>				☐ Entrenamiento ☐ Reunión ☐ Auditoria ☐ Por Intracción ☐ Otro	
EXPOSITOR: <u>CASTRO Joli JAVIER</u>				FIRMA:	
LUGAR: <u>OFICINA J&S S.A.C.</u>				FIRMA:	
N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	ÁREA	EMPRESA	FIRMA
1	71240025	Moses Huillas Huincho	Mina	JYS.	
2	416091423	Lima Huincho Jose	Mina	JYS	
3	41941158	Vago Paredes Antonio	Mina	JYS	
4	47874256	Acosta NOVIANO Henry	Mina	JYS	
5	76604996	Ramirez Cordova Sandro	Mina	JYS.	
6	75339432	Augusto Gamy Génesis	Mina	JYS	
7	71593107	Villanueva Alex, Dolis	Mina	JYS	
8	47875498	Huanan Benito, Wilson	Mina	JYS	
9	72444872	Campos Mejia E.	Mina	JYS	
10	718154169	Jaunto Ruiz Teofilo	Mina	JYS	
11	71277368	Arroyo ARANA Elvis	Mina	JYS	
12	43457612	Quados Colagui Sebastian	Mina	JYS	
13	76580185	Segura Fernandez Jose.	Mina	JYS	
14	70345638	Piñas Olarte David	Mina	JYS	
15	46064080	Polo bautista Sandro J.	Mina	JYS	
16	47109602	Briceño Quijpe Juaine	Mina	JYS.	
17	78193143	ALCANTARA HENDEZ Luis	"	"	
18	76828851	Segura Meza Tolando.	Mina	JYS	
19	45327456	PASTENGA HUCHURUTH FERRER	Mina	JYS	
20	40491414	Lopez Zolas Porfirio	Mina	JYS	
21	46632512	Mendoza Lopez Henry.	Mina	JYS	
22	44682967	RODRIGUEZ ACOSTA PASCUAL	Mina	JYS	
23	48366629	Tolentino Pousio Henry.	Mina	JYS	
24	71790223	CRECID VELASQUEZ MILTON	Mina	JYS	
25	70344185	VILA LISCANO ANTONIO	Mina	JYS	
Observaciones:					
RESPONSABLE DEL REGISTRO:					
Nombres y Apellidos: <u>JAVIER CASTRO Joli</u> Cargo: <u>ASIST. DE PERF. Y VOL.</u> Fecha: <u>05-12-22</u>					
FIRMA:					

Figura 18. Capacitación a la guardia A – turno día

Fuente: (12)

3ra fase: Seguimiento del marcado de malla de perforación

En el mes de enero del año 2023, una vez realizada las capacitaciones a todo el personal operativo se realizó el seguimiento al operador de jumbo juntamente con el ayudante para realizar el marcado de mallas según el estándar.

Tras completar las capacitaciones, se procedió a realizar el seguimiento detallado al operador del jumbo, al maestro cargador y su ayudante para asegurar la correcta implementación de los conocimientos adquiridos. Se supervisó de cerca el marcado de la malla de perforación, asegurando que se realizara conforme al estándar establecido en la propuesta. Este proceso fue fundamental para garantizar la precisión de los puntos de perforación, lo cual influye directamente en la calidad de la voladura y en el cumplimiento de la sobrerotura. Se priorizó la alineación adecuada del equipo y la distribución precisa de los puntos de perforación.

El seguimiento, también, permitió identificar en tiempo real desviaciones y/o errores en el marcado de la malla, corrigiéndolos antes de la perforación, lo cual es crucial para evitar problemas mayores en las siguientes etapas del proceso. Del mismo modo, se reforzaron las buenas prácticas en la configuración y operación del jumbo, asegurando que el equipo se encuentre calibrado adecuadamente para evitar perforaciones desviadas que pudieran generar voladuras ineficientes. Esta supervisión constante ayudó a consolidar los conocimientos adquiridos durante la capacitación, brindando confianza al personal operativo en la correcta ejecución de sus tareas.

El resultado del seguimiento permitió observar una mejora notable en la precisión de las perforaciones y en la calidad de las voladuras. La sobrerotura se fue alineando de acuerdo con el estándar de la malla de perforación, lo que se traduce en menores costos operativos y un uso más eficiente de los recursos. El proceso de seguimiento no solo garantizó el cumplimiento de los estándares técnicos, sino que también fomentó una cultura de mejora continua entre los operadores, quienes se mostraron más comprometidos con el cumplimiento de los objetivos de la operación.

En la figura, se muestra el estándar de la malla de perforación de la rampa 4.0 x 4.5 m.

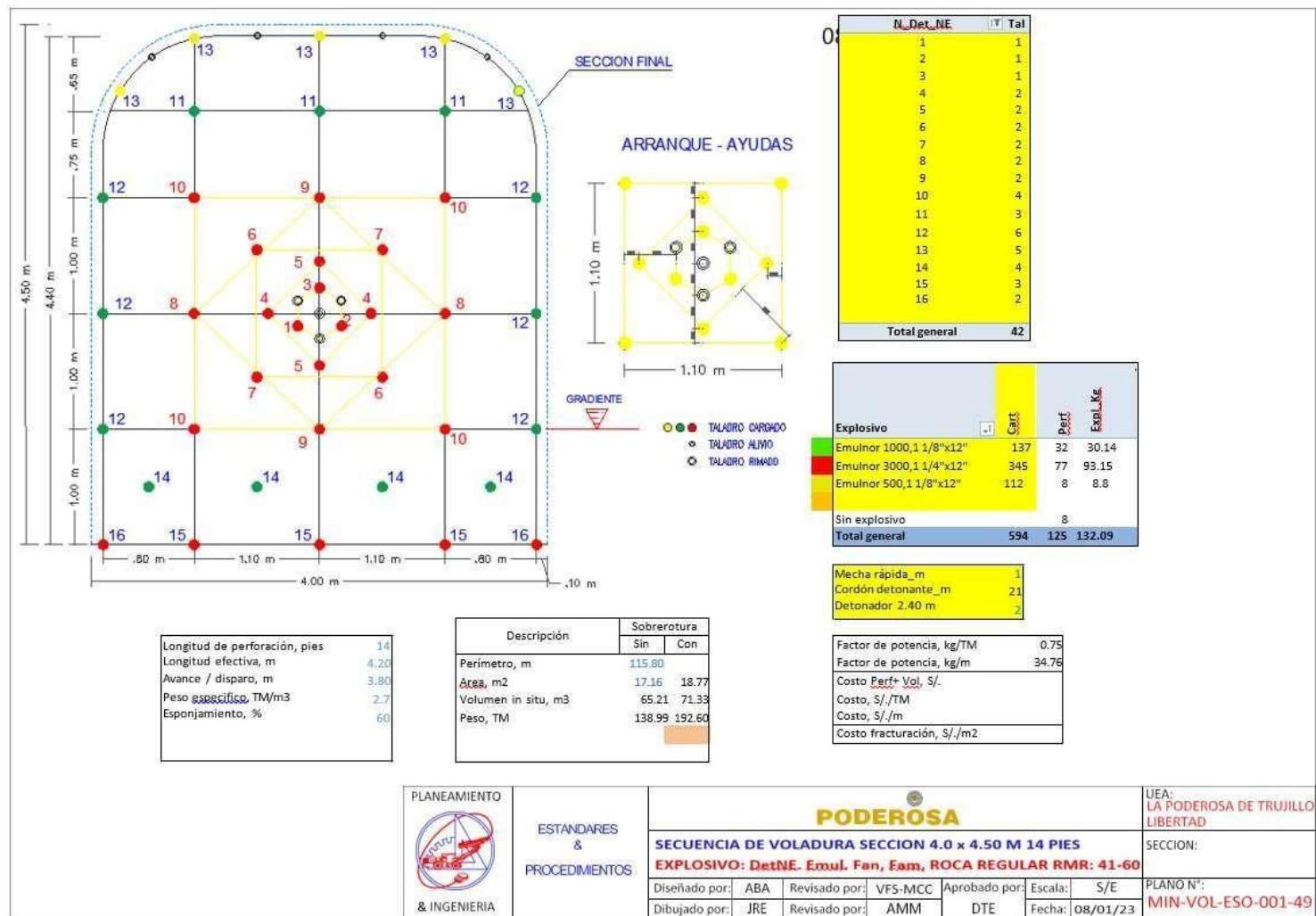


Figura 19. Propuesta de mejora para la malla de perforación

Fuente: (5)



Figura 20. Seguimiento del marcado de la malla de perforación

4ta fase: Seguimiento de la perforación – control de paralelismo

En el mes de febrero del año 2023, se continuó con el seguimiento en la perforación teniendo como prioridad el cumplimiento de un buen paralelismo de perforación utilizando guiadores y pintado de proyecciones.

El seguimiento a las operaciones de perforación se enfocó en garantizar un correcto paralelismo en las perforaciones, utilizando guiadores para asegurar la precisión. El uso de guiadores y el pintado de proyecciones fue necesario para alinear los taladros de manera uniforme y evitar desviaciones que pudieran afectar la efectividad de la perforación. Se supervisó de cerca la colocación de los guiadores y el pintado de proyecciones, asegurando que el operador del jumbo mantuviera la consistencia en la dirección de la perforación, para lograr una rotura de sección de labor óptima y una buena voladura.

El paralelismo adecuado de las perforaciones es un aspecto técnico esencial, ya que evita problemas como la sobrerotura. Por ello, se insistió en la importancia de que los guiadores y el pintado de proyecciones fueran ejecutados correctamente en el frente de avance, asegurando que cada perforación cumpliera con el estándar establecido. Asimismo, se capacitó al personal

sobre cómo identificar y corregir posibles desviaciones durante la perforación, maximizando la precisión del proceso y asegurando el cumplimiento de la malla de perforación.

Como resultado de este enfoque en el paralelismo, se logró una mayor consistencia en la fragmentación, un mayor avance (m/disparo) y un mejor control en la sobrerotura.

El uso de guidores y el pintado de proyecciones mejoró la calidad de las perforaciones, contribuyendo a un rendimiento más estable y reduciendo el impacto de posibles fallas en la voladura, asegurando el éxito de las operaciones.



Figura 21. Pintado de proyecciones



Figura 22. Uso de guiadores durante la perforación

5ta fase: Seguimiento del carguío en el frente de avance

Se realizó el seguimiento en el carguío de explosivos en el frente de avance considerando el estándar de perforación y voladura.

Se supervisó el carguío de explosivos en el frente de avance, un aspecto crítico para garantizar la eficacia de las voladuras. El carguío de explosivos fue cuidadosamente monitoreado para asegurarse de que se respetara el diseño y la distribución según la potencia de cada explosivo, según la mejora del estándar de perforación y voladura. Se hizo especial énfasis en que la carga se distribuyera de manera uniforme en cada taladro, evitando tanto la sobrecarga como la subcarga, que pueden causar problemas como una voladura incompleta o una fragmentación excesiva del material.

También, se controló la correcta inserción de los fulminantes a los explosivos, como el correcto amarrado del cordón detonante; asegurando una secuencia de explosión eficiente y segura. El seguimiento riguroso durante el proceso de carguío fue fundamental para evitar fallas en la voladura.



Figura 23. Supervisión del carguío de explosivos en el frente de avance

6ta fase: Verificación de resultados

Realizando los respectivos seguimientos y controles, se obtuvieron resultados favorables en cuanto a la reducción del porcentaje de sobrerotura y una mejora de la eficiencia de avance, y, por consecuencia, la reducción de los costos operativos.

Por ello, es necesario destacar que las capacitaciones, influyeron en las mejoras significativas en la precisión y el control de las voladuras, reduciendo la sobrerotura y aumentando el rendimiento en términos de avance. El personal operativo adquirió una mayor capacidad para tomar decisiones en tiempo real y ajustar los parámetros operativos según las condiciones del terreno, lo que permitió un avance más eficiente y económico en las operaciones, cumpliendo así con los objetivos de avance y mejorando la competitividad del proyecto.

7ma fase: Presentación de informes e indicadores

Se realizaron informes e indicadores operativos, para el jefe de mina referente a los resultados positivos que se evidencian en la rampa Liza Nv 2860, como en la reducción del porcentaje de sobrerotura y una buena eficiencia de avance lineal.

En el transcurso del seguimiento y control de las operaciones de perforación y voladura, se elaboraron informes detallados que resumían las mejoras alcanzadas en los principales indicadores operativos. Estos informes, dirigidos al jefe de mina, destacaron el cumplimiento del porcentaje de sobrerotura y los avances logrados, lo cual fue uno de los objetivos clave desde el inicio de las capacitaciones y seguimiento. Los datos fueron presentados en gráficos y

tablas, evidenciando una mejora consistente en la calidad de la voladura y un uso más eficiente de los recursos.

Además, los informes reflejaron un resultado directo de la implementación de mejores prácticas en el marcado de la malla de perforación, el control del paralelismo en la perforación y el seguimiento preciso del carguío de explosivos. El cumplimiento de la sobrerotura permitió cumplir con el programa mensual de manera eficiente, reduciendo los tiempos improductivos y los costos operativos. Estos resultados fueron clave para demostrar el impacto positivo de las medidas correctivas adoptadas en la propuesta de un nuevo estándar de perforación y voladura, lo que fue presentado con indicadores claros.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

Los resultados finales de las actividades profesionales fueron.

- ✓ Identificación y evaluación de las deficiencias en la rampa Liza Nv 2860

Para esta actividad de identificación y evaluación de las deficiencias, se emplearon los registros diarios y los reportes semanales donde se evidencian los porcentajes de sobrerotura mayores al 10% del estándar permitido, con valores entre 13.56% a 20.51%. También, se identificó que la malla no tiene acotaciones de medida, lo cual genera la dificultad de realizar el marcado de malla en el frente.

- ✓ El diseño del nuevo estándar permitió reducir el porcentaje de sobrerotura de 9.77% a 11.03%, logrando cumplir con la sección programada en la rampa Liza Nv 2860, lo que permitió reducir los tiempos en la limpieza del desmonte y por consecuencia se tuvo una mejor eficiencia de avance.

El diseño del nuevo estándar contiene las especificaciones donde se indican:

- Las dimensiones de la malla de perforación
- El tipo, la cantidad, la densidad y el uso de cada explosivo, de acuerdo con el estándar

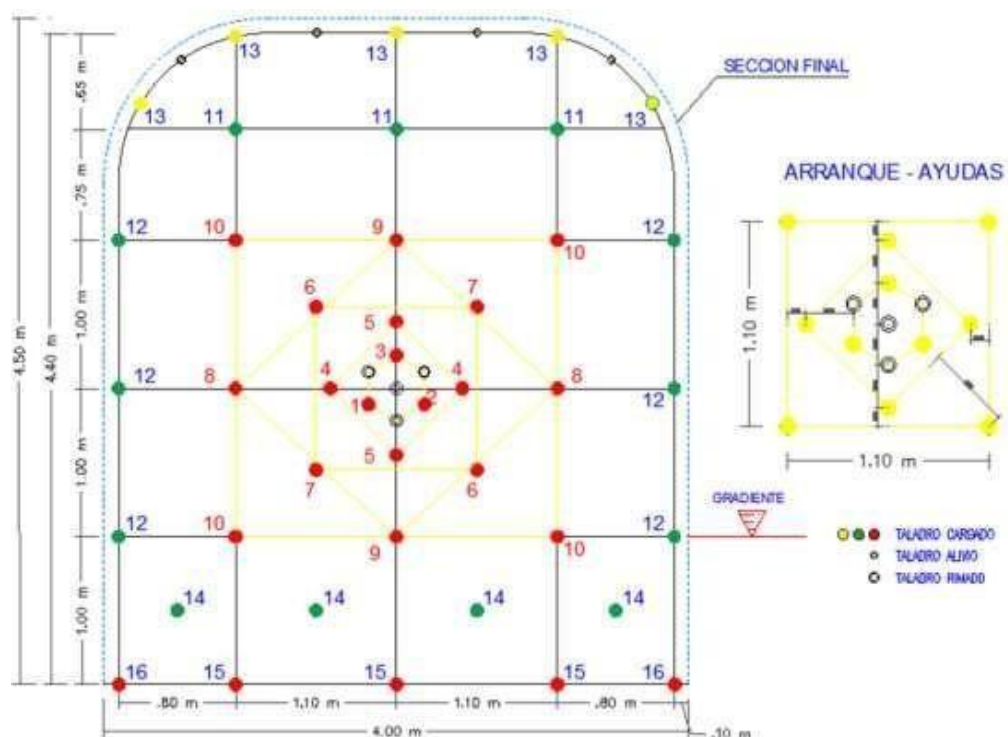


Figura 24. Malla de perforación, propuesta de estándar

Fuente: (5)

En la figura, se puede apreciar el esquema de la malla de perforación, donde los taladros cargados se representan con relleno y los taladros sin carga se representan sin relleno. A continuación, se describen las funciones de los taladros.

- 1-2-3, arranque
- 4-4, 5-5, 1ra ayuda
- 6-6, 7-7, 2da ayuda
- 8-8, 9-9, 3ra ayuda
- 10-10-10, 4ta ayuda
- 11, ayuda en corona
- 14, ayuda en arrastre
- 12, hastiales
- 13, corona
- 16-15, 15-16, arrastre

El estándar operativo de voladura en labores horizontales de la Compañía Minera Poderosa, se adjunta en el anexo 1.

✓ Capacitaciones al personal operativo de las 3 guardias

Se realizaron las capacitaciones exhaustivas para todo el personal operativo de las tres guardias, enfocadas al correcto marcado de la malla de perforación, control de paralelismo y el carguío adecuado de los explosivos según el estándar operativo en Voladura horizontales de la Compañía Minera Poderosa. Del mismo modo, es necesario destacar que las capacitaciones se llevaron a cabo por el asistente de perforación y voladura bajo la supervisión del jefe de PERVOL.

Durante las sesiones de capacitación de 30 minutos, se reforzó la mejora de las prácticas en la planificación y ejecución de las voladuras, destacando la importancia de un marcado preciso para asegurar la eficiencia de la perforación y minimizar la sobrerotura. Además, se capacitó al personal en la utilización adecuada de explosivos, asegurando una distribución uniforme y segura de los barrenos para maximizar la efectividad de la voladura y garantizar un avance lineal óptimo en las operaciones subterráneas.

5.2. Logros alcanzados

Los principales logros alcanzados como profesional en el cargo de asistente de perforación y voladura fueron:

- ✓ Cumplimiento de la sobrerotura según el estándar permitido del 10%
- ✓ Cumplimiento con el avance mensual programado de la compañía minera Poderosa
- ✓ Mejora del estándar de perforación de la empresa J&S Contratistas Generales.

- ✓ Mejora en la operatividad de los equipos de perforación y mejor rendimiento de los operadores que se motivan a trabajar por la mejora continua
- ✓ Control de explosivos, en calidad y cantidad, así como la reducción de costos operativos de las labores de perforación y voladura en la rampa Liza NV 2860
- ✓ Reducción de material de desmonte por una voladura controlada, junto al tiempo de limpieza con el scoop y los costos del movimiento de desmonte de la voladura
- ✓ Cumplimiento de la ley de seguridad en el trabajo (Ley N°29783)

5.3. Dificultades encontradas

➤ **Marcado de mallas de perforación**

- No se realizaba el marcado de la malla de perforación en la sección del frente.
- Errores en la interpretación de la malla de perforación por parte de los operadores
- Dificultades en asegurar que el marcado se ajuste completamente a los estándares establecidos

➤ **Capacitaciones al personal operativo**

- Resistencia inicial al cambio por parte del personal
- Dificultad para coordinar la capacitación efectiva en las tres guardias
- Diferentes niveles de experiencia entre el personal, lo que dificultó la homogenización de los conocimientos

➤ **Seguimiento de la perforación, para controlar el paralelismo**

- Desviaciones en la perforación debido a las condiciones irregulares de la sección
- Falta de uso de guías, que afecta la precisión del paralelismo
- Falta de pintado de proyecciones

➤ **Carguío del frente de avance**

- Incompatibilidad de la cantidad y tipos de explosivos según el estándar inicial y la cantidad de explosivos que salen según el diseño del polvorín para las labores en cada guardia

5.4. Planteamiento de mejoras

El planteamiento de mejoras se enfocó en:

- ✓ La propuesta de un nuevo estándar de perforación y voladura para reducir la sobrerotura en la rampa Liza del NV 2860
- ✓ La capacitación al personal de operación para el cumplimiento del estándar de perforación y voladura, en el manejo adecuado de los equipos de perforación, vinculados con el paralelismo y el control de voladura, así como el cumplimiento de las normas de seguridad para garantizar la integridad de los trabajadores en las tres guardias

5.4.1. Metodologías propuestas

➤ Propuesta de estándar de perforación

El método empleado para la propuesta de mejora del estándar de perforación y voladora fue el método Holmberg el cual se emplea en minería subterránea.

Este método está orientado a optimizar la fragmentación del macizo rocoso y controlar los efectos colaterales como la sobrerotura, vibraciones y el desplazamiento del material volado, ya que se basa en cálculos que relacionan el diámetro de los taladros, el tipo de explosivo, la carga por unidad de longitud y las propiedades del macizo rocoso, permitiendo definir el patrón óptimo de perforación y la secuencia de detonación.

El diseño del método de Holmberg plantea la división del frente de trabajo en cinco secciones:

- ✓ A: sección de corte (cut)
- ✓ B: sección de tajeo (stopping section)
- ✓ C: sección de alza (stopping)
- ✓ D: sección de contorno (contour)
- ✓ E: sección de arrastre (lifters)

De acuerdo con las secciones del método Holmberg, se muestra la malla de perforación propuesto según la división de las secciones.

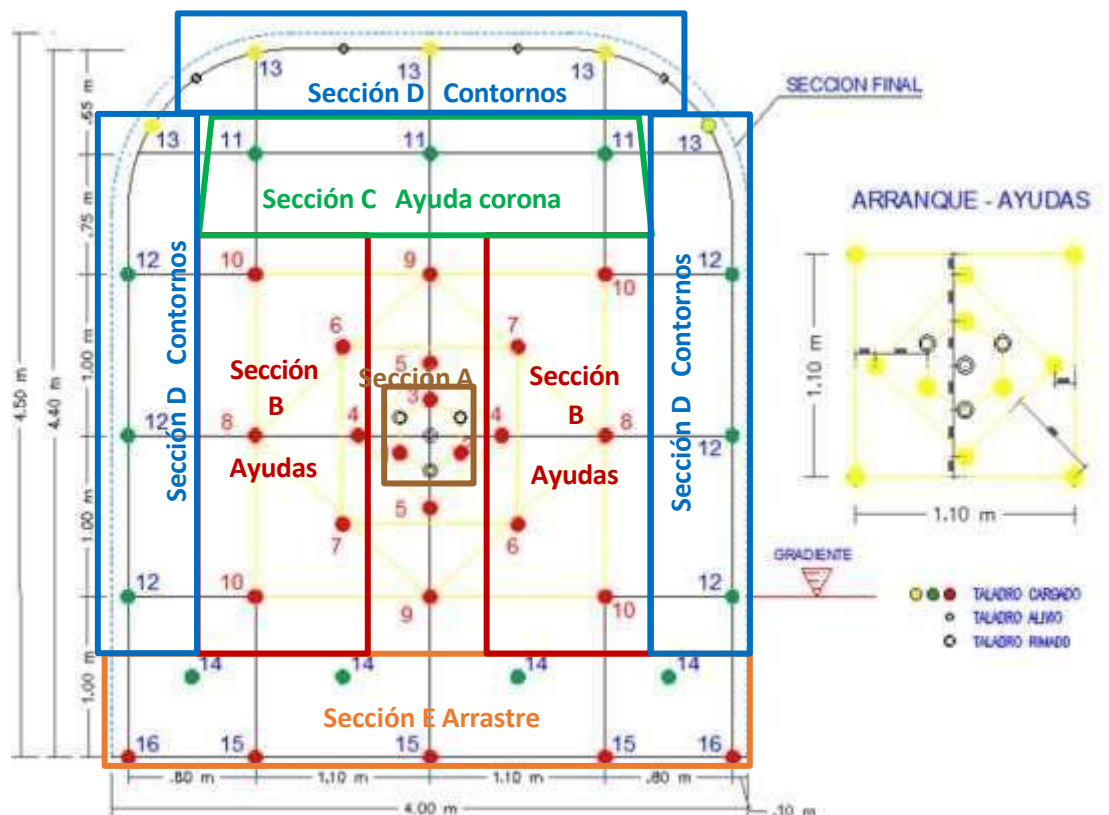


Figura 25. Secciones del método Holmberg

Fuente: (5)

➤ **Capacitación al personal de operación**

Las capacitaciones al personal operativo se realizaron en un periodo de tiempo de 30 minutos antes del inicio de cada turno para las tres guardias en diferentes días.

Las capacitaciones contemplaron temas de marcado de malla de perforación, el proceso de perforación, el correcto paralelismo, y el carguío del frente de avance, de acuerdo con la propuesta del estándar de perforación.

5.4.2. Descripción de implementación

➤ **Propuesta de estándar de perforación**

La implementación de la propuesta del estándar de perforación corresponde a un frente de trabajo con sección de 4.00 x 4.50 m. Por ello, para iniciar el diseño, se calculó el número de taladros, seguido del número de taladros de alivio, distribución de los taladros y faneles según la secuencia del disparo para finalmente presentar la carga total de explosivos.

1° Cálculo del número de taladros

El número de taladros se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula, para una sección de 4.0 x 4.5 m.

$$\#T = \frac{P}{dt} + (C * S)$$

P:	Perimetro de la sección del túnel	15.80	m
dt:	Distancia entre taladros	0.69	m
C:	Coeficiente o factor de roca (C)	1.1	
S:	Área de la sección del túnel	17.16	m ²
N°:	Número de taladros	42	und

2° Cálculo del número de taladros de alivio en el arranque

- Diámetro equivalente (DH)

Se consideró un total de 4 taladros de alivio (N) para el arranque con un diámetro de broca de 51 mm (D2), por lo que el diámetro equivalente se calculó con la siguiente ecuación.

$$DH = D2\sqrt{N}$$

$$DH = 102 \text{ mm}$$

De acuerdo con el cálculo el diámetro de la rimadora, corresponde a 102mm.

- Longitud de perforación (Lp)

La longitud de perforación del equipo es de 14 pies equivalente a 4.30 m, por lo que al considerar la longitud de alivio de 0.15 m la longitud programada para la producción es de 4.00 m.

También, se calculó la longitud real de avance con la siguiente ecuación

$$\frac{\text{AVANCE POR PEGA}}{(X)} = 0.95 \times L_{pp-a}$$

X (m)
3.80

De acuerdo con el diseño de arranque, se tiene una buena adaptación con 4 taladros de alivio y una perforación de 4.00 m.

- Espaciamiento en el arranque

Las tablas muestran los datos de entrada y el cálculo del burden y espaciamientos en el arranque.

Tabla 6. Datos de entrada para espaciamientos

Barra de perforación	Und	14 pies
Diámetro Broca	mm	51
Diámetro Rimadora	mm	102
Eficiencia de perforación	%	97
Long. perforación efectiva	m	3.8
Taladros cargados	Unid	42
Taladros Rimados	Unid	4
Total de Taladros	Unid	50

Fuente: (5)

Tabla 7. Longitud de burden y espaciamientos en el arranque

	Resultado	Unidad	Redondeo
Burden 1 (B1)	15.3	cm	15.00
Espaciamiento 1 (E 1)	21.213	cm	21.00
Burden 2 (B2)	21.213	cm	21.00
Espaciamiento 2 (E2)	44.548	cm	45.00
Burden 3 (B3)	44.548	cm	45.00
Espaciamiento 3 (E3)	95.459	cm	95.00
Burden 4 (B4)	95.459	cm	95.00
Espaciamiento 4 (E4)	201.525	cm	202.00

Fuente: (5)

4° Distribución de los taladros según la secuencia del disparo

Las tablas siguientes muestran la distribución de taladros según la secuencia del disparo y la distribución de los faneles.

Tabla 8. *Distribución de taladros según la secuencia de disparos*

Tipo de taladro	Voladura normal
Arranque	3
1ra ayuda	4
2da ayuda	4
3ra ayuda	4
4ta ayuda	4
Ay. Corona	3
Ay. Arrastre	4
Hastiales	6
Corona	5
Arrastres	5
Total	42

Fuente: (5)

Tabla 9. *Distribución de faneles*

Fanel ms	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
Cant.	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	3	6	5	4	3	2	42

Fuente: (5)

5° Carga total de explosivos

La tabla siguiente muestra la carga total de los taladros con explosivos empleados para una sección de 4.0 x 4.5 m en la rampa Liza del NV 2860.

TIPO DE TALADRO	CANTIDAD	EMULNOR 3000 1 1/4"x	TOTAL DE CARTUCHOS	EMULNOR 1000 1 1/8"x	TOTAL DE CARTUCH	EMULNOR 500 1 1/8"x	TOTAL DE CARTUCH	TOTAL CARGA (kg)
CEBO	42	1	42	0	0	0	0	11.34
ARRANQUE	3	14	42	0	0	0	0	11.34
1 RA AYUDA	4	13	52	0	0	0	0	14.04
2 DA AYUDA	4	12	48	0	0	0	0	12.96
3 RA AYUDA	4	12	48	0	0	0	0	12.96
4 TA AYUDA	4	12	48	0	0	0	0	12.96
AY. CORONA	3	0	0	11	33	0	0	7.26
AY. ARRASTRE	4	0	0	11	44	0	0	9.68
HASTIALES	6	0	0	10	60	0	0	13.2
CORONA	5	0	0	0	0	11	55	8.8
ARRASTRES	5	13	65	0	0	0	0	17.55
TOTAL	42	77	345	32	137	11	55	132.09

	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
VOLUMEN REAL REMOVIDO (Vr)	$= S * Lr$	65.21	m3
TONELAJER REAL REMOVIDO (Tr)	$= Vr * dr$	176.06	Tn
FACTOR DE POTENCIA (FP)	$= Kg \text{ ExpT/Tn Ext}$	0.75	kg/Tn
FACTOR DE CARGA (FC)	$= Kg \text{ ExpT/Mt Lineal}$	34.76	kg/Mt

Lr: longitud real de avance

Lr(m) = 3.80

#CARTUCHOS		
EMULNOR 3000 1 1/4*12	0.27	345
EMULNOR 1000 1 1/8*12	0.22	137
EMULNOR 500 1 1/8*12	0.16	55
		537

Cordón det. NP3	m	20
DNE Fanel LP 4.8 m	piezas	42
Carmex (7')	piezas	2
Mecha Rápida	m	0.2

Figura 26. Carga total de taladros con explosivos en la sección del frente de la rampa Liza NV2860

Fuente: (5)

➤ **Capacitación al personal de operación 1°**

Planificación de las capacitaciones

- Duración y frecuencia

Cada capacitación tuvo una duración de 30 minutos y se realizó en diferentes días para cada una de las guardias (día “A”, noche “B” y “C”) en el mes de diciembre del 2022. Esto permitió cubrir a todo el personal operativo de manera efectiva, ajustándose al calendario de turnos.

- Rotación por días

Las tres guardias recibieron la misma capacitación, pero en días alternos para no afectar el flujo de trabajo ni los tiempos de producción en la mina. Se evitó la repetición en un mismo día, asegurando que cada equipo pudiera aplicar los conocimientos recibidos inmediatamente.

2° Desarrollo de las capacitaciones

- Marcado de malla de perforación

- ✓ Se explicó el método correcto del marcado de malla de perforación, asegurando que el diseño fuera ejecutado con precisión y ajustado a las condiciones de la sección del frente de trabajo.

- ✓ Los operadores practicaron la medición y disposición de los taladros sobre el frente de avance, utilizando plantillas y guías de marcado.

- Perforación y control de paralelismo

- ✓ Se hizo énfasis en la importancia del paralelismo en los taladros para garantizar una fragmentación uniforme.

- ✓ Se explicaron y demostraron técnicas para utilizar correctamente los guías y así mantener la alineación de los barrenos, minimizando desviaciones.

- ✓ Se ofrecieron ejemplos prácticos sobre cómo identificar y corregir errores de perforación en el frente de trabajo

- Carguío del frente de avance

- ✓ El personal fue capacitado en los procedimientos para un carguío y distribución adecuados de explosivos, cubriendo aspectos como la cantidad precisa de carga por taladro y la colocación correcta de detonadores.

- ✓ Se recalcaron las medidas de seguridad a seguir durante el manejo de explosivos y cómo garantizar una distribución uniforme de la carga explosiva para evitar fallas durante la voladura.

3° Durante las capacitaciones

- Cada capacitación incluyó una breve explicación teórica seguida de una demostración práctica. El formato se basó en exposiciones claras con ejemplos específicos de la mina, utilizando esquemas y diagramas para explicar los conceptos de manera visual y comprensible.
- Se promovió la participación activa de los operarios, quienes tuvieron la oportunidad de realizar preguntas y resolver dudas en tiempo real. Asimismo, se les permitió realizar ejercicios de marcado de malla.

4° Evaluación y retroalimentación

- Al final de cada capacitación, se realizó una breve evaluación de los conocimientos adquiridos, lo que permitió identificar áreas que necesitaban mayor refuerzo.
- Se brindó retroalimentación inmediata al personal, corrigiendo errores en el proceso de aprendizaje y reforzando los puntos críticos del estándar de perforación y voladura.

Los registros de asistencia a la capacitación de las guardias A, B y C fueron los siguientes. Se puede apreciar que a la capacitación de la guardia A asistió todo el personal programado, a la capacitación de la guardia B asistieron 22 de los 25 programados, y a la guardia C asistieron un total de 22 participantes de los 25 programados.

	ASISTENCIA A CAPACITACIONES, COMUNICACIONES Y ENTRENAMIENTO	PG11-F-02
Razón Social: Contratistas Generales J&S S.A.C. RUC: 20453692851 Actividad Económica: Ext. de Mn. Metales No Ferrosos; Alquiler Otros Tipos Maq y Equi. Ncp. Domicilio: Vialle Riestra N° 1220 - Urb. San Fernando - Trujillo - La Libertad N° de Trabajadores en el Centro Laboral:		
FECHA: 05 / 12 / 22 ID: <u>TUERNO DIA</u>		☒ Campamento Poderosa NV 2520 ☐ Planta Poderosa ☐ CH Pias ☐ Trujillo
CURSO: <u>ESTANDAR DE MALLA DE PERFORACION Y VOLADURA</u>		☐ Avería IV ☐ Planta Los Zambos ☐ Lima
TEMA: _____ H. INICIO: <u>6:00 am</u> H. TERMINO: <u>6:30 am</u> DURACIÓN: <u>30 min (m)</u>		MARCAR (X) ☐ Inducción ☐ Inducción de Vistas ☐ Simulacro de Emergencia ☒ Capacitación ☐ Reunión de SST "5 min"
EXPOSITOR: <u>CASTRO JOLY JAVIER</u>		☐ Entrenamiento ☐ Reunión ☐ Auditoria ☐ Por infracción ☐ Otro
LUGAR: <u>OFICINA J&S S.A.C.</u>		FIRMA: _____

N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	ÁREA	EMPRESA	FIRMA
1	71240025	Moses Huillas Huincho	Mina	JYS.	[Firma]
2	46091423	Lima Huincho Jose	Mina	JYS	[Firma]
3	49941158	Vago Paredes Antonio	Mina	JYS	[Firma]
4	47874256	Acosta Montalvo Henry	Mina	JYS	[Firma]
5	76604996	Ramirez Cordova Sandro	Mina	JYS.	[Firma]
6	75339432	Augusta Gamy Génesis	Mina	JYS	[Firma]
7	7193107	Villanueva Alex, Dobis	Mina	JYS	[Firma]
8	47875498	Huaman Benito, Wilson	Mina	JYS	[Firma]
9	72444872	Campos Meza E.	Mina	JYS	[Firma]
10	48154169	Jaunto Ruiz Trofelo	Mina	JYS	[Firma]
11	71277368	Arceyo Arana Elvis	Mina	JYS	[Firma]
12	43457612	Quados Calagud Selashan	Mina	JYS	[Firma]
13	76580185	Seyria Fernandez Jose.	Mina	JYS	[Firma]
14	70345638	Piñas Olarte David	Mina	JYS	[Firma]
15	46064080	Polo Bautista Sandro J.	Mina	JYS	[Firma]
16	47109602	Briceno Quijse Juaine	Mina	JYS.	[Firma]
17	78193143	Alcantara Mendez Luis	"	"	[Firma]
18	76828851	Seyria Meza Tolando.	Mina	JYS	[Firma]
19	45327456	Pastoriza Huichuruth Fernan	Mina	JYS	[Firma]
20	40494144	Lopez Zolas Porfirio	Mina	JYS	[Firma]
21	46632512	Montoya Lopez Henry.	Mina	JYS	[Firma]
22	44682967	Rodriguez Acosta Pascual	Mina	JYS	[Firma]
23	48366629	Tolando Pucisio Henry.	Mina	JYS	[Firma]
24	71790223	Crespo Velasquez Milton	Mina	JYS	[Firma]
25	70344185	Vila Lescano Antonio	Mina	JYS	[Firma]

Observaciones: _____

RESPONSABLE DEL REGISTRO:

Nombres y Apellidos: JAVIER CASTRO JOLY
 Cargo: ASIST. DE PERF. Y VOY. Fecha: 05-12-22

Firma: _____

Figura 27. Capacitación a la guardia A – turno día

Fuente: (12)

	ASISTENCIA A CAPACITACIONES, COMUNICACIONES Y ENTRENAMIENTO	PG11-F-02
Razón Social: Contratistas Generales J&S S.A.C. RUC: 20453692851 Actividad Económica: Exl. de Min. Metalíferos No Ferrosos, Alquiler Otros Tipos Maq y Equi. Ncp. Domicilio: Valle Riestra N° 1220 - Urb. San Fernando - Trujillo - La Libertad N° de Trabajadores en el Centro Laboral: _____		
FECHA: 06 12 22	ID: <u>TURNOS NOCHE</u>	☒ Campanero Poderosa IV 2520 ☐ Planta Poderosa ☐ CH Plas ☐ Tráfico ☐ Aventura IV ☐ Planta Los Zambos ☐ Lima
CURSO: <u>OPERACIONES</u>		MARCAR (X): ☐ Inducción ☐ Inducción de Vistas ☐ Simulacro de Emergencia ☒ Capacitación ☐ Reunión de SST "5 min" ☐ Entrenamiento ☐ Reunión ☐ Auditoria ☐ Mor Infracción ☐ Otro
TEMA: <u>ESTANDAR DE MANEJO DE PERFORACION Y VOLADURAS</u>		
H. INICIO: <u>6:00 PM</u> H. TERMINO: <u>6:30 PM</u> DURACIÓN: <u>30 Min.</u> (min)		
EXPOSITOR: <u>CASTRO JOLY JAVIER</u>		
LUGAR: <u>OFICINA J&S S.A.C.</u>		FIRMA

N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	ÁREA	EMPRESA	FIRMA
1	62254280	Veira Rojas Antonio	Mina	JYS	[Firma]
2	76609986	Puarez Cordova Donato	Mina	JYS	[Firma]
3	44944778	Vaya Paredes Wilmer	Mina	JYS	[Firma]
4	43327456	SEBASTIEN MENDEZ YOLANDO	Mina	JYS	[Firma]
5	48534485	Acuña Cruz Jaime	Mina	JYS	[Firma]
6	47874256	Acosta Mendola Harry	Mina	JYS	[Firma]
7	75339472	Acosta Gany Yerson	Mina	JYS	[Firma]
8	78193143	ALCANTARA MENDEZ FRANK	Mina	JYS	[Firma]
9	45099203	VERASTEGUI RAMON HUGO.	Mina	JYS	[Firma]
10	70348854	MAMANI POHANI SARADIO	Mina	JYS	[Firma]
11	47109602	Briceño Auspe Jaime	Mina	JYS	[Firma]
12	46064060	Polo Bertolo Santos	Mina	JYS	[Firma]
13	76963852	Gonzales Cristobal Elmer.	Mina	JYS	[Firma]
14	71273368	Arojo Branc E.	Mina	JYS	[Firma]
15	43457612	Quindos Carbajal Sebastian	Mina	JYS	[Firma]
16	48456314	Cocca CABANILLAS HENRY.	Mina	JYS	[Firma]
17	95744498	Oficina Correa R.	Mina	JYS	[Firma]
18	77141743	Huamán Chucas Jorge.	Mina	JYS	[Firma]
19	46619516	ARANGO CORRAZI RAUL	Mina	JYS	[Firma]
20	46637512	Mendoza Lopez Manuel.	Mina	JYS	[Firma]
21	43638722	Primitivo Mendoza Omar.	Mina	JYS	[Firma]
22	71223432	Amicone Mendoza Luis	Mina	JYS	[Firma]
23					
24					
25					

Observaciones:

RESPONSABLE DEL REGISTRO:
Nombres y Apellidos: JAVIER CASTRO JOLY
Cargo: ASIST. DE PERF Y VOL **Fecha:** 06-12-22


Firma

Figura 28. Capacitación a la guardia B – turno noche 1

Fuente: (12)

		ASISTENCIA A CAPACITACIONES, COMUNICACIONES Y ENTRENAMIENTO		PG11-F-02	
Razón Social: Contratas Generales J&S S.A.C. RUC: 20453692851 Actividad Económica: Ext. de Min. Metales No Ferrosos, Alquiler Otros Tipos Maq y Equi. Ncp. Domicilio: Valle Riestra N° 1220 - Urb. San Fernando - Trujillo - La Libertad N° de Trabajadores en el Centro Laboral: _____					
FECHA:	13 / 12 / 22	ID:	TURNOS NOCHE (B.L.)	☒ Campamento Poderosa NV 2520 ☐ Planta Poderosa ☐ CH Plas ☐ Trujillo	☐ Aventura IV ☐ Planta Los Zambos ☐ Lima
CURSO:	OPERACIONES				
TEMA:	ESTANDAR DE MALLA DE PERFORACION Y VOLADURA				
H. INICIO:	6:00 PM	H. TERMINO:	6:30 PM	DURACIÓN:	30 MIN (min)
EXPOSITOR:	CASTRO Loli JAUER				
LUGAR:	OFICINA J&S S.A.C.				
				MARCAR (X) ☐ Inducción ☐ Inducción de Visitas ☐ Simulacro de Emergencia ☒ Capacitación ☐ Reunión de SST "5 min"	☐ Entrenamiento ☐ Reunión ☐ Auditoría ☐ Por Intracción ☐ Otro
N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	ÁREA	EMPRESA	FIRMA
1	75888987	Chucas Garcia Jorge	Mina	JYS	[Firma]
2	4486177	Gonzalez Benzo, Angel	Mina	JYS	[Firma]
3	73444007	Chucas Gonzales Luis	Mina	JYS	[Firma]
4	76822851	PASTRADA ULCARIMA EDINE	Mina	JYS	[Firma]
5	76347407	Matamoros Humen Abel	Mina	JYS	[Firma]
6	71790223	Crespin Vasquez Milton	Mina	JYS	[Firma]
7	71593207	Villaverde Araya Delois	Mina	JYS	[Firma]
8	46091423	Lima Huicho Jose	Mina	JYS	[Firma]
9	44682969	Rodriguez Azorosa Rosal	Mina	JYS	[Firma]
10	47825498	Humari Benille Wilson	LI	LI	[Firma]
11	48154161	Jauregui Perez Teopilo	LI	LI	[Firma]
12	47435626	Gutierrez Jures David	LI	LI	[Firma]
13	40449410	LOPEZ ZUTA PATRICIO	Mina	JYS	[Firma]
14	48362229	Tolentino Patricio Yorit	Mina	JYS	[Firma]
15	77075279	Temis Gomez Ander	Mina	JYS	[Firma]
16	73662145	Chucas Sanchez Serrano	Mina	JYS	[Firma]
17	48821344	Apurague Uscato Juan	Mina	JYS	[Firma]
18	72444852	Pintor Velazquez Henry	Mina	JYS	[Firma]
19	70344155	Mendoza Yungula Luis	Mina	JYS	[Firma]
20	72423824	Herma Velazquez Fernando	Mina	JYS	[Firma]
21	42345232	Mallma Flores Rony	Mina	JYS	[Firma]
22	70345238	CASTRO VIREYNA R.	Mina	JYS	[Firma]
23					
24					
25					
Observaciones:					
RESPONSABLE DEL REGISTRO:					
Nombres y Apellidos:		JAUER CASTRO Loli			
Cargo:		Asis. DE DEPF Y VOLO			
		Fecha:		13-12-22	
				[Firma]	

Figura 29. Capacitación a la guardia C – turno noche 2

Fuente: (12)

Las figuras muestran las tres guardias que se capacitaron.



Figura 30. Capacitación al personal de la guardia A



Figura 31. Capacitación al personal de la guardia B



Figura 32. Capacitación al personal de la guardia C

5.5. Análisis

➤ Identificación de deficiencias y propuesta de mejora

Durante la identificación de deficiencias, se observó un exceso en el porcentaje de sobrerotura, con valores que oscilaban entre el 13.56% y 20.51%, superando el estándar permitido del 10%. Esto fue un indicativo de una deficiente planificación y ejecución de la voladura, así como una incompatibilidad entre la cantidad de explosivos estimada en el estándar y la cantidad retirada del polvorín. Para abordar estos problemas, se diseñó un nuevo estándar de perforación y voladura que incluyó ajustes en la malla de perforación, especificaciones detalladas sobre los espaciamientos, el tipo y cantidad de explosivos a usar.

El nuevo estándar propuesto mejoró significativamente la precisión en las perforaciones y redujo la sobrerotura a valores entre 9.77% y 11.03%, los cuales se encuentran cerca del estándar, permitiendo una fragmentación más uniforme del macizo rocoso y por consecuencia menores costos de limpieza y sobreexcavación. La inclusión de una distribución más eficiente de los taladros y la optimización del uso de explosivos lograron una mayor consistencia en la voladura y redujeron la generación de desmonte innecesario, logrando un avance lineal más eficiente y un menor impacto en los costos operativos.

➤ **Capacitación y seguimiento operativo**

El proceso de capacitación, coordinado por el asistente de perforación y voladura, se enfocó en la mejora de las técnicas de marcado de malla, perforación precisa y correcto carguío de explosivos. A pesar de las dificultades iniciales, como la resistencia al cambio y la diversidad de experiencia entre el personal de las tres guardias, las sesiones de capacitación permitieron uniformizar los conocimientos. El uso adecuado de guiadores para garantizar el paralelismo fue clave en la mejora de la calidad de las perforaciones. Adicionalmente, el seguimiento constante permitió corregir desviaciones en la ejecución de las voladuras, lo que contribuyó a mejorar la motivación y el rendimiento de los operadores.

El resultado final fue una reducción en el porcentaje de sobrerotura y una mejor eficiencia en el uso de explosivos, logrando mayor control operativo y una reducción en los costos asociados a la gestión del desmonte. Además, el cumplimiento de las leyes de seguridad en el trabajo fue garantizado, alineándose con los objetivos de la empresa para promover un entorno de trabajo seguro y eficiente.

5.6. Aportes del bachiller en la empresa

➤ **Mejora en la eficiencia operativa**

Capacitaciones a los operadores y al personal de piso en técnicas óptimas de perforación y carguío de explosivos, contribuyó a mejorar la eficiencia en la operación, reduciendo errores y tiempos improductivos.

➤ **Reducción de la sobrerotura**

A través de un análisis detallado de las labores lineales y reportes de ejecución, se implementaron estrategias que minimizan la sobrerotura, optimizando el uso de explosivos y el avance controlado.

➤ **Optimización del uso de explosivos**

El cálculo del factor de carga de manera precisa permitió un uso eficiente de los explosivos, lo que no solo reduce costos, sino también mejora la seguridad y la calidad del trabajo ejecutado.

➤ **Informes y análisis de productividad**

La elaboración y exposición de reportes de avances y propuestas de mejora garantizaron un control constante sobre la productividad de las labores. Debido a que estos informes facilitan la toma de decisiones informadas para ajustes inmediatos y a largo plazo.

➤ **Colaboración para la mejora continua**

El asistente presenta propuestas de mejora semanales, lo que fomenta un ciclo continuo de retroalimentación y optimización de las operaciones, trabajando en conjunto con el jefe de PERVOL y el jefe de operaciones

CONCLUSIONES

- La capacitación constante a los operadores y personal de piso en técnicas de perforación y carguío de explosivos se presenta como un factor clave para mejorar la eficiencia operativa. Este enfoque contribuye a minimizar los errores y a estandarizar los procesos, lo que resulta en un mejor desempeño de las labores de perforación. Sin una adecuada formación del personal, las operaciones podrían verse afectadas por inconsistencias y demoras.
- El control de la sobrerotura en la rampa Liza del NV 2860 fueron de 9.77% a 11.03% después de la capacitación y el seguimiento al personal de piso, permitieron garantizar un avance preciso y optimizado del uso de explosivos. Al monitorear y analizar constantemente los resultados de la perforación, el asistente contribuye al mejor uso de lo carga explosiva y por ende mejoró el rendimiento operativo. Un adecuado manejo en este aspecto permitirá controlar y reducir los costos, además de garantizar la seguridad del personal operativo de cada guardia.
- La elaboración de informes detallados sobre el desempeño y las propuestas de mejora le permiten al jefe de PERVOL, jefe de operaciones y al Gerente tomar decisiones basadas en datos concretos. Ya que estos reportes aportan una visión clara del avance en las operaciones y sugieren ajustes que pueden mejorar la eficiencia y seguridad del proceso.
- Los seguimientos diarios de la perforación, paralelismo y carguío de frente realizados al personal de operaciones que se presentan semanalmente fomentan un ciclo de retroalimentación constante, donde se revisan y ajustan las operaciones en busca de un rendimiento óptimo. Esta dinámica de trabajo asegura que los procesos se mantengan en constante evolución y que se reduzcan las desviaciones operativas. Sin una retroalimentación continua, las operaciones podrían volverse obsoletas y menos eficientes.
- El rol del Asistente de perforación y voladura es fundamental para asegurar la eficiencia y la seguridad en las operaciones mineras. A través de la capacitación técnica, el control de perforaciones, el control del carguío de explosivos que se refleja en la reducción de la sobrerotura, la elaboración de informes y la presentación de propuestas de mejora, este cargo se convierte en un pilar clave para optimizar los recursos, garantizar la seguridad y mantener la productividad en niveles óptimos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un programa de capacitación técnica constante para los operadores y el personal de piso, con el objetivo de mantener altos niveles de eficiencia y reducir errores durante el proceso de marcado de malla de perforación y perforación de frente. La actualización periódica en técnicas de perforación y carguío permitirá que el equipo esté siempre preparado para enfrentar los desafíos operativos de manera más efectiva.
- Es recomendable realizar un seguimiento constante de la sobrerotura en la rampa Liza del NV 2860, con el fin de ajustar de manera precisa las técnicas de perforación y el carguío de explosivos.
- Se sugiere que los reportes sobre el desempeño y las propuestas de mejora se realicen de manera más dinámica, incorporando tecnologías que permitan un análisis en tiempo real. Este enfoque mejoraría la capacidad de reacción ante problemas operativos y ayudaría a la jefatura a tomar decisiones más rápidas y efectivas.
- Se recomienda fomentar la participación activa de todo el equipo en la identificación de oportunidades de mejora operativa. Un sistema donde los operadores y el personal de piso puedan sugerir mejoras directamente podría complementar las propuestas semanales del asistente, enriqueciendo el ciclo de mejora continua.
- Se recomienda consolidar un enfoque integral de mejora continua en las operaciones como la implementación de un software de voladura, basado en la simulación del proceso. Este enfoque permitirá mantener un alto nivel de productividad y seguridad, asegurando el éxito a largo plazo en las operaciones mineras.

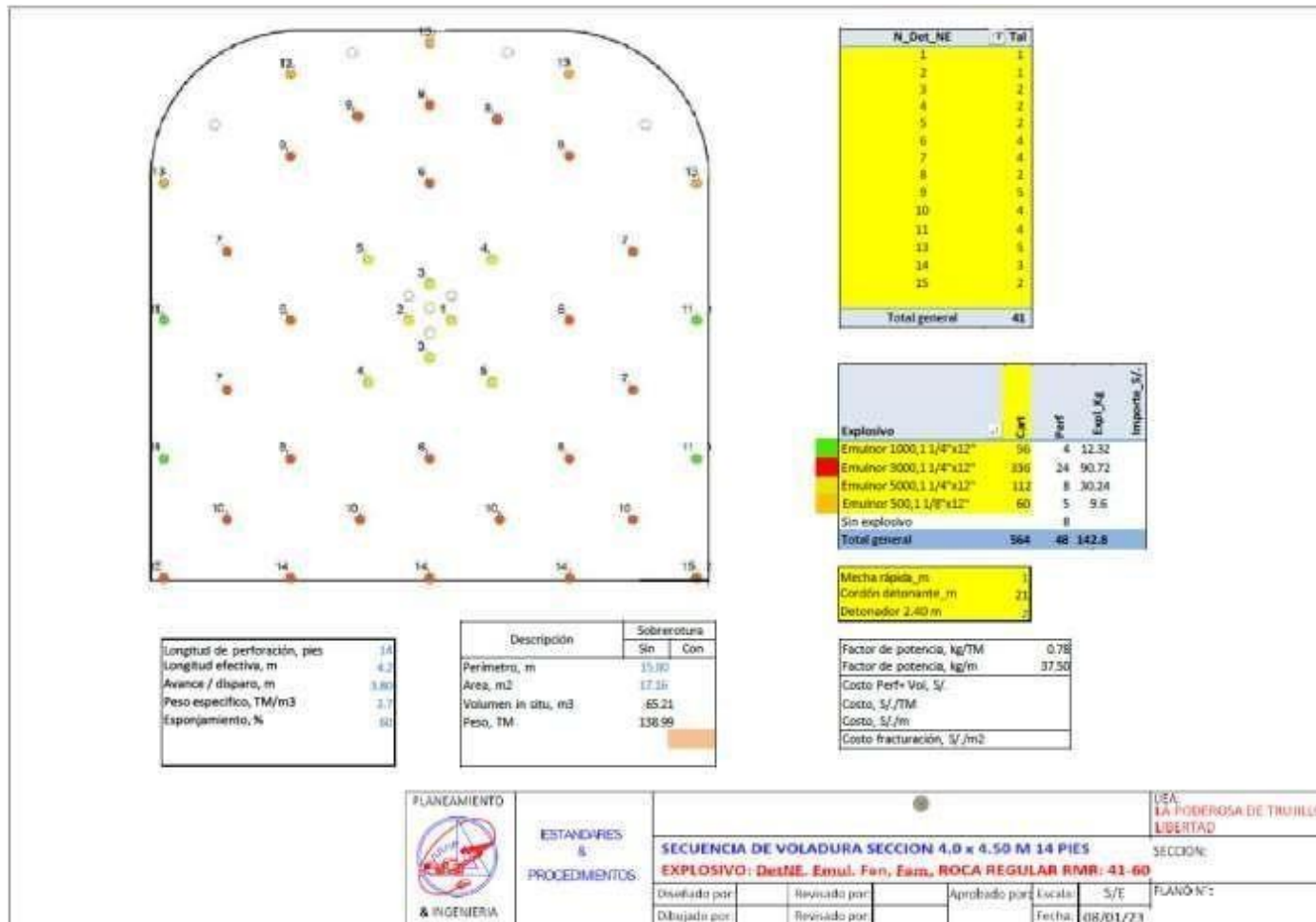
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **EXSA.** *Manual práctico de voladura.* Lima, Perú : EXSA, 2021.
2. **Hossain, E.** *Fundamentals of Drilling Engineering.* s.l. : Society of Petroleum Engineers, 2016. ISBN: 9781119083931.
3. **Azurín, R.** *Optimización de perforación y voladura para reducir sobrerotura en el bypass 2843 del Consorcio Minero Horizonte S.A. - Retamas 2021.* Tesis de pregrado. Abancay, Perú : Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2023.
4. **López, C.** *Manual de perforación y voladura de rocas.* Madrid, España : Instituto Tecnológico Geominero, 2003. ISBN: 84-505-7007-7.
5. **Compañía Minera Poderosa.** *Estándar operativo: Voladura en labores horizontales.* Trujillo, Perú : Compañía Minera Poderosa S.A., 2023.
6. **Famesa explosivos.** Emulnor. *Emulnor.* [En línea] 2016. <https://www.famesa.cl/productos/altos-explosivos/emulnor/>.
7. **Konya, C y Walter, E.** *Rock Blasting and Overbreak Control.* United States : U.S. Department of Transportation: Federal Highway Administration, 1991.
8. **Singh, P y Ghose, A.** *Blasting in Mining - New Trends.* s.l. : CRC Press., 2013. ISBN: 9780415621397.
9. **Mendoza, N.** *Optimización de la voladura controlada aplicando un modelo matemático en la Unidad Minera Paraíso-Ecuador.* Huancayo, Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. Tesis de pregrado.
10. **Hustrulid, W.** *Blasting Principles for Open Pit Mining: Theoretical Foundation.* Netherlands : Balkema Publishers, 2016. ISBN: 9054104589.
11. **J&S Contratistas Generales SAC.** *Informe semanal.* s.l. : J&S Contratistas Generales SAC, 2022.
12. **Compañía Minera Poderosa SA.** *Reportes semanales.* Trujillo, Perú : Compañía Minera Poderosa SA, 2022.

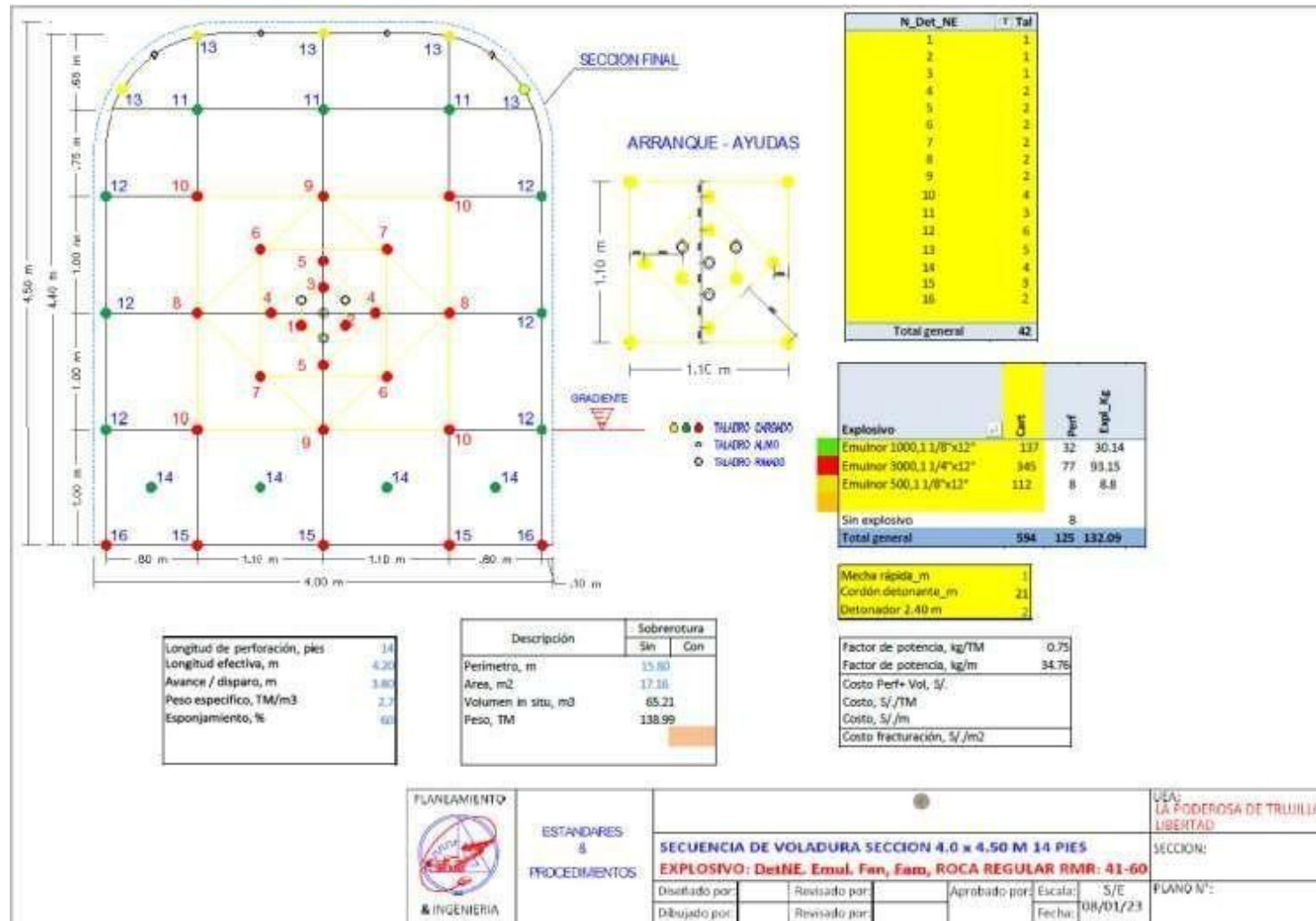
13. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* **Vargas, Z.** 1, San Pedro, Costa Rica : s.n., 2009, Revista Educación, Vol. 33, págs. 155-165. ISSN: 0379-7082.
14. *Los alcances de una investigación.* **Ramos, C.** 3, Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2020, Vol. 9. ISSN 1390-9592.
15. **Gustafsson, R.** *Técnica sueca de voladuras.* Suecia : Nora Boktryckeri AB, 1977.
16. **Sahuinco, E.** *Diseño de perforación y voladura en minería convencional para minimizar los costos en el frente de labores de desarrollo Compañía Minera Yanaquihua S.A.C.* Tesis de pregrado. Arequipa, Perú : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019.

ANEXOS

Anexo 1: Estándar de la malla de perforación – antes



Estándar de la malla de perforación – después



PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Broca de 45 mm de diámetro



Fotografía 2. Broca rimadora de 45 mm de diámetro



Fotografía 3. Carguío de explosivos en el frente de avance - 1



Fotografía 4. Carguío de explosivos en el frente de avance – 2



Fotografía 5. Carguío de explosivos en el frente de avance - 3



Fotografía 6. Carguío de explosivos en el frente de avance - 4



Fotografía 7. Carguío del arranque del frente



Fotografía 8. Frente cargado de explosivos



Fotografía 9. Distribución de la secuencia de disparos con faneles



Fotografía 10. Preparación de los faneles con el cebo para la secuencia del disparo - 1



Fotografía 11. Preparación de los faneles con el cebo para la secuencia del disparo - 2



Fotografía 12. Seguimiento del marcado de la malla de perforación según la propuesta de mejora del estándar



Fotografía 13. Perforación con Jumbo 14 pies - 1



Fotografía 14. Perforación con Jumbo 14 pies - 2