UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

Informe de Suficiencia Profesional

"OPTIMIZACIÓN DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA NO ELÉCTRICA PARA LA MEJORA DE LA FRAGMENTACIÓN DE ROCA EN ACCESO PRINCIPAL TRAMO II DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO - 2017"

PRESENTADA POR:

BACH. JUNNIOR EDUARDO MORÓN PAQUERA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ
2020

INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

"OPTIMIZACIÓN DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA NO ELÉCTRICA PARA LA MEJORA DE LA FRAGMENTACIÓN DE ROCA EN ACCESO PRINCIPAL TRAMO II DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO - 2017"

NOMBRE DEL AUTOR

Bach. Junnior Eduardo Morón Paquera

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO POR SUFICIENCIA

Folio N° 005

I. Documento de aprobación del Proyecto de Trabajo de Suficiencia Profesional:
RESOLUCION DE COMISIÓN ORGANIZADORA N 432-2020
Fecha: 28 de agosto del 2020.

II. El Jurado ha calificado la defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional, TITULADO:
"OPTIMIZACIÓN DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA NO ELÉCTRICA PARA LA MEJORA DE LA FRAGMENTACIÓN DE ROCA EN ACCESO PRINCIPAL TRAMO II DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO – 2017"
Bachiller:
Sr. JUNNIOR EDUARDO MORÓN PAQUERA
Asesor Principal:
Dr. ARQUÍMEDES LEON VARGAS LUQUE

III. Se dictamina:
Como: APTO por UNANIMIDAD
La defensa aprueba con nota: CATORCE (14), bajo la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, por lo que SI opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.
Siendo las 9:00 horas a los 31 de agosto del año 2020 se procede a la firma con conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
M.Sc. Ing. Osmar Cuentas Toledo

Primer Miembro

.....
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro

.....
(Nombres y Apellidos)

Bachiller

.....
(Nombres y Apellidos)

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo optimizar la malla de perforación y voladura no eléctrica para la mejora de la fragmentación de roca, durante el proceso de construcción del proyecto minero Quellaveco - 2017 a través de la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. El área de aplicación es en el tramo II entre los kilómetros 25+000 al 27+000, donde se hicieron los cambios en el diseño de malla de perforación y voladura no eléctrica para taladros de producción mayores de 6 metros, ante la problemática de tener un alto porcentaje de resultados deficientes en cuanto a la fragmentación de roca (parte superior del banco).

Para cumplir con el objetivo fue necesario analizar los diseños de malla y carguío precedentes, tanto en gabinete como en campo para posteriormente realizar cambios considerando el modelo matemático de Pearse para el diseño de malla y doble iniciación no eléctrica (pirotécnica) con dos iniciadores dentro del taladro para el diseño de carga, siendo distribuidos en el fondo y en la parte superior de éste modificándose la longitud del taco. Con esta distribución de carga se obtiene un mejor aprovechamiento de la energía liberada por el explosivo en todo el taladro. La aplicación de estos cambios en el diseño de carguío ha permitido llegar a un P80 promedio de 17 pulgadas, teniéndose una reducción del 50% respecto al valor inicial promedio de 35 pulgadas con la iniciación simple.

Palabras clave: Voladura, optimización, fragmentación, diseño de malla, doble iniciación no eléctrica.

ABSTRACT

The objective of this work is to optimize the non-electric drilling and blasting mesh for the improvement of rock fragmentation, during the construction process of the Quellaveco mining project - 2017 through the company PEVOEX Contratistas S.A.C. The area of application is in section II between kilometers 25+000 to 27+000, where changes were made in the design of the non-electric drilling and blasting mesh for production drills larger than 6 meters, given the problem of having a high percentage of poor results for rock fragmentation (top of bank).

To meet the objective, it was necessary to analyze the previous mesh and loading designs, both in the cabinet and in the field, to later make changes considering Pearse's mathematical model for the mesh design and non-electrical double initiation (pyrotechnic) with two initiators within the hole for the load design, being distributed in the bottom and in the upper part of it, modifying the length of the plug. With this load distribution, a better use of the energy released by the explosive is obtained throughout the hole. The application of these changes in the loading design has allowed to reach an average P80 of 17 inches, having a reduction of 50% with respect to the initial average value of 35 inches with the simple initiation.

Key words: Blasting, optimization, fragmentation, mesh design, non-electric double initiation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN i
ABSTRACT ii
I. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Trayectoria del autor 2
1.2 Descripción de la Empresa 3
1.2.1 Objetivo estratégico 4
1.2.2 Misión 4
1.2.3 Visión 4
1.3 Organigrama de la Empresa 5
1.4 Áreas y funciones desempeñadas 7
1.4.1 Desde noviembre 2018 a la actualidad 7
1.4.2 Desde agosto 2016 a diciembre 2017 9
1.4.3 Desde noviembre 2015 a mayo 2016 11
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA 13
2.1 Antecedentes 13
2.2 Objetivos 20
2.2.1 Objetivo general 20
2.2.2 Objetivos específicos: 20
2.3 Ubicación del Proyecto 20
2.3.1 Accesibilidad 22
2.4 Descripción de las operaciones 22
III. VIABILIDAD DEL PROYECTO 42
IV. PRODUCTOS 42
4.1 Resultados 44

V. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS 44

5.1 Recomendaciones 44

VI. REFERENCIAS 45

VII. ANEXOS 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la oficina principal de PEVOEX 5
Figura 2 Organigrama de obra en el acceso principal tramo II - 2017 6
Figura 3 Diseño de carga de voladura Nº 155 - km 25+840 al km 25+900 16
Figura 4 Fragmentación de roca - post disparo de voladura Nº 155 17
Figura 5 Diseño de carga de voladura Nº 158 - km 25+420 al km 25+470 18
Figura 6 Fragmentación de roca - post disparo de voladura Nº 158 19
Figura 7 Ubicación del proyecto minero Quellaveco 21
Figura 8 Personal realizando las actividades de perforación 26
Figura 9 Reunión premeeting de voladura 28
Figura 10 Delimitación de área de voladura 29
Figura 11 Descarga y traslado de material explosivo 29
Figura 12 Diseño de carga de voladura Nº 165 - km 26+940 al km 26+960 ... 30
Figura 13 Diseño de carga de voladura Nº 166 - km 25+870 al km 25+905 ... 31
Figura 14 Diseño de carga de voladura Nº 176 - km 25+750 al km 25+770 ... 32
Figura 15 Diseño de carga de voladura Nº 180 - km 26+940 al km 27+010 ... 33
Figura 16 Personal de voladura realizando la conexión de taladros 34
Figura 17 Acoplamiento de línea silenciosa de 500 m con el percutor 35
Figura 18 Chispeo de voladura 35
Figura 19 Antes del disparo km 26+940 al km 26+960 - voladura Nº 165 36
Figura 20 Después del disparo km 26+940 al km 26+960 - voladura Nº 165.. 37
Figura 21 Antes del disparo km 25+870 al km 25+905 - voladura Nº 166 37
Figura 22 Después del disparo km 25+870 al km 25+905 - voladura Nº 166.. 38
Figura 23 Antes del disparo km 25+750 al km 25+770 - voladura Nº 176 38
Figura 24 Después del disparo km 25+750 al km 25+770 - voladura Nº 176.. 39
Figura 25 Antes del disparo km 26+940 al km 27+010 - voladura Nº 180 39
Figura 26 Después del disparo km 26+940 al km 27+010 - voladura Nº 180.. 40
Figura 27 P80 promedio de las voladuras realizadas 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM WGS84 - Zona 19K 21
Tabla 2 Ruta de Acceso para el Tramo II 22
Tabla 3 Equipos de perforación en la construcción del tramo II 23
Tabla 4 Factor de corrección para estimar JSF 24
Tabla 5 Datos operacionales de perforación, roca y explosivo 25
Tabla 6 Resultado de las variables 25
Tabla 7 Tipos de explosivos 27
Tabla 8 Tipos de accesorios 27
Tabla 9 P80 promedio de las voladuras ejecutadas 41
Tabla 10 Malla de perforación empírica precedente 43
Tabla 11 Granulometría de roca P80 promedio precedente 43

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú es uno de los países en donde se viene desarrollando la construcción de diversos megaproyectos mineros; uno de ellos es el proyecto Quellaveco que tiene un impacto socioeconómico importante a nivel nacional.

En la etapa de construcción del proyecto minero Quellaveco la perforación y voladura es identificado como un proceso crítico al generar celeridad en el proceso constructivo por su eficiencia en la fragmentación del macizo rocoso mediante el uso de explosivos a un bajo costo. Esta celeridad en el proceso constructivo permite a la empresa contratista cumplir con los hitos según la programación inicial. La entrega de los accesos es prioritaria por la importancia que tienen para el ingreso y salida de personal, equipos e infraestructuras al proyecto.

Uno de los problemas frecuentes y graves en voladura es la bolonería, generando retrasos en el avance diario por el bajo rendimiento de los equipos de carguío, uso adicional de equipos auxiliares incurriendo en el desgaste de sus componentes e incluso es necesario realizar voladuras secundarias generando impactos negativos a toda la operación.

Para mejorar la fragmentación de roca es necesario la innovación de nuevas técnicas en el diseño de perforación y voladura, a través de información técnica tanto del macizo rocoso como del material explosivo a utilizar, tal como el que se aplicará en el presente trabajo.

1.1 Trayectoria del autor

La experiencia adquirida desde el año 2015 a la actualidad es en empresas contratistas dedicadas al sector minero y construcción, especializadas en prestar servicios de perforación y voladura de rocas. A continuación, se detalla la trayectoria obtenida.

2018 (noviembre a la actualidad): Empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como supervisor de perforación, en la obra Tailings Impoundment Dam Construction del Proyecto Quellaveco.

2018 (julio a octubre): Empresa EXSA S.A. como supervisor de perforación y voladura, en la obra Mejoramiento de Carretera Moquegua - Omate - Arequipa.

2016 a 2017 (agosto 2016 a diciembre 2017): Empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como asistente de oficina técnica, en la obra Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II del proyecto Quellaveco.

2015 a 2016 (noviembre 2015 a mayo 2016): Empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como practicante de perforación y voladura, en la obra Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II del proyecto Quellaveco.

1.2 Descripción de la Empresa

PEVOEX Contratistas S.A.C. es una empresa peruana, que inició sus actividades en el 2001 brindando los servicios de perforación, voladura de rocas y movimiento de tierras dentro del sector minería y construcción. Cuenta con una vasta experiencia calificada y certificada la misma que garantiza la excelencia de sus operaciones. Actualmente brinda los servicios de:

- Perforación y supervisión de voladura como subcontratista del consorcio JJC BESALCO en el proyecto minero Quellaveco, Moquegua.
- Explotación de cantera río Asana norte como subcontratista de concretos SUPERMIX S.A. en el proyecto minero Quellaveco, Moquegua.
- Perforación de taladros de precorte con sistema DTH como contratista de Southern Copper en mina Cuajone, Moquegua.
- Movimiento de tierras como subcontratista de NEXA RESOURCES en la unidad minera Cerro Lindo, Ica.
- Perforación de taladros de precorte como contratista de Pan American Silver en mina La Arena, La libertad.
- Perforación, voladura y operaciones de minado como contratista de NEXA RESOURCES en mina Atacocha, Cerro de Pasco.

La empresa opera como contratista directo, subcontratista o consorciado con otras empresas tanto en proyecto de corto, mediano y largo plazo con un enfoque flexible requerido para cada cliente, cumpliendo con los estándares de seguridad, medio ambiente, salud y calidad. Cuenta con certificaciones internacionales:

- ISO 9001:2015, certificación del sistema de gestión de calidad.
- ISO 14001:2015, certificación del sistema de gestión ambiental.
- ISO 18001:2007, certificación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional.

1.2.1 Objetivo estratégico

Aplicar la experiencia profesional y práctica a los servicios brindados, orientados hacia la mejora continua y superación de las expectativas de sus clientes.

1.2.2 Misión

Trabajar con los más altos estándares de seguridad, calidad y medio ambiente, en la prestación de nuestros servicios, generando valor para nuestros clientes, para nuestra gente y para las comunidades donde desarrollamos nuestras operaciones a partir del cumplimiento que exige la ley, la ética y los valores.

1.2.3 Visión

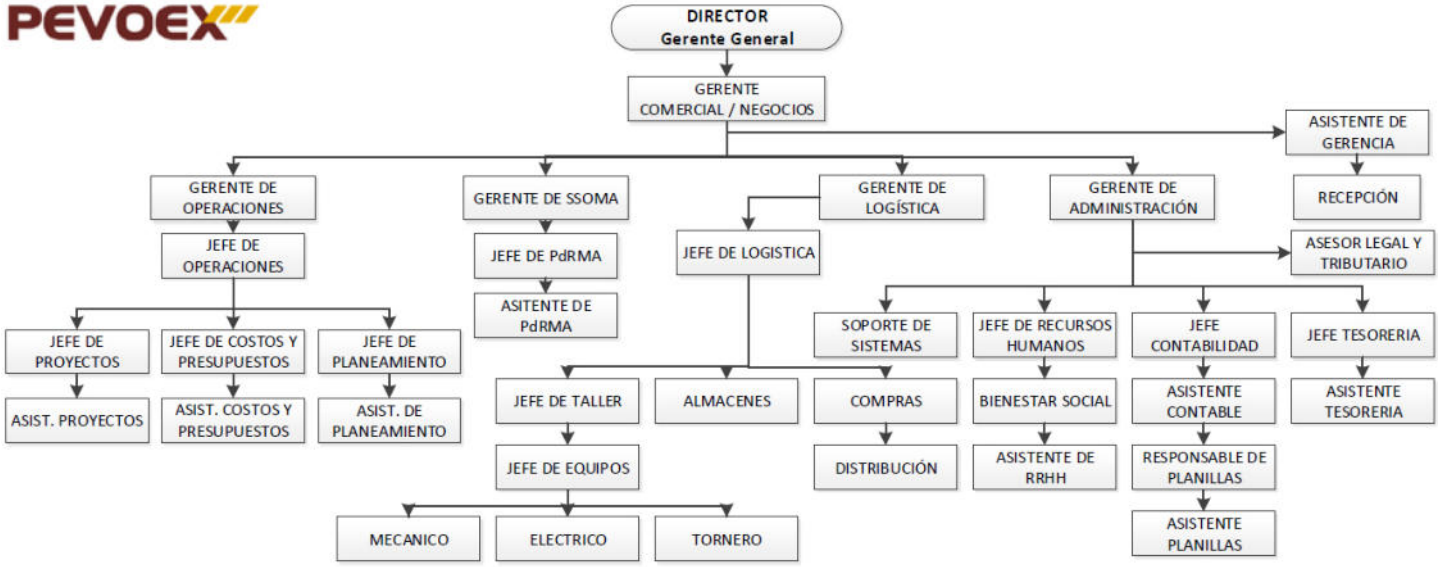
Ser la empresa especializada líder en servicios de ingeniería y construcción en obras mineras y civiles; en perforación y voladura de rocas, movimiento de tierras y construcción de presas de relaves. Ser una empresa respetada y reconocida a nivel nacional e internacional.

1.3 Organigrama de la Empresa

PEVOEX Contratistas S.A.C. en la sede principal de Lima está conformada bajo la dirección del Gerente General Ing. Rómulo Mucho Mamani y que subdivide en cuatro gerencias principales Operaciones, Seguridad y Medio Ambiente, Logística y Administración las cuales dan soporte a las diferentes obras de ejecución de la empresa en el sector minero y construcción como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Organigrama de la oficina principal de PEVOEX

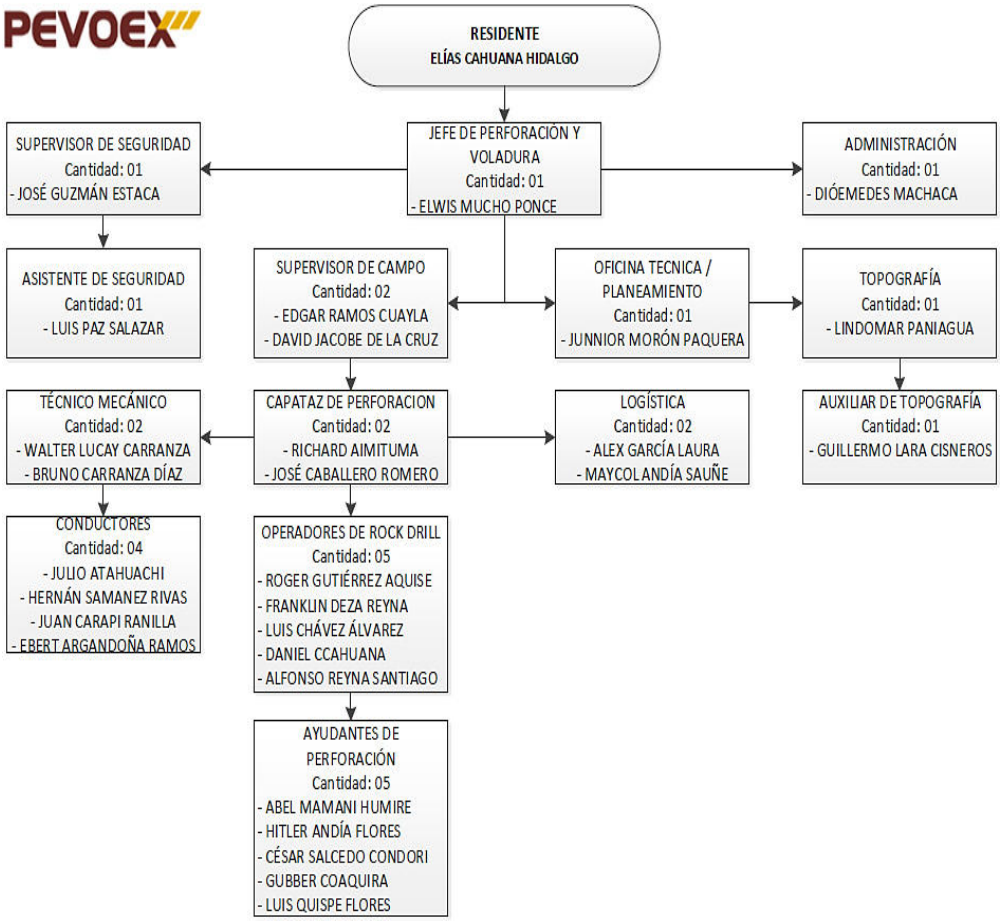


Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C (2017).

En la obra de construcción del acceso principal tramo II - 2017 PEVOEX Contratistas S.A.C. estuvo conformada bajo la dirección del Ingeniero Residente de obra y se subdivide en tres áreas Operaciones, Seguridad y Administración dentro del proyecto como se observa en la Figura 2.

Figura 2

Organigrama de obra en el acceso principal tramo II - 2017



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C (2017).

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

1.4.1 Desde noviembre 2018 a la actualidad

En la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como supervisor de perforación, en la obra Tailings Impoundment Dam Construction del proyecto Quellaveco. Responsable de las siguientes funciones:

Perforación

- Desarrollar el plan de perforación y voladura.
- Diseñar los parámetros de perforación por tipo de roca y verificar su cumplimiento en el marcado de malla de campo.
- Realizar el reparto de guardia diario de acuerdo al plan semanal de perforación y difundir los instructivos diarios de seguridad.
- Coordinar las nuevas zonas de perforación verificando que cuenten con las condiciones mínimas necesarias para iniciar los trabajos de perforación.
- Coordinar el traslado de equipos en camabaja con el cliente con 24 horas de anticipación.
- Gestionar el abastecimiento de combustible diario para los equipos de perforación (*rock drill*).
- Revisar y evaluar los indicadores de gestión *KPI's* de los equipos de perforación (velocidad de perforación, disponibilidad mecánica y consumo de aceros y consumibles).
- Administrar y controlar los mantenimientos preventivos o correctivos de los equipos de perforación de acuerdo a los planes de trabajo.
- Administrar y aprobar los requerimientos de perforación.
- Dar conformidad a los reportes de perforación diarios.

- Autorizar el inicio y culminación de los trabajos de perforación mediante las herramientas de sistema de gestión de seguridad (ATS, IPERC, check list de equipos, entre otros).

Voladura

- Realizar el diseño de voladura por tipo de taladro de acuerdo al análisis de la zona de trabajo.
- Elaborar y presentar el protocolo de voladura al cliente para su aprobación.
- Verificar el cumplimiento en la aplicación de los explosivos asignados en el protocolo de voladura.
- Coordinar con el cliente la habilitación de material taco (gravilla de 1 pulgada).
- Administrar y controlar el uso adecuado de los tipos de explosivos, según la calidad del macizo rocoso de cada labor.
- Realizar informe post voladura evaluando los resultados de fragmentación y evaluación de taludes para presentarlo a las jefaturas del proyecto.
- Realizar reunión diaria post guardia con los líderes de cada área para el plan de ejecución de las actividades.

Administrativos

- Realizar reunión contractual con el cliente para verificar el avance de obra y estatus de las valorizaciones.
- Planificar y programar los cambios de guardia del personal directo e indirecto de perforación.
- Llevar el control de obra en función de la productividad y el presupuesto.
- Presentar la valorización mensual por los servicios de perforación y supervisión de voladura.

- Realizar balance de obra semanal y mensual para posteriormente presentarlo a gerencia PEVOEX.
- Controlar los costos operativos de las operaciones de perforación.
- Realizar, controlar y actualizar los procedimientos de trabajo de perforación.
- Planificar capacitaciones mensuales al personal en cuanto a innovaciones en la actividad de perforación, seguridad y mantenimiento de equipos.
- Evaluar permanentemente el desempeño del personal a cargo.
- Identificar los peligros, evaluar los riesgos y realizar los controles de seguridad necesarios para la protección al personal y medio ambiente.
- Respetar, cumplir y asegurar la aplicación del reglamento interno de trabajo, reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo, código de ética, manual de funciones, procedimientos y políticas internas vigentes emitidas por la empresa, para el mejor desempeño de sus funciones.
- Reportar al cliente la ocurrencia de cualquier incidente sin importar la gravedad de éste para su control.
- Sancionar al personal que incumpla con lo dispuesto en el reglamento interno de trabajo.

1.4.2 Desde agosto 2016 a diciembre 2017

En la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como asistente de oficina técnica, en la obra Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II del proyecto Quellaveco. Responsable de las siguientes funciones:

Oficina técnica

- Controlar indicadores de gestión *KPI's* de los equipos de perforación (velocidad de perforación, disponibilidad mecánica y consumo de aceros y consumibles).
- Realizar el plan semanal de producción de acuerdo a las zonas indicadas por el jefe de perforación y voladura.
- Elaboración del diseño de malla de perforación en gabinete.
- Elaboración del diseño de carga de voladura según las especificaciones del jefe de perforación y voladura.
- Elaboración de los protocolos de voladura para posterior presentación al cliente.
- Elaborar y presentar un informe mensual detallado del avance del proyecto a gerencia de PEVOEX.

Perforación y voladura

- Controlar los tiempos de perforación por cuadrilla, equipo y zona de trabajo.
- Controlar el consumo y stock de material explosivo y accesorios de voladura.
- Controlar el consumo de combustible de los equipos de perforación y equipos livianos.
- Controlar la entrada y salida de explosivos y accesorios del polvorín.
- Controlar en campo la cantidad de explosivo usado por taladro y por proyecto, verificando el cumplimiento del factor de carga asignado en el protocolo de voladura.
- Verificar que la longitud de los taladros esté perforada de acuerdo a los cortes asignados por topografía.
- Implementar técnicas en el diseño de carga con doble iniciación no eléctrica (pirotécnica) para obtener una mejor fragmentación.

- Instalación del sismógrafo a 300 m de la zona de voladura para monitorear los niveles de vibración.
- Revisar el correcto llenado los reportes de perforación y utilizarlo para actualizar la base de datos de perforación.
- Realizar la valorización mensual por el servicio de perforación y voladura para revisión del ingeniero residente de PEVOEX y ser posteriormente presentada al cliente.
- Realizar los informes post voladura de acuerdo a los resultados de fragmentación de roca.
- Revisar periódicamente la vigencia del carnet SUCAMEC de todo el personal y gestionar la actualización en caso se haya vencido.

Seguridad, salud y medio ambiente

- Participar en la difusión de los instructivos diarios de seguridad.
- Llevar el registro de charlas de seguridad.
- Apoyar en las inspecciones de seguridad (planeada, inopinada y diaria).
- Elaboración de Reportes de actos y condiciones subestándar.
- Apoyar en la elaboración del informe mensual de seguridad y salud ocupacional y medio ambiente.

1.4.3 Desde noviembre 2015 a mayo 2016

En la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. como practicante de perforación y voladura, en la obra Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II del proyecto Quellaveco. Responsable de las siguientes funciones:

Oficina técnica

- Apoyo en la elaboración del diseño de malla de voladura en gabinete y en campo.

- Apoyo en la elaboración del diseño de carga para la voladura.
- Apoyo en la elaboración de los protocolos de voladura.
- Controlar indicadores de gestión *KPI's* de los equipos de perforación (velocidad de perforación, disponibilidad mecánica y consumo de aceros y consumibles).
- Apoyo en la realización del plan semanal de producción de acuerdo a las zonas indicadas por el jefe de perforación y voladura.

Perforación y voladura

- Controlar los tiempos de perforación por cuadrilla, equipo y zona de trabajo Llevar el control de consumo y stock de explosivos.
- Actualizar los *KPI's* de perforación según los reportes diarios presentados por el supervisor de campo.
- Controlar el consumo y stock de material explosivo y accesorios de voladura.
- Llevar el control de consumo de combustible de los equipos de perforación y equipos livianos.
- Controlar en campo la cantidad de explosivo usado por taladro y por proyecto, verificando el cumplimiento del factor de carga asignado en el protocolo de voladura.
- Revisar el correcto llenado los reportes de perforación y utilizarlo para actualizar la base de datos de perforación.
- Instalación del sismógrafo a 300 m de la zona de voladura para monitorear los niveles de vibración.
- Apoyar en la elaboración de la valorización mensual por el servicio de perforación y voladura para revisión del ingeniero de oficina técnica de PEVOEX.
- Realizar los informes post voladura de acuerdo a los resultados de fragmentación de roca.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

La actividad específica consiste en la optimización de la malla de perforación y voladura no eléctrica para la mejora de la fragmentación de roca en el acceso principal tramo II del proyecto minero Quellaveco. Se observa en el Anexo 11 todas las actividades desarrolladas en el proceso de mejora e innovación aplicadas para la optimización de la fragmentación de roca.

2.1 Antecedentes

Para el desarrollo del presente informe se revisaron trabajos de investigación afines, los cuales fueron utilizados de guía al tener como objetivo común la optimización de la malla de perforación y voladura no eléctrica para la mejora de la fragmentación de la roca.

Para alcanzar objetivos de fragmentación se implementó cambios en el factor de potencia, en el tipo y longitud del taco, tiempo de salida entre taladros y filas y reducción de malla de perforación. La aplicación de estos cambios ha permitido llegar a un valor mensual de P80 del material roto óptimo lo que significa una reducción del 28% respecto al valor inicial. Alcanzar tal resultado de fragmentación generó un incremento de 3% en la recuperación del mineral. (Chávez, 2014, p. 4).

Para mejorar la fragmentación de roca y reducir los costos de operación, se analizaron modelos matemáticos que permiten evaluar la fragmentación y algunos modelos de distribución granulométrico de material volado, longitud de taco y las características del macizo rocoso. Con la aplicación del modelo de fragmentación se determinó que el tamaño óptimo de fragmentación es 30

cm en el Tajo Jesica, logrando reducir los costos globales de la mina al ya no utilizarse la chancadora. (Chiclla y Zegarra, 2019, p. 2).

Aplicando doble iniciación no electrónica en roca andesita mediante el conocimiento de sus características geomecánicas en la perforación y voladura de bancos se logra optimizar la fragmentación de roca, determinando un P80 promedio de 3.405 pulgadas luego de 13 pruebas realizadas utilizando el *software wip frag* 2010. (Choqueña, 2017, p. 21).

Los parámetros para el diseño de malla de perforación se basan en la calidad de roca a través de la realización de estudios técnicos para su clasificación geomecánica en la labor minera de estudio. Se mejoró el diseño de malla, la distribución de taladros y el factor de potencia, por ende, la fragmentación de la roca la cual facilita la limpieza, carguío, acarreo y transporte. Se aplicó el método de causa efecto para la evaluación de la fragmentación de roca. (Depaz y Cáceres, 2018, p. 3).

Para incrementar la producción de mineral de acuerdo a los intereses de la compañía minera Poderosa S.A. se implementó un nuevo diseño de perforación y voladura aplicando el modelo matemático de Pearse y utilizando datos estadísticos, garantizando la viabilidad del proyecto cumpliendo el programa de producción mensual. Se determinaron parámetros óptimos de perforación y diseño de voladura en realce con taladros acumulados. (Escalante, 2019, p. 3).

Para garantizar una buena fragmentación de roca en compañía minera Antamina S.A. se aplica el modelo matemático según la teoría de Richard Ash, el cual tiene una evaluación del diseño de la malla de perforación y diseño de voladura. Fue necesario realizar trabajo de campo, laboratorio y gabinete para

integrar la información desarrollada y posteriormente ejecutar las herramientas de cálculo de acuerdo al modelo matemático propuesto en minería superficial. (Figueroa, 2017, p. 4).

Aplicando doble iniciación electrónica y modificar algunos parámetros establecidos en el diseño de malla, diseño de carga y tiempos de secuencia de salida del disparo en los proyectos de voladura, han permitido optimizar la fragmentación de la roca en zona de mineral con la muestra de buenos resultados sin perjudicar la estabilidad de los taludes ni presencia de *fly rock*. Se obtuvo una reducción de 36% en el P80 según los análisis realizados. (Hinostroza, 2014, p. 5).

En la construcción del acceso principal tramo II del proyecto minero Quellaveco, es importante cumplir con los plazos de entrega de los accesos en ejecución, es por ello que los ratios de volumen de roca removidos diariamente deben ser constantes según lo planificado por el cliente. El área de perforación y voladura debe ser eficiente y garantizar la entrega de roca fragmentada con un P80 menor o igual a 22 pulgadas según lo establecido contractualmente.

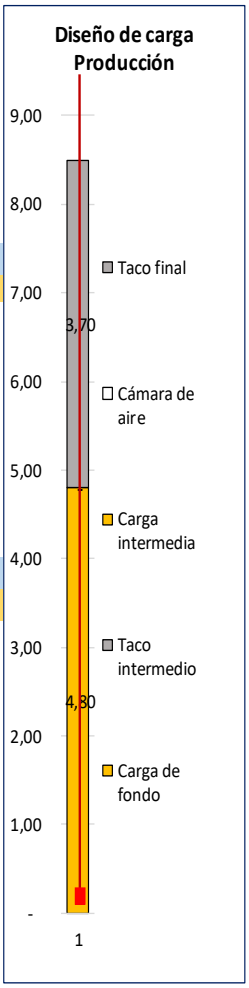
Con la aplicación de iniciación simple en el diseño de carguío detallados en la Figura 3 y Figura 5 para taladros de producción en bancos mayores de 6 metros, se tenía como resultado de voladura fragmentos de roca de sobre tamaño o bolonería mayor a 35 pulgadas como se puede observar en la Figura 4 y Figura 6.

Figura 3

Diseño de carga de voladura Nº 155 - km 25+840 al km 25+900

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089 m	
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	8,50		
J	Sobreperforación	m	0,00		
L	Longitud total de taladro	m	8,50		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	66,30		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	1,00		
	Peso Total	kg	0,15		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 500/17x15m		
	Cantidad	pza	1,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	4,80	56%	
T1	Taco intermedio	m	-	0%	
C2	Carga intermedia	m	-	0%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	3,70	44%	
	Total Longitud de Carga	m	4,80	56%	
	Total Carga	kg/tal	23,84		
	Factor de Carga	kg/m³	0,36		



Nota: Modelo del diseño de carga con iniciación simple en el fondo para taladros de producción en el km 25+840 al 25+900. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 155 (2017).

Figura 4

Fragmentación de roca - post disparo de voladura Nº 155



Nota: Resultado post voladura Nº 155 deficiente, observándose bolonería y fragmentos de roca de sobre tamaño mayor a 35 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 155 (2017).

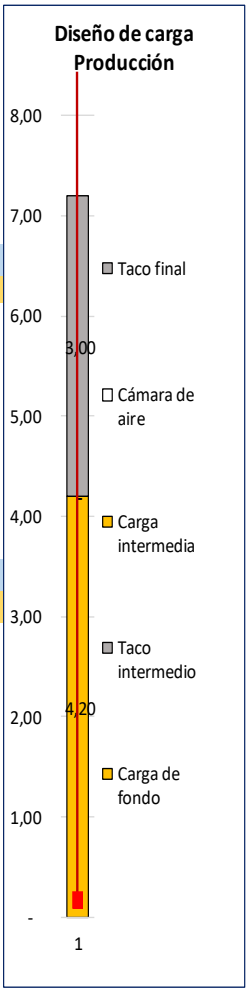
Se tuvo malos resultados de fragmentación de roca con la aplicación de iniciación simple en la voladura Nº 155, observándose bloques de roca (bolonería) de sobre tamaño mayores a lo acordado en el contrato, teniendo que utilizarse necesariamente equipos auxiliares (picotón) o voladura secundaria para la reducción de tamaño de la roca.

Figura 5

Diseño de carga de voladura Nº 158 - km 25+420 al km 25+470

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089	m
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	7,20		
J	Sobreperforación	m	0,00		
L	Longitud total de taladro	m	7,20		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	56,16		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	1,00		
	Peso Total	kg	0,15		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 500/17x15m		
	Cantidad	pza	1,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	4,20	58%	
T1	Taco intermedio	m	-	0%	
C2	Carga intermedia	m	-	0%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	3,00	42%	
	Total Longitud de Carga	m	4,20	58%	
	Total Carga	kg/tal	20,86		
	Factor de Carga	kg/m³	0,37		



Nota: Modelo del diseño de carga con iniciación simple en el fondo para taladros de producción en el km 25+420 al km 25+470. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 158 (2017).

Figura 6

Fragmentación de roca - post disparo de voladura Nº 158



Nota: Resultado post voladura Nº 158 deficiente, observándose bolonería y fragmentos de roca de sobre tamaño mayor a 35 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 158 (2017).

Se pudo observar que en las voladuras Nº 155 y Nº 158 realizadas con iniciación simple en taladros de producción mayores a 6 metros, la fragmentación de roca es gruesa y sobredimensionada mayor a 35 pulgadas, ocasionando bajos rendimientos de los equipos de carguío y uso excesivo de equipos auxiliares para selección y acomodo de roca.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

- Optimizar la malla de perforación y voladura no eléctrica en los km 25+000 al km 27+000 del acceso principal tramo II.

2.2.2 Objetivos específicos:

- Diseñar la malla de perforación aplicando el modelo matemático de Pearse en los taladros de producción mayores a 6 metros.
- Diseñar el carguío de taladros de producción con doble iniciación no eléctrica.
- Analizar la reducción de la granulometría de roca P80 para mejorar la eficiencia de las voladuras.

2.3 Ubicación del Proyecto

Políticamente las operaciones del proyecto minero Quellaveco se ubica en el distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua (Figura 7) y las coordenadas geográficas UTM WGS84 se muestran en la Tabla 1 y Anexo 12.

Ubicación Política

Sector	:	Quellaveco
Distrito	:	Torata
Provincia	:	Mariscal Nieto
Departamento	:	Moquegua

Tabla 1

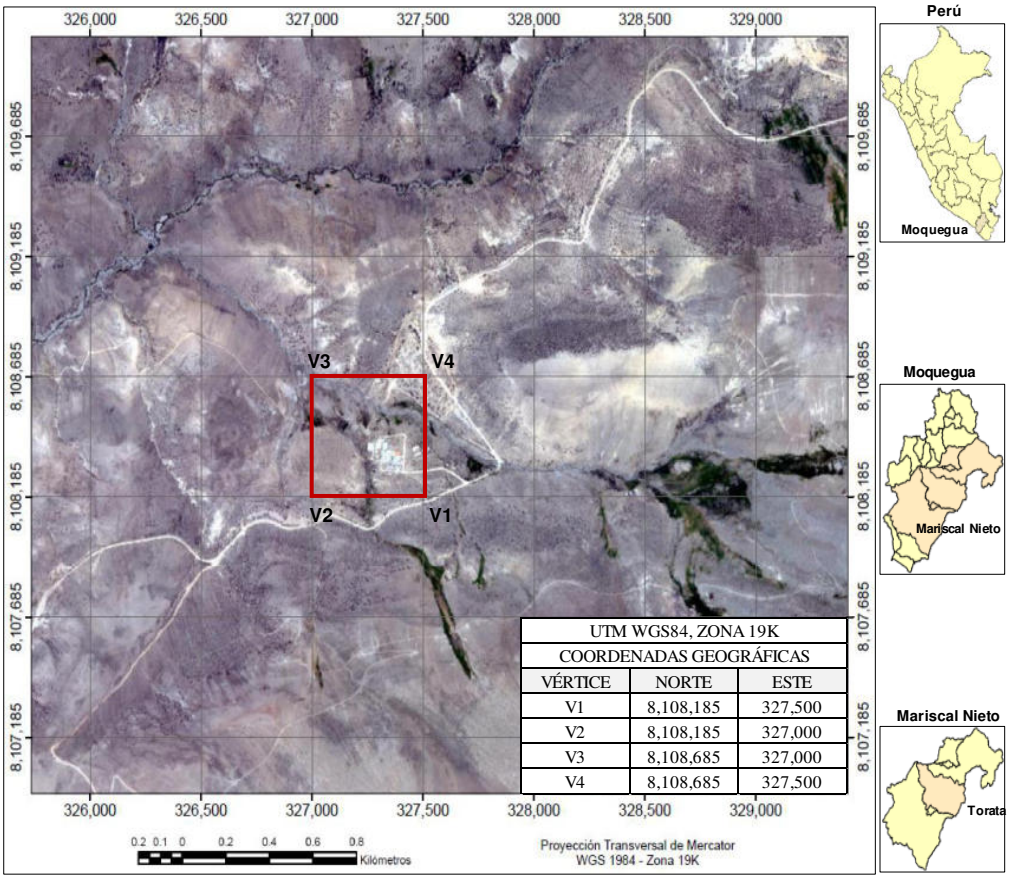
Coordenadas UTM WGS84 - Zona 19K

Vértice	Norte	Este
1	8,108,185	327,500
2	8,108,185	327,000
3	8,108,685	327,000
4	8,108,685	327,500

Nota: Recopilado de INGEMMET (2020).

Figura 7

Ubicación del proyecto minero Quellaveco



Nota: Recopilado de INGEMMET (2020).

2.3.1 Accesibilidad

La construcción del acceso principal tramo II se encuentra aproximadamente a 35 km del departamento de Moquegua. Para ingresar a la obra, se debe partir de la carretera Binacional en el sector de Chen Chen a través de trocha carrozable existente, con una longitud de 23 km denominado TRAMO I (Papujune). El final del TRAMO I es el empalme con el inicio del TRAMO II con una longitud de 27 km (Tabla 2).

Tabla 2

Ruta de Acceso para el Tramo II

Origen	Destino	Tipo de Vía	Tiempo (h)	Distancia (km)
Lima	Arequipa	Asfaltada	15.6	1,012
Arequipa	Moquegua	Asfaltada	4.5	177
Moquegua	Tramo I (Papujune)	Trocha carrozable	0.4	12
Tramo I (Papujune)	Tramo II	Trocha carrozable	0.67	23

Nota: Elaboración propia.

2.4 Descripción de las operaciones

Perforación

La perforación es el proceso en el cual se utiliza energía mecánica de equipos de perforación con la finalidad de abrir hoyos (taladros) en el macizo rocoso, y es donde se aloja los materiales explosivos con sus accesorios. Los parámetros de perforación dependen de los diseños de los bancos y plataformas, características físicas y mecánicas de la roca y tipo de explosivo disponible. (Bernaola, 2013, p. 5).

En la construcción del acceso principal tramo II del proyecto Quellaveco se utilizaron 03 equipos de perforación hidráulicos tipo *rock drill* como se muestra en la Tabla 3. Los parámetros de éstos los equipos de perforación son la percusión, rotación, avance y barrido.

Tabla 3

Equipos de perforación en la construcción del tramo II

Ítem	Equipo	Modelo	Marca	Diámetro Ø (pulg)
1	Perforadora hidráulica	JD1300E	JUN JIN	3.0 - 3.5
2	Perforadora hidráulica	JD 800E	JUN JIN	3.0 - 3.5
3	Perforadora hidráulica	Power Rock	ATLAS COPCO	3.5 - 4.0

Nota: Elaboración propia.

Para el cálculo de la malla de perforación de los taladros de producción se aplicó el modelo matemático de Pearse bajo la siguiente secuencia.

- En primera instancia se calculó el índice de calidad de roca corregido utilizando la Ecuación 1, considerando la evaluación de las discontinuidades para valorar el factor de corrección según la Tabla 4.

$$ERQD = RQD * FC \quad (1)$$

Donde:

ERQD = Índice de calidad de roca corregido.

RQD = Índice de calidad de roca.

FC = Factor de corrección

Tabla 4

Factor de corrección para estimar JSF

Resistencia discontinuidades	Factor corrección
Alta	1
Media	0.9
Baja	0.8
Muy baja	0.7

Nota: Elaborado por C. Reátegui (2016).

- Luego se calculó el factor de volabilidad mediante la Ecuación 2.

$$Kv = 1.96 - 0.27 * \ln (ERQD) \quad (2)$$

Donde:

Kv = Factor de volabilidad.

- Finalmente se calculó el burden y espaciamiento con la Ecuación 3 y Ecuación 4 respectivamente.

$$B = 0.0254 * Kv * D * (Pd/Ts)^{0.5} \quad (3)$$

$$E = B * 1.15 \quad (4)$$

Donde:

B = Burden.

Kv = Factor de volabilidad.

D = Diámetro del taladro.

Pd = Presión de detonación.

Ts = Resistencia a la tracción.

E = Espaciamiento.

En la Tabla 5 se detalla los datos de operaciones como también datos de la roca de los km 25+000 al km 27+000 proporcionado por el departamento de geología (Velasco, 2015, p. 83).

Tabla 5

Datos operacionales de perforación, roca y explosivo

Datos	Valor	Unidad
Diámetro de taladro	3.5	pulg
Densidad explosiva Superfam dos	0.8	g/cm^3
Velocidad del explosivo Superfam dos	3,300	m/s
Altura banco	>6	m
Densidad roca Andesita	2.3	g/cm^3
RQD	65	%
Factor de corrección	0.8	-
Resistencia a la tracción Andesita	11	MPa

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Resultado de las variables

Variables	Valor	Unidad
Resistencia a la tracción (Ts)	11	MPa
Índice de calidad de roca corregido (ERQD)	0.52	-
Factor de volabilidad (Kv)	2.10	-
Presión de detonación (Pd)	2,178	MPa

Nota: Elaboración propia.

Con las variables calculadas en la Tabla 6 se ejecuta la Ecuación 3 y Ecuación 4 según modelo matemático de Pearse, obteniendo como resultado el burden = 2.60 m y espaciamiento = 3.00 m, recomendado para taladros de producción en bancos mayores de 6 metros.

La malla de perforación calculada (burden y espaciamiento) se trazó en campo por el área de topografía para posteriormente elaborar el protocolo de voladura (Anexo 2, Anexo 4, Anexo 6 y Anexo 8).

Actividades que se realizaron en perforación:

- El supervisor de campo es el encargado de verificar que el área de perforación entregada por el cliente cuente con todas las medidas de seguridad necesarias para que el personal y los equipos *rock drill* garanticen un buen rendimiento (Figura 8).
- Personal de topografía marca la malla de perforación según los parámetros de diseño calculados.
- Supervisor de campo realiza la coordinación del traslado de equipos *rock drill* al área de perforación debidamente ploteado por una camioneta.
- El operador de *rock drill* y el ayudante hacen el reconocimiento del área antes de dar inicio con la perforación. El ayudante dirige al operador para posicionarse en el punto a perforar y realiza la verificación del metraje de los taladros perforados.

Figura 8

Personal realizando las actividades de perforación



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

Voladura

La voladura es el proceso por el cual se transforma el macizo rocoso en fragmentos de roca con energía química a través del uso de explosivos y sus accesorios. En la construcción del acceso principal tramo II se utilizaron materiales explosivos (Tabla 7) y accesorios (Tabla 8) requeridos por el cliente.

Tabla 7

Tipos de explosivos

Ítem	Tipo explosivo	Modelo de explosivo	Densidad (g/cm^3)	VoD (m/s)	PoD (kbar)	Proveedor
1	ANFO	Superfam dos	0,8	3,300	32	FAMESA
2	Emulsión	Emulnor 5000	1,16	5,500	88	FAMESA
3	Dinamita	Pulverulenta 65	1,1	5,200	74	FAMESA
4	Booster	HDP-3	1,6	7,000	-	FAMESA
5	Cordón detonante	Pentacord	-	7,000	-	FAMESA

Nota: VoD = Velocidad de detonación, PoD = Presión de detonación. Elaboración propia.

Tabla 8

Tipos de accesorios

Ítem	Tipo Accesorio	Retardo (ms)	Longitud (m)	VoD (m/s)	Proveedor
1	Fanel dual	800/17	6	2,000	FAMESA
2	Fanel simple	17	6	2,000	FAMESA
3	Fanel simple	25	6	2,000	FAMESA
4	Fanel simple	35	6	2,000	FAMESA
5	Fanel simple	42	6	2,000	FAMESA
6	Línea silenciosa	LSEF	500	2,000	FAMESA

Nota: VoD = Velocidad de detonación. Elaboración propia.

Actividades realizadas en voladura:

- El jefe de perforación y voladura, es responsable de la revisión y presentación de los protocolos de voladura al cliente 48 horas antes de su ejecución.
- La reunión premeeting de voladura se realiza 24 horas antes del disparo a cargo del jefe o residente de perforación y voladura (Figura 9), haciendo un resumen del protocolo de voladura e indicando en el plano

de radio de influencia las zonas de evacuación durante el disparo (Anexo 10). Una vez terminada la reunión se colocan los letreros de aviso de voladura en un lugar de fácil visibilidad y en los puntos principales de acceso.

Figura 9

Reunión premeeting de voladura



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

- El día de voladura el supervisor verifica previamente el llenado de las herramientas de seguridad y el PETAR de voladura (Anexo 9) así como también solicita al personal presentar su carnet SUCAMEC.
- Se delimita el perímetro de carguío con letreros y cintas de seguridad color rojo (Figura 10).
- Los vehículos que de trasladaron los explosivos y accesorios (camión y camioneta) son estacionados lo más cerca posible al área de carguío, distanciados a 5 metros.
- Personal de voladura realiza la descarga y traslado del material explosivo (Figura 11).

Figura 10

Delimitación de área de voladura



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

Figura 11

Descarga y traslado de material explosivo



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

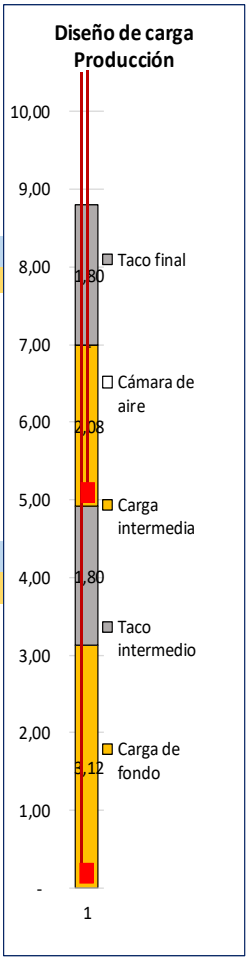
- Se carga con doble iniciación en taladros de producción mayores a 6 metros como se observa en la Figura 12, Figura 13, Figura 14 y Figura 15.

Figura 12

Diseño de carga de voladura Nº 165 - km 26+940 al km 26+960

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089 m	
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	8,00		
J	Sobreperforación	m	0,80		
L	Longitud total de taladro	m	8,80		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	68,64		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	2,00		
	Peso Total	kg	0,30		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m		
	Cantidad	pza	2,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	3,12	35%	
T1	Taco intermedio	m	1,80	20%	
C2	Carga intermedia	m	2,08	24%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	1,80	20%	
	Total Longitud de Carga	m	5,20	59%	
	Total Carga	kg/tal	25,82		
	Factor de Carga	kg/m³	0,38		



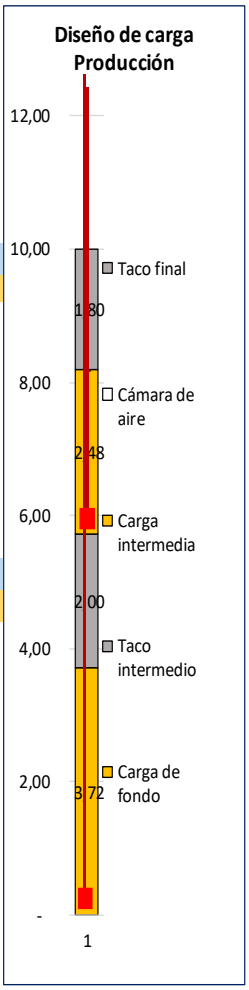
Nota: Modelo del diseño de carga con doble iniciación no eléctrica en el fondo y el medio, para taladros de producción en el km 26+940 al km 25+960. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 165 (2017).

Figura 13

Diseño de carga de voladura Nº 166 - km 25+870 al km 25+905

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089	m
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	9,00		
J	Sobreperforación	m	1,00		
L	Longitud total de taladro	m	10,00		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	78,00		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	2,00		
	Peso Total	kg	0,30		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m		
	Cantidad	pza	2,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	3,72	37%	
T1	Taco intermedio	m	2,00	20%	
C2	Carga intermedia	m	2,48	25%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	1,80	18%	
	Total Longitud de Carga	m	6,20	62%	
	Total Carga	kg/tal	30,79		
	Factor de Carga	kg/m³	0,39		



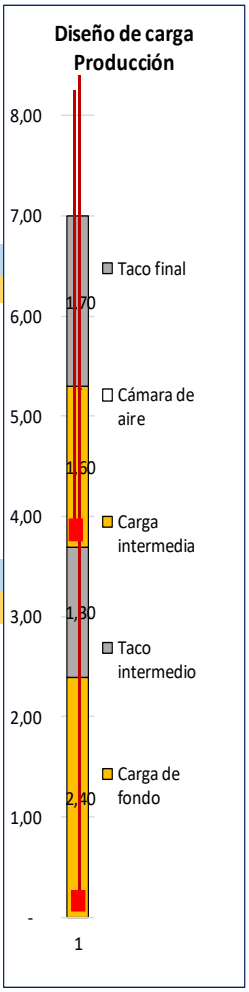
Nota: Modelo del diseño de carga con doble iniciación no eléctrica en el fondo y el medio, para taladros de producción en el km 25+870 al km 25+905. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 166 (2017).

Figura 14

Diseño de carga de voladura Nº 176 - km 25+750 al km 25+770

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089	m
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	7,00		
J	Sobreperforación	m	0,00		
L	Longitud total de taladro	m	7,00		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	54,60		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	2,00		
	Peso Total	kg	0,30		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x10m		
	Cantidad	pza	2,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	2,40	34%	
T1	Taco intermedio	m	1,30	19%	
C2	Carga intermedia	m	1,60	23%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	1,70	24%	
	Total Longitud de Carga	m	4,00	57%	
	Total Carga	kg/tal	19,86		
	Factor de Carga	kg/m³	0,36		



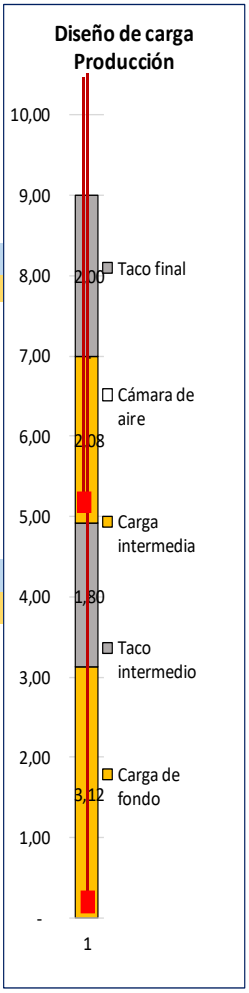
Nota: Modelo del diseño de carga con doble iniciación no eléctrica en el fondo y el medio, para taladros de producción en el km 25+750 al km 25+770. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 176 (2017).

Figura 15

Diseño de carga de voladura Nº 180 - km 26+940 al km 27+010

PRODUCCIÓN

1	**PARAMETROS DE PERFORACIÓN**				
D	Diámetro de taladro	Pulg	3,50	0,089	m
B	Burden	m	2,60		
E	Espaciamiento	m	3,00		
HB	Altura de banco	m	8,20		
J	Sobreperforación	m	0,80		
L	Longitud total de taladro	m	9,00		
I	Inclinación	°	90,00		
	Volumen	m3	70,20		
2	**PARAMETROS DE PRIMADO**				
	Tipo		Booster 1/3 lb		
	Peso	kg	0,15		
	Cantidad	Unid	2,00		
	Peso Total	kg	0,30		
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m		
	Cantidad	pza	2,00		
2	**PARAMETROS DE COLUMNA**				
	Tipo de Explosivo		ANFO		
	Densidad de Explosivo	kg/m3	800,00		
	Densidad Lineal	kg/m	4,97	100%	
C1	Carga de fondo	m	3,12	35%	
T1	Taco intermedio	m	1,80	20%	
C2	Carga intermedia	m	2,08	23%	
	Cámara de aire	m	-	0%	
T2	Taco final	m	2,00	22%	
	Total Longitud de Carga	m	5,20	58%	
	Total Carga	kg/tal	25,82		
	Factor de Carga	kg/m³	0,37		



Nota: Modelo del diseño de carga con doble iniciación no eléctrica en el fondo y el medio, para taladros de producción en el km 26+940 al km 27+010. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 176 (2017).

- El personal de voladura realiza la conexión entre taladros de la misma fila con los conectores del fanel dual (Figura 16) y para la conexión entre filas con los faneles de retardo CTD según los tiempos diseñados en el protocolo. La manguera del fanel dual del taladro de inicio (arranque) se conecta al bunch block de la línea silenciosa LSEF 500 m.

Figura 16

Personal de voladura realizando la conexión de taladros



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

- Finalmente, la línea silenciosa de 500 m es conectada y presionada con el percutor, generando y propagando la onda de choque (chispeo) como se observa en la Figura 17 y Figura 18.

Figura 17

Acoplamiento de línea silenciosa de 500 m con el percutor



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

Figura 18

Chispeo de voladura



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

- Pasado 5 minutos del disparo se verifica visualmente la voladura, observando las mejoras de fragmentación de roca por la doble iniciación no eléctrica.
- Se muestra el pre disparo (Figura 19, Figura 21, Figura 23 y Figura 25) y post disparo (Figura 20, Figura 22, Figura 24 y Figura 26) de las voladuras Nº 165, 166, 176 y 180, observando claramente el cambio físico en el macizo rocoso y la fragmentación de roca (P80) al aplicar la doble iniciación no eléctrica en la malla de perforación calculada por el modelo matemático de Pearse.

Figura 19

Antes del disparo km 26+940 al km 26+960 - voladura Nº 165



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. Protocolo de voladura Nº 165 (2017).

Figura 20

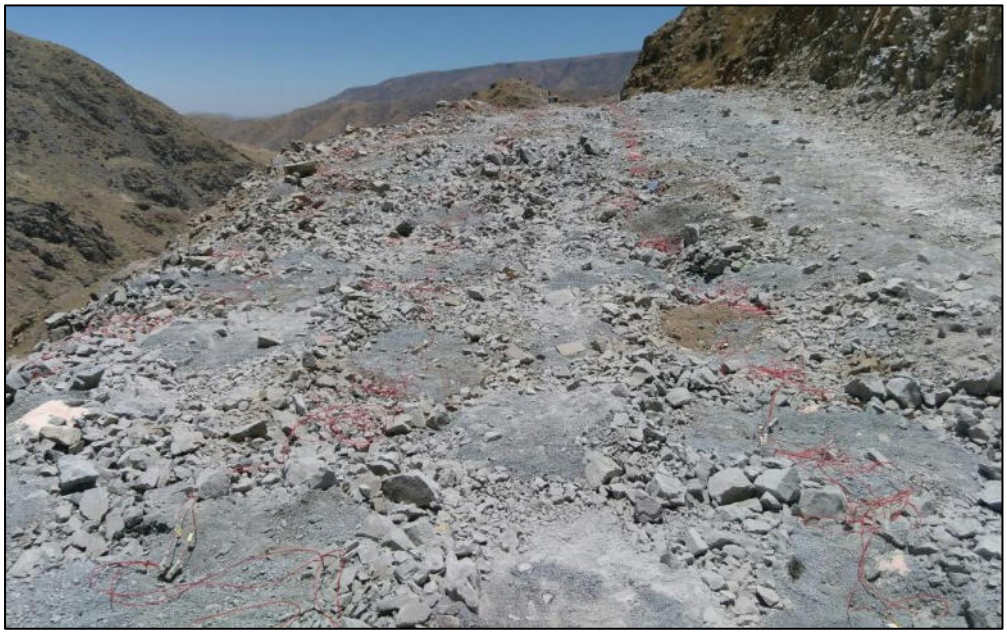
Después del disparo km 26+940 al km 26+960 - voladura Nº 165



Nota: Resultado post voladura Nº 165, observándose buena fragmentación de roca con granulometría promedio de 19 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 165 (2017).

Figura 21

Antes del disparo km 25+870 al km 25+905 - voladura Nº 166



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. Protocolo de voladura Nº 166 (2017).

Figura 22

Después del disparo km 25+870 al km 25+905 - voladura Nº 166



Nota: Resultado post voladura Nº 166, observándose buena fragmentación de roca con granulometría promedio de 16 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 166 (2017).

Figura 23

Antes del disparo km 25+750 al km 25+770 - voladura Nº 176



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. Protocolo de voladura Nº 176 (2017).

Figura 24

Después del disparo km 25+750 al km 25+770 - voladura Nº 176



Nota: Resultado post voladura Nº 176, observándose buena fragmentación de roca con granulometría promedio de 21 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 176 (2017).

Figura 25

Antes del disparo km 26+940 al km 27+010 - voladura Nº 180



Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. Protocolo de voladura Nº 180 (2017).

Figura 26

Después del disparo km 26+940 al km 27+010 - voladura Nº 180



Nota: Resultado post voladura Nº 180, observándose buena fragmentación de roca con granulometría promedio de 18 pulgadas. Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. - Protocolo de voladura Nº 180 (2017).

El ingeniero responsable de la voladura ingresa al área post disparo y realiza la evaluación subjetiva de la fragmentación de roca y su apilamiento. Tras la evaluación da conformidad de un disparo exitoso y libera el área para la continuidad de las actividades. El ingeniero de calidad del cliente verifica las dimensiones de granulometría y realiza la valoración.

Para el análisis de granulometría de roca P80 se utilizó el método de análisis cualitativo visual (Mamani, 2018, p. 67) aplicado a las voladuras realizadas entre los km 25+000 al km 27+000 del tramo II evidenciando las mejoras en la fragmentación de roca al cambiar el diseño de carga de iniciación simple a doble iniciación no eléctrica. La Tabla 9 detalla el valor P80 de las voladuras ejecutadas y la Figura 27 muestra el historial gráfico.

Tabla 9

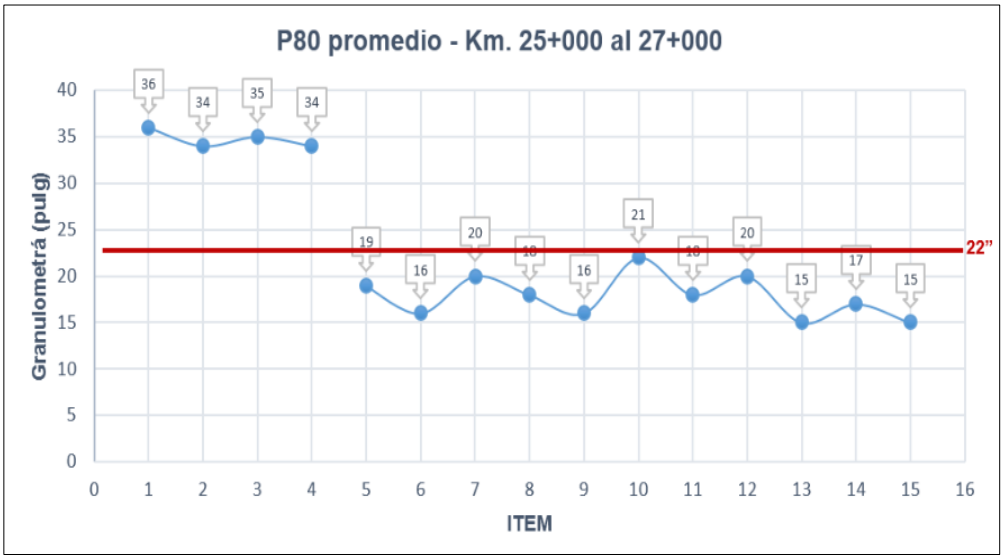
P80 promedio de las voladuras ejecutadas

Ítem	Nº voladura	Fecha	Lugar de voladura	P80 Prom (pulg)
1	150	11-Oct-17	km 26+760 al 26+820	36
2	153	16-Oct-17	km 26+930 al 27+100	34
3	155	20-Oct-17	km 25+840 al 25+900	35
4	158	28-Oct-17	km 25+340 al 25+390 / Alc. 25+370	34
		28-Oct-17	km 25+420 al 25+470	36
5	165	10-Nov-17	km 26+940 al 26+960	19
6	166	11-Nov-17	km 25+810 al 25+960	16
7	171	17-Nov-17	km 26+970 al 27+080	20
8	173	20-Nov-17	km 25+200 al 25+260	18
9	174	21-Nov-17	km 25+730 al 25+770	16
10	176	27-Nov-17	km 25+750 al 25+770	21
11	180	1-Dic-17	km 26+940 al 27+010	18
12	182	6-Dic-17	km 27+110 al 27+150	20
13	185	12-Dic-17	km 27+010 al 27+070	15
14	186	14-Dic-17	km 26+850 al 26+870	17
15	187	15-Dic-17	km 25+420 al 25+555	15

Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

Figura 27

P80 promedio de las voladuras realizadas



Nota: Historial granulométrico P80 reportado por calidad.

- Del 11 al 28 de octubre se realizó la evaluación de voladuras realizadas con iniciación simple para taladros de producción mayores a 6 metros.
- Del 10 de noviembre al 15 diciembre se aplicó doble iniciación no eléctrica, obteniendo granulometría promedio de 17 pulgadas, muy por debajo de las 22 pulgadas establecidas contractualmente.

III. VIABILIDAD DEL PROYECTO

El trabajo presentado reúne características y condiciones técnicas - operativas, en base a las experiencias de profesionales y técnicos que trabajaron en su ejecución, logrando mejorar la fragmentación de roca andesita a un P80 promedio de 17 pulgadas a través de la optimización de la malla de perforación y voladura no eléctrica para taladros de producción en bancos mayores a 6 metros y también se estandarizó un diseño típico para las áreas que están dentro del km 25+000 al km 27+000 del tramo II en el proyecto minero Quellaveco.

IV. PRODUCTOS

- Considerando que anteriormente se realizaba una malla de perforación empírica, se presenta un resumen en la Tabla 10 del burden y espaciamientos precedentes a la ejecución de malla de perforación según modelo matemático de Pearse en el acceso principal tramo II.
- El tamaño granulométrico P80 promedio de la fragmentación de roca con iniciación simple, es sobre dimensionada en tamaño respecto al solicitado contractualmente por el cliente como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 10

Malla de perforación empírica precedente

Nº voladura	Fecha	Lugar de voladura	Burden (m)	Espaciamiento (m)
135	20-Sep-17	km 21+975 al 22+085	2	2
136	21-Sep-17	km 26+900 al 26+940	2.3	2.6
137	22-Sep-17	km 23+770 al 23+890	2.2	2.5
138	23-Sep-17	km 19+935 al 20+055	2.2	2.5
139	25-Sep-17	km 26+040 al 26+250	2.5	3
140	27-Sep-17	km 20+230 al 20+350	2.8	3.2
141	28-Sep-17	km 25+460 al 25+510	2.4	2.8
142	30-Sep-17	km 20+270 al 20+350	2.5	2.8
143	2-Oct-20	km 26+775 al 26+810	2.6	3.2
144	3-Oct-17	km 19+610 al 19+750	2.2	2.5
145	4-Oct-17	km 22+280 al 22+330	2.4	2.75
146	5-Oct-17	km 26+885 al 26+930	2.5	2.8
147	6-Oct-17	km 19+435 al 19+470	2	2.5
148	7-Oct-17	km 19+075 al 19+100	2.4	2.8
149	9-Oct-17	km 22+220 al 22+280	2.2	2.5

Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

Tabla 11

Granulometría de roca P80 promedio precedente

Nº voladura	Fecha	Lugar de voladura	Diámetro taladro (pulg)	P80 prom (pulg)
135	20-Sep-17	km 21+975 al 22+085	3.5	44
136	21-Sep-17	km 26+900 al 26+940	3.5	37
137	22-Sep-17	km 23+770 al 23+890	3.5	35
138	23-Sep-17	km 19+935 al 20+055	3.5	40
139	25-Sep-17	km 26+040 al 26+250	3.5	38
140	27-Sep-17	km 20+230 al 20+350	3.5	35
141	28-Sep-17	km 25+460 al 25+510	3.5	42
142	30-Sep-17	km 20+270 al 20+350	3.5	28
143	2-Oct-20	km 26+775 al 26+810	3.5	29
144	3-Oct-17	km 19+610 al 19+750	3.5	37
145	4-Oct-17	km 22+280 al 22+330	3.5	27
146	5-Oct-17	km 26+885 al 26+930	3.5	30
147	6-Oct-17	km 19+435 al 19+470	3.5	35
148	7-Oct-17	km 19+075 al 19+100	3.5	38
149	9-Oct-17	km 22+220 al 22+280	3.5	36

Nota: Recopilado de PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017).

4.1 Resultados

- Se logró la optimización de la malla de perforación utilizando el modelo matemático de Pearse para el cálculo de burden y espaciamiento en los taladros de producción en bancos mayores a 6 metros del acceso principal tramo II.
- Al diseñar y aplicar doble iniciación no eléctrica en los taladros de producción mayores a 6 metros, se logra mejorar la fragmentación de roca en un 50% puesto que hay una mejor distribución de energía dentro del taladro.
- Se logró tener un historial de la granulometría de roca P80 con tendencia de mejora contínua, demostrando que la aplicación del nuevo diseño de perforación y carguío es eficiente para la obtención de fragmentos de roca promedio de 17 pulgadas.

V. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

5.1 Recomendaciones

- Realizar los diseños de perforación utilizando el modelo matemático de Pearse en los tramos posteriores del acceso principal considerando las características físicas y mecánicas de la roca, así como también llevar una supervisión constante en las actividades antes durante y después del disparo para garantizar la eficiencia de la perforación y voladura. Cabe señalar que el presente trabajo puede ser aplicado en cualquier actividad de minería superficial para la mejora en la fragmentación considerando el cambio de las características físicas y mecánicas según el tipo de roca.

- Realizar los diseños de carguío con doble iniciación no eléctrica en los taladros de producción mayores a 6 metros para tener una mejor distribución de energía dentro del taladro y por ende una mayor eficiencia de la voladura.
- Realizar un registro de análisis granulométrico de roca P80 de las voladuras a realizar, para identificar o verificar el cumplimiento de los objetivos en trabajos de perforación y voladura, teniendo como límite de fragmentación de roca el P80 acordado con el cliente.

VI. REFERENCIAS

Chávez León, L. A. (2014). Tesis: *Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja.* Universidad Mayor de San Marcos, Lima - Perú.

Chiclla Domínguez, M. y Zegarra Ayquipa, I. (2019). Tesis: *Aplicación de modelos matemáticos de fragmentación para la reducción de costos, en perforación y voladura en el tajo Jesica, Mina Aruntani S.A.C. - 2016*. Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac - Perú.

Choqueña Ccallata, J. J. (2017). Tesis: *Optimización de la fragmentación de roca mediante las características geomecánicas y doble iniciación no electrónica en la perforación y voladura de bancos - U.M. Apumayo S.A.C.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.

Depaz, L. M. y Cáceres, C. M. (2018). Tesis: *Geomecánica aplicada al diseño de malla de perforación de la GA-47E del nivel 2050 en la Unidad*

Alpacay, MYSA. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz - Perú.

Escalante Álvarez, J. C. (2019). Tesis: *Incremento de producción aplicando la perforación y voladura en realce, veta choloque nivel 1700 tajo 5105-1 mina El Tingo C.I.A. Minera Poderosa S.A. 2018.* Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac - Perú.

Famesa Explosivos S.A.C. (2018). *Ficha técnica de explosivos y accesorios de voladura.* Obtenido de http://famesa.com.pe/

Hinostroza Sierra, J. R. (2014). Tesis: *Optimización de la fragmentación en las rocas con la aplicación de la doble iniciación electrónica en la explotación de cobre porfirítico a cielo abierto.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.

Instituto Geológico Minero Metalúrgico (2020). *Ubicación del proyecto minero Quellaveco.* Obtenido de https://www.ingemmet.gob.pe/

López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García, P. (2018). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*.

Mamani Valdez, Y. D. (2018). Tesis "Optimización de la fragmentación con el uso de detonadores electrónicos en la mina Toquepala". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna - Perú.

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2016). *Propuesto Técnica - Económica servicio de perforación y voladura de rocas.*

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2016). *Plan de trabajo de perforación y voladura de rocas en el Acceso Principal Tramo II.*

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2017). *Protocolos de voladura - Tramo II*.

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2019). *Nosotros*. Obtenido de http://pevoex.com.pe/

Ramírez Oyanguren, P. y Alejano Monje, L. (2004). *Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes.* Universidad Politécnica de Madrid - España.

Reátegui, C. (2016). *Modelamiento y simulación de perforación y voladura en minería superficial*. (p. 93 - 95). CAMIPER.

Velasco, J. (2015). *Estudio definitivo para la construcción a nivel de asfaltado y mantenimiento de la carretera desvío Moquegua - Papujune, Tramo II.* Conalvias Construcciones S.A.S.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: Diseño de carga de voladura Nº 165.

ANEXO 2: Protocolo de voladura Nº 165.

ANEXO 3: Diseño de carga de voladura Nº 166.

ANEXO 4: Protocolo de voladura Nº 166.

ANEXO 5: Diseño de carga de voladura Nº 176.

ANEXO 6: Protocolo de voladura Nº 176.

ANEXO 7: Diseño de carga de voladura Nº 180.

ANEXO 8: Protocolo de voladura Nº 180.

ANEXO 9: PETAR de voladura Nº 165.

ANEXO 10: Plano de radio de influencia de voladura Nº 165.

ANEXO 11: Panel fotográfico.

ANEXO 12: Ubicación geográfica del proyecto minero Quellaveco.

ANEXO 01

DISEÑO DE CARGA DE VOLADURA N°165

Protocolo: 165
Empresa : CONALVIAS CONSTRUCCIONES SAS
Cliente : TRAMO II
Proyecto: PROYECTO :"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"
Progresiva : Prog. 26+940 al 26+960
Fecha de Voladura: 10-Nov
Responsable de Voladura: Ing. Alexis Niño

PRODUCCIÓN

1 PARAMETROS DE PERFORACIÓN

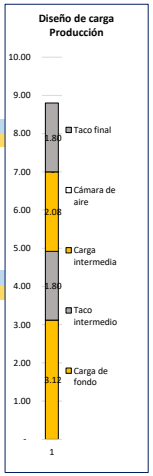
D	Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
B	Burden	m	2.60	
E	Espaciamiento	m	3.00	
HB	Altura de banco	m	8.00	
J	Sobreperforación	m	0.80	
L	Longitud total de taladro	m	8.80	
I	Inclinación	°	90.00	
	Volumen	m^3	68.64	

2 PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Booster 1/3 lb
	Peso	kg	0.15
	Cantidad	Unid	2.00
	Peso Total	kg	0.30
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m
	Cantidad	pza	2.00

2 PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		ANFO	
	Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00	
	Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%
C1	Carga de fondo	m	3.12	35%
T1	Taco intermedio	m	1.80	20%
C2	Carga intermedia	m	2.08	24%
	Cámara de aire	m	-	0%
T2	Taco final	m	1.80	20%
	Total Longitud de Carga	m	5.20	59%
	Total Carga	kg/tal	25.82	
	Factor de Carga	kg/m^3	0.38	



BUFFER

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

	Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
	Burden	m	2.00	
	Espaciamiento	m	2.00	
	Altura de banco	m	6.20	
	Sobreperforación	m	0.00	
	Longitud total de taladro	m	6.20	
	Inclinación	°	90.00	
	Volumen	m^3	24.80	

PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Booster 1/3 lb
	Peso	kg	0.15
	Cantidad	kg	2.00
	Peso Total	kg	0.30
	Tipo de iniciador		Fanel dual 500/17x15m
	Cantidad	pza	2.00

PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		ANFO	
	Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00	
	Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%
	Carga de fondo	m	0.84	14%
	Taco intermedio	m	1.50	24%
	Carga intermedia	m	0.56	9%
	Cámara de aire	m	1.50	24%
	Taco final	m	1.80	29%
	Total Longitud de Carga	m	1.40	23%
	Total Carga	kg/tal	6.95	
	Factor de Carga	kg/m^3	0.28	

PRECORTE

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

	Diámetro de taladro	Pulg	3.00	0.0762 m
	Burden	m	2.00	
	Espaciamiento	m	1.00	
	Altura de banco	m		
	Sobreperforación	m	-	
	Longitud total de taladro	m	-	
	Inclinación	°	78.00	
	Volumen/Area	m3	-	

PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)
	Peso	kg	0.08
	Cantidad	pza	2.00
	Peso Total	kg	0.16
	Tipo de iniciador		Cordon 5P
	Cantidad	m	1.00

PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		Dinamita Semexsa (1X7)	
	Densidad de Explosivo	kg/m3	1,100.00	
	Densidad Lineal	kg/m	0.16	#¡DIV/0!
	Carga de fondo	m	-	#¡DIV/0!
	Taco intermedio	m	-	#¡DIV/0!
	Carga intermedia	m	-	#¡DIV/0!
	Cámara de aire	m	-1.00	#¡DIV/0!
	Taco final	m	1.00	#¡DIV/0!
	Total Longitud de Carga	m	-	#¡DIV/0!
	Total Carga	kg/tal	-	
	Factor de Carga	kg/m3	#¡DIV/0!	

ANEXO 02

PEVOEX

PROTOCOLO DE VOLADURA 165

Versión 1/09-08-2016

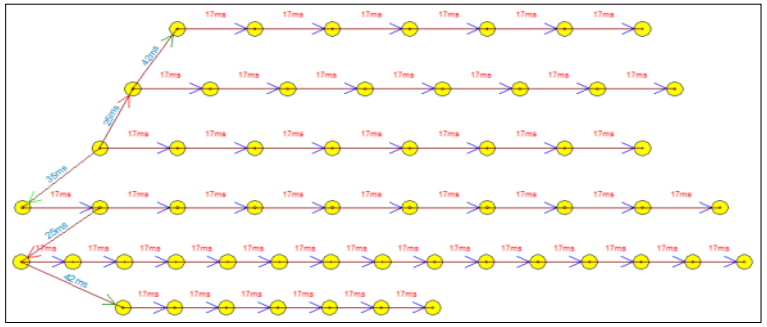
AngloAmerican

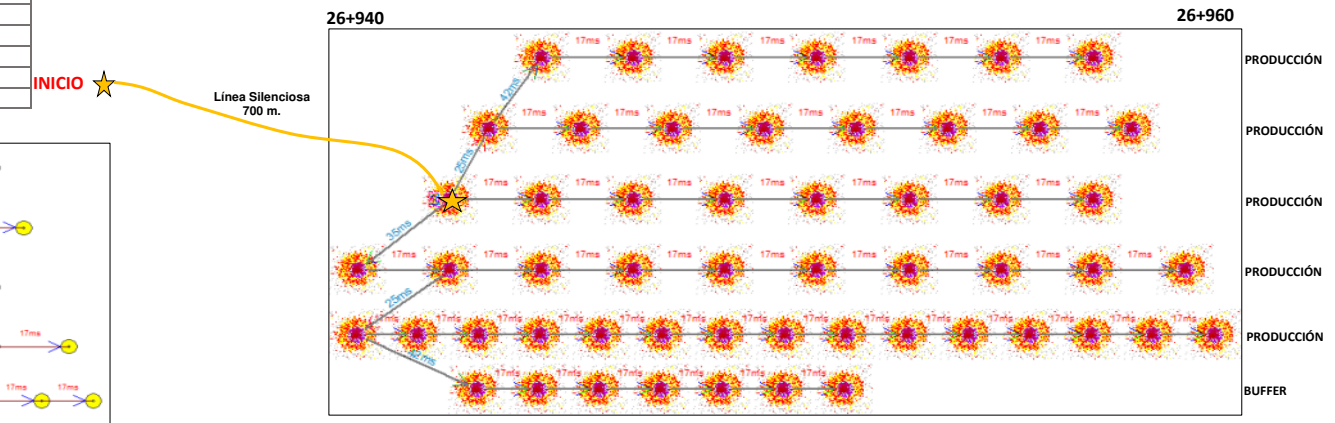
PROYECTO :
"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"

PROGRESIVA:	Prog. 26+940 al 26+960	**FECHA:**	10/11/2017	**SUBCONTRATO: PEVOEX**
AREA:	PERVOL	**HORA:**	12:30 Horas	

Tipo de Taladros	Cantidad de Taladros	Diametro (Pulg)	Altura Promedio (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m^3)	ANFO (Kg)	Cordon 5P (m)	Booster HDP 1/3 Lb (Pza)	Fanel dual 800/17x15m (pza)	EMULNOR 5000 1"X "8 (kg)	Dinamita Semigelatina (7/8"x7") (kg)	Fanel dual 800/17x6m (pza)	Factor de Carga (kg/m^3)
Buffer	7	3.50	6.20	2.00	2.00	173.60	48.66	0.00	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00	**0.28**
Producción	48	3.50	6.20	2.60	3.00	2,321.28	873.25	0.00	96.00	96.00	0.00	0.00	0.00	**0.38**
	55		**Volumen Total**			**2,494.88**	**921.91**	**-**	**110.00**	**110.00**	**-**	**-**	**-**	**0.37**

ACCESORIOS		
FANEL CTD 25ms x 6 mts	4.00	Pza
FANEL CTD 35ms x 6 mts	2.00	Pza
FANEL CTD 42ms x 6 mts	4.00	Pza
RTDO FANEL 17 ms	0.00	Pza
RTDO FANEL 25 ms	0.00	Pza
LSEF 700m	1.00	Pza





RESPONSABLE DE VOLADURA	CONSTRUCCIÓN CONALVIAS	JEFE DE SSOMA CONALVIAS	CLIENTE CONSTRUCCIÓN
NOMBRE: **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**

DISEÑO DE CARGA DE VOLADURA N°166 - Km. 25+870 al 25+905

Protocolo: 166
Empresa : CONALVIAS CONSTRUCCIONES SAS
Cliente : TRAMO II
Proyecto: PROYECTO :"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"
Progresiva : Prog. 25+870 al 25+905
Fecha de Voladura: 11-Nov
Responsable de Voladura: Ing. Alexis Niño

PRODUCCIÓN

1 PARAMETROS DE PERFORACIÓN

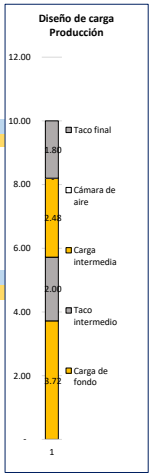
D	Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
B	Burden	m	2.60	
E	Espaciamiento	m	3.00	
HB	Altura de banco	m	10.00	
J	Sobreperforación	m	0.00	
L	Longitud total de taladro	m	10.00	
I	Inclinación	°	90.00	
	Volumen	m^3	78.00	

2 PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Booster 1/3 lb
	Peso	kg	0.15
	Cantidad	Unid	2.00
	Peso Total	kg	0.30
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m
	Cantidad	pza	2.00

2 PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		ANFO	
	Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00	
	Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%
C1	Carga de fondo	m	3.72	37%
T1	Taco intermedio	m	2.00	20%
C2	Carga intermedia	m	2.48	25%
	Cámara de aire	m	-	0%
T2	Taco final	m	1.80	18%
	Total Longitud de Carga	m	6.20	62%
	Total Carga	kg/tal	30.79	
	Factor de Carga	kg/m^3	0.39	



BUFFER

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
Burden	m	2.60	
Espaciamiento	m	2.00	
Altura de banco	m	10.00	
Sobreperforación	m	0.00	
Longitud total de taladro	m	10.00	
Inclinación	°	90.00	
Volumen	m^3	52.00	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Booster 1/3 lb	
Peso	kg	0.15	
Cantidad	kg	2.00	
Peso Total	kg	0.30	
Tipo de iniciador		Fanel dual 500/17x15m	
Cantidad	pza	2.00	

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo		ANFO		
Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00		
Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%	
Carga de fondo	m	1.80	18%	
Taco intermedio	m	2.50	25%	
Carga intermedia	m	1.20	12%	
Cámara de aire	m	2.00	20%	
Taco final	m	2.50	25%	
Total Longitud de Carga	m	3.00	30%	
Total Carga	kg/tal	14.90		
Factor de Carga	kg/m^3	0.29		

PRECORTE

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.00	0.0762 m
Burden	m	2.00	
Espaciamiento	m	1.00	
Altura de banco	m	10.00	
Sobreperforación	m	-	
Longitud total de taladro	m	10.00	
Inclinación	°	78.00	
Volumen/Area	m^3	20.00	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)	
Peso	kg	0.08	
Cantidad	pza	2.00	
Peso Total	kg	0.16	
Tipo de iniciador		Cordon 5P	
Cantidad	m	11.00	

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo		Dinamita Semexsa (1X7)		
Densidad de Explosivo	kg/m^3	1,100.00		
Densidad Lineal	kg/m	0.16	100%	
Carga de fondo	m	-	0%	
Taco intermedio	m	-	0%	
Carga intermedia	m	-	0%	
Cámara de aire	m	9.00	90%	
Taco final	m	1.00	10%	
Total Longitud de Carga	m	-	0%	
Total Carga	kg/tal	1.60		
Factor de Carga	kg/m^3	0.08		

ANEXO 04

PEVOEX

PROTOCOLO DE VOLADURA 166

Versión 1/09-08-2016

AngloAmerican

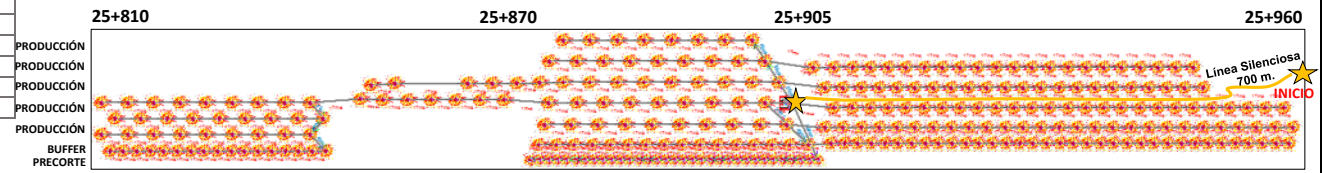
PROYECTO :
"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"

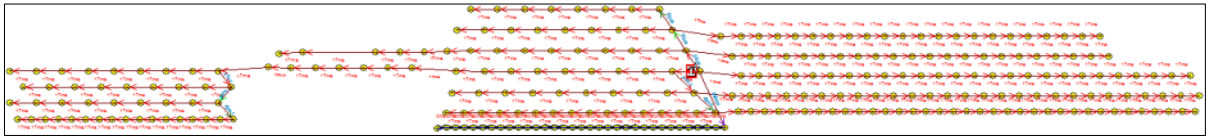
PROGRESIVA:	Prog. 25+810 al 25+960	**FECHA:**	11/11/2017
AREA:	PERVOL	**HORA:**	13:30 Horas

SUBCONTRATO: PEVOEX

Tipo de Taladros	Cantidad de Taladros	Diametro (Pulg)	Altura Promedio (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m^3)	ANFO (Kg)	Cordon 5P (m)	Booster HDP 1/3 Lb (Pza)	Fanel dual 800/17x15m (pza)	EMULNOR 5000 1"X "8 (kg)	Dinamita Semigelatina (7/8"x7") (kg)	Fanel dual 800/17x6m (pza)	Factor de Carga (kg/m^3)
Km. 25+810 al 25+870														
Buffer	17	3.50	4.00	1.50	2.00	204.00	59.09	0.00	17.00	17.00	0.00	0.00	0.00	**0.29**
Producción	33	3.50	3.50	2.00	2.50	577.50	196.64	0.00	33.00	33.00	0.00	0.00	0.00	**0.34**
					Volúmen - 1	781.50								
Km. 25+870 al 25+905														
Precorte	33	3.00	10.00	2.00	1.00	660.00	0.00	449.50	0.00	0.00	0.00	52.80	0.00	**0.08**
Buffer	16	3.50	10.00	2.60	2.00	832.00	238.35	0.00	32.00	32.00	0.00	0.00	0.00	**0.29**
Producción	48	3.50	10.00	2.60	3.00	3,744.00	1477.80	0.00	96.00	96.00	0.00	0.00	0.00	**0.39**
					Volúmen - 2	5,236.00								
Km. 25+905 al 25+960														
Buffer	35	3.50	3.50	1.50	2.00	367.50	104.28	0.00	35.00	35.00	0.00	0.00	0.00	**0.28**
Producción	97	3.50	3.50	2.00	2.50	1,697.50	578.01	0.00	97.00	97.00	0.00	0.00	0.00	**0.34**
					Volúmen - 3	2,065.00								
	279			**Volumen Total**		**8,082.50**	**2,654.18**	**449.50**	**310.00**	**310.00**	**0.00**	**52.80**	**0.00**	**0.33**

ACCESORIOS		
FANEL CTD 25ms x 6 mts	**6.00**	Pza
FANEL CTD 35ms x 6 mts	**4.00**	Pza
FANEL CTD 42ms x 6 mts	**6.00**	Pza
FANEL CTD 17ms x 10,5 mts	**0.00**	Pza
BALINES	**1.00**	Pza
LSEF 700m	**1.00**	Pza





RESPONSABLE DE VOLADURA	CONSTRUCCIÓN CONALVIAS	JEFE DE SSOMA CONALVIAS	CLIENTE CONSTRUCCIÓN
NOMBRE: **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**

ANEXO 05

DISEÑO DE CARGA DE VOLADURA N°176 - Km. 25+750 al 25+770

Protocolo: 176
Empresa : CONALVIAS CONSTRUCCIONES SAS
Cliente : TRAMO II
Proyecto: PROYECTO :"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"
Progresiva : Prog. 25+750 al 25+770
Fecha de Voladura: 27-Nov
Responsable de Voladura: Ing. John Fernández

PRODUCCIÓN

1 PARAMETROS DE PERFORACIÓN

D	Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
B	Burden	m	2.60	
E	Espaciamiento	m	3.00	
HB	Altura de banco	m	7.00	
J	Sobreperforación	m	0.00	
L	Longitud total de taladro	m	7.00	
I	Inclinación	°	90.00	
	Volumen	m^3	54.60	

2 PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Booster 1/3 lb
	Peso	kg	0.15
	Cantidad	Unid	2.00
	Peso Total	kg	0.30
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x10m
	Cantidad	pza	2.00

2 PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		ANFO	
	Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00	
	Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%
C1	Carga de fondo	m	2.40	34%
T1	Taco intermedio	m	1.30	19%
C2	Carga intermedia	m	1.60	23%
	Cámara de aire	m	-	0%
T2	Taco final	m	1.70	24%
	Total Longitud de Carga	m	4.00	57%
	Total Carga	kg/tal	19.86	
	Factor de Carga	kg/m^3	0.36	



BUFFER

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
Burden	m	2.00	
Espaciamiento	m	2.00	
Altura de banco	m	7.00	
Sobreperforación	m	0.00	
Longitud total de taladro	m	7.00	
Inclinación	°	90.00	
Volumen	m^3	28.00	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)
Peso	kg	0.08
Cantidad	pza	2.00
Peso Total	kg	0.16
Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x10m
Cantidad	pza	2.00

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo			ANFO	
Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00		
Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%	
Carga de fondo	m	1.08	15%	
Taco intermedio	m	1.70	24%	
Carga intermedia	m	0.72	10%	
Cámara de aire	m	1.70	24%	
Taco final	m	1.80	26%	
Total Longitud de Carga	m	1.80	26%	
Total Carga	kg/tal	8.94		
Factor de Carga	kg/m^3	0.32		

PRECORTE

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.00	0.0762 m
Burden	m	2.00	
Espaciamiento	m	1.00	
Altura de banco	m	7.00	
Sobreperforación	m	-	
Longitud total de taladro	m	7.00	
Inclinación	°	78.00	
Volumen/Area	m^3	14.00	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)
Peso	kg	0.08
Cantidad	pza	2.00
Peso Total	kg	0.16
Tipo de iniciador		Cordon 5P
Cantidad	m	8.00

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo			Dinamita Semexsa (1X7)	
Densidad de Explosivo	kg/m^3	1,100.00		
Densidad Lineal	kg/m	0.16	100%	
Carga de fondo	m	-	0%	
Taco intermedio	m	-	0%	
Carga intermedia	m	-	0%	
Cámara de aire	m	6.00	86%	
Taco final	m	1.00	14%	
Total Longitud de Carga	m	-	0%	
Total Carga	kg/tal	1.12		
Factor de Carga	kg/m^3	0.08		

ANEXO 06

PEVOEX

PROTOCOLO DE VOLADURA 176

Versión 1/09-08-2016

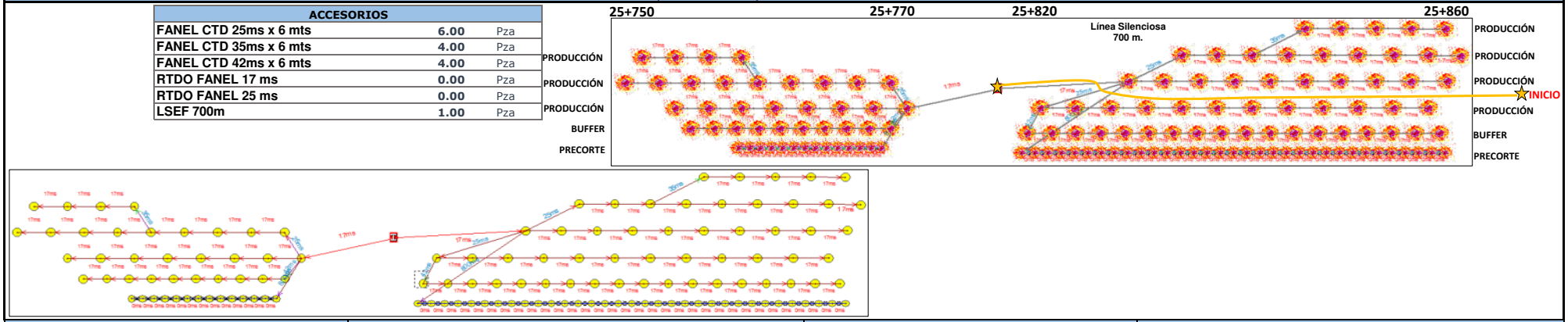
AngloAmerican

PROYECTO :
"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"

PROGRESIVA:	Prog. 25+750 al 25+860	**FECHA:**	27/11/2017	**SUBCONTRATO: PEVOEX**
AREA:	PERVOL	**HORA:**	12:30 Horas	

Tipo de Taladros	Cantidad de Taladros	Diametro (Pulg)	Altura Promedio (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m³)	ANFO (Kg)	Cordon 5P (m)	Booster HDP 1/3 Lb (Pza)	Fanel dual 800/17x10m (pza)	EMULNOR 5000 1"X "8 (kg)	Dinamita Semigelatina (7/8"x7") (kg)	Fanel dual 800/17x6m (pza)	Factor de Carga (kg/m³)
Km. 25+750 al 25+770														
Precorte	14	3.00	7.00	2.00	1.00	196.00	0.00	166.00	0.00	0.00	0.00	16.80	0.00	**0.08**
Buffer	10	3.50	7.00	2.00	2.00	280.00	89.38	0.00	0.00	20.00	0.00	1.60	0.00	**0.32**
Producción	21	3.50	7.00	2.60	3.00	1,146.60	417.12	0.00	0.00	42.00	0.00	3.36	0.00	**0.36**
					Volumen - 1	**1,622.60**								
Km. 25+820 al 25+860														
Precorte	33	3.00	9.00	2.00	1.20	712.80	0.00	443.00	0.00	0.00	0.00	52.80	0.00	**0.07**
Buffer	18	3.50	9.00	2.50	2.00	810.00	241.33	0.00	0.00	36.00	0.00	2.88	0.00	**0.30**
Producción	35	3.50	9.00	2.70	3.20	2,721.60	903.76	0.00	0.00	70.00	0.00	5.60	0.00	**0.33**
					Volumen - 2	**4,244.40**								
131			**Volumen Total**			**5,867.00**	**1,651.60**	**609.00**	**-**	**168.00**	**-**	**83.04**	**-**	**0.30**

ACCESORIOS		
FANEL CTD 25ms x 6 mts	**6.00**	Pza
FANEL CTD 35ms x 6 mts	**4.00**	Pza
FANEL CTD 42ms x 6 mts	**4.00**	Pza
RTDO FANEL 17 ms	**0.00**	Pza
RTDO FANEL 25 ms	**0.00**	Pza
LSEF 700m	**1.00**	Pza



RESPONSABLE DE VOLADURA	CONSTRUCCIÓN CONALVIAS	JEFE DE SSOMA CONALVIAS	CLIENTE CONSTRUCCIÓN
NOMBRE: **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**

ANEXO 07

DISEÑO DE CARGA DE VOLADURA N°180

Protocolo: 180
Empresa : CONALVIAS CONSTRUCCIONES SAS
Cliente : TRAMO II
Proyecto: PROYECTO :"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"
Progresiva : Prog. 26+940 al 27+010
Fecha de Voladura: 1-Dic
Responsable de Voladura: Ing. Henry Coll

PRODUCCIÓN

1 PARAMETROS DE PERFORACIÓN

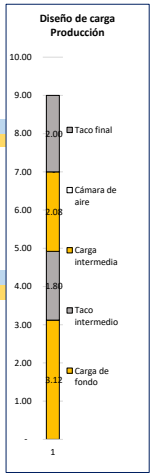
D	Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
B	Burden	m	2.60	
E	Espaciamiento	m	3.00	
HB	Altura de banco	m	8.20	
J	Sobreperforación	m	0.80	
L	Longitud total de taladro	m	9.00	
I	Inclinación	°	90.00	
	Volumen	m^3	70.20	

2 PARAMETROS DE PRIMADO

	Tipo		Booster 1/3 lb
	Peso	kg	0.15
	Cantidad	Unid	2.00
	Peso Total	kg	0.30
	Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x15m
	Cantidad	pza	2.00

2 PARAMETROS DE COLUMNA

	Tipo de Explosivo		ANFO	
	Densidad de Explosivo	kg/m^3	800.00	
	Densidad Lineal	kg/m	4.97	100%
C1	Carga de fondo	m	3.12	35%
T1	Taco intermedio	m	1.80	20%
C2	Carga intermedia	m	2.08	23%
	Cámara de aire	m	-	0%
T2	Taco final	m	2.00	22%
	Total Longitud de Carga	m	5.20	58%
	Total Carga	kg/tal	25.82	
	Factor de Carga	kg/m^3	0.37	



BUFFER

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.50	0.0889 m
Burden	m	2.60	
Espaciamiento	m	2.00	
Altura de banco	m	9.00	
Sobreperforación	m	0.00	
Longitud total de taladro	m	9.00	
Inclinación	°	90.00	
Volumen	m^3	46.80	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)
Peso	kg	0.08
Cantidad	pza	4.00
Peso Total	kg	0.32
Tipo de iniciador		Fanel dual 800/17x10m
Cantidad	pza	2.00

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo			ANFO	
Densidad de Explosivo		kg/m^3	800.00	
Densidad Lineal		kg/m	4.97	100%
Carga de fondo		m	1.80	20%
Taco intermedio		m	2.20	24%
Carga intermedia		m	1.20	13%
Cámara de aire		m	1.60	18%
Taco final		m	2.20	24%
Total Longitud de Carga		m	3.00	33%
Total Carga		kg/tal	14.90	
Factor de Carga		kg/m^3	0.32	

PRECORTE

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Diámetro de taladro	Pulg	3.00	0.0762 m
Burden	m	2.00	
Espaciamiento	m	1.00	
Altura de banco	m	9.00	
Sobreperforación	m	-	
Longitud total de taladro	m	9.00	
Inclinación	°	78.00	
Volumen/Area	m^3	18.00	

PARAMETROS DE PRIMADO

Tipo		Semigelatina 65 (7/8X7)
Peso	kg	0.08
Cantidad	pza	2.00
Peso Total	kg	0.16
Tipo de iniciador		Cordon 5P
Cantidad	m	10.00

PARAMETROS DE COLUMNA

Tipo de Explosivo			Dinamita Semexsa (1X7)	
Densidad de Explosivo		kg/m^3	1,100.00	
Densidad Lineal		kg/m	0.16	100%
Carga de fondo		m	-	0%
Taco intermedio		m	-	0%
Carga intermedia		m	-	0%
Cámara de aire		m	8.00	89%
Taco final		m	1.00	11%
Total Longitud de Carga		m	-	0%
Total Carga		kg/tal	1.44	
Factor de Carga		kg/m^3	0.08	

ANEXO 08

PROTOCOLO DE VOLADURA 180

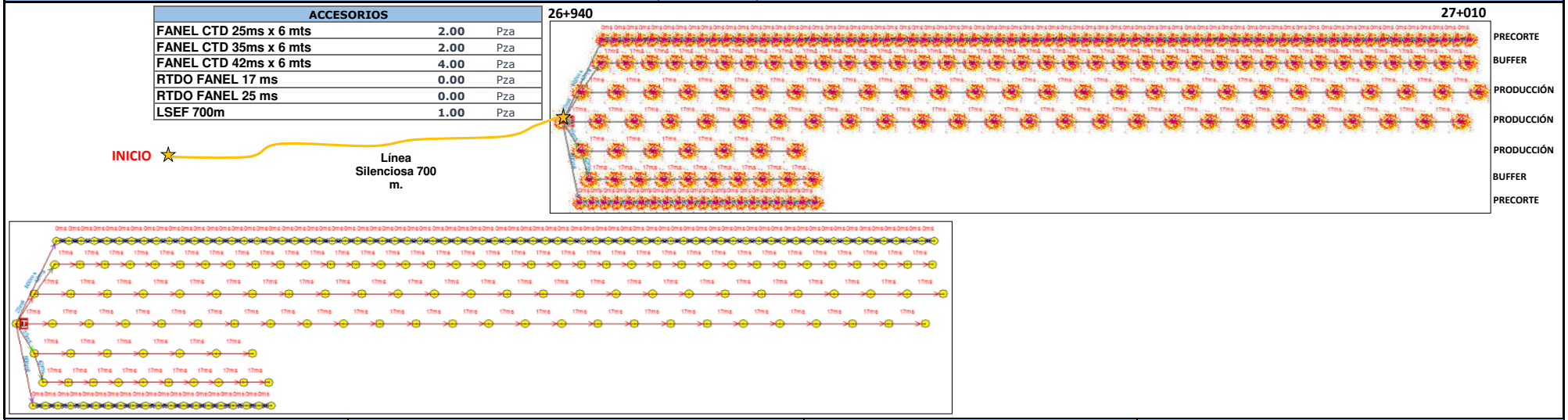
Versión 1/09-08-2016

PROYECTO :
"Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"

PROGRESIVA:	Prog. 26+940 al 27+010	**FECHA:**	1/12/2017	**SUBCONTRATO: PEVOEX**
AREA:	PERVOL	**HORA:**	12:30 Horas	

Tipo de Taladros	Cantidad de Taladros	Diametro (Pulg)	Altura Promedio (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m^3)	ANFO (Kg)	Cordon 5P (m)	Booster HDP 1/3 Lb (Pza)	Fanel dual 800/17x10m (pza)	EMULNOR 5000 1"X "8 (kg)	Dinamita Semigelatina (7/8"x7") (kg)	Fanel dual 800/17x6m (pza)	Factor de Carga (kg/m^3)
Precorte	91	3.00	9.00	2.00	1.00	1,638.00	0.00	686.00	0.00	0.00	0.00	145.60	0.00	**0.08**
Buffer	46	3.50	9.00	2.60	2.00	2,152.80	685.27	0.00	0.00	92.00	0.00	14.72	0.00	**0.32**
Producción	59	3.50	9.00	2.60	3.00	4,141.80	1523.49	0.00	0.00	118.00	0.00	18.88	0.00	**0.37**
	196		**Volumen Total**			**7,932.60**	**2,208.76**	**686.00**	**-**	**210.00**	**-**	**179.20**	**-**	**0.30**

ACCESORIOS		
FANEL CTD 25ms x 6 mts	**2.00**	Pza
FANEL CTD 35ms x 6 mts	**2.00**	Pza
FANEL CTD 42ms x 6 mts	**4.00**	Pza
RTDO FANEL 17 ms	**0.00**	Pza
RTDO FANEL 25 ms	**0.00**	Pza
LSEF 700m	**1.00**	Pza



RESPONSABLE DE VOLADURA	CONSTRUCCIÓN CONALVIAS	JEFE DE SSOMA CONALVIAS	CLIENTE CONSTRUCCIÓN
NOMBRE: **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**	**NOMBRE:** **FIRMA / FECHA:**

ANEXO 09

PEVOEX

PETAR - PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO

AngloAmerican

PROYECTO/OBRA:	PROYECTO : "Construcción Camino de Acceso Principal Tramo II"	**FECHA:**	viernes, 10 de noviembre de 2017
ÁREA:	CONSTRUCCION - PERVOL	**HORA DE INICIO:**	
LUGAR/UBICACIÓN:	Prog. 26+940 al 26+960	**HORA FINAL:**	

1. ORDEN DE TRABAJO:

TRANSPORTE, DESCARGA, CARGUÌO DE TALADROS, AMARRE Y VOLADURA

2. RESPONSABLES DEL TRABAJO:

APELLIDOS Y NOMBRES	OCUPACIÓN	FIRMA DE INICIO	FIRMA DE TÉRMINO	APELLIDOS Y NOMBRES	OCUPACIÓN	FIRMA DE INICIO	FIRMA DE TÉRMINO
CAHUANA HIDALGO ELIAS	RESIDENTE						
AIMITUMA RAMOS RICHARD EDMAR	MANIPULADOR DE EXPLOSIVOS						
ANDIA FLORES HITLER SAJID	MANIPULADOR DE EXPLOSIVOS						
SALCEDO CONDORI CÉSAR	MANIPULADOR DE EXPLOSIVOS						
CAHUA JOVE HUGO GONZALO	MANIPULADOR DE EXPLOSIVOS						
ATAHUACHI HUANCA JULIO CÉSAR	CONDUCTOR DE CAMIÓN						
ARGANDOÑA RAMOS EBERT	CONDUCTOR DE CAMIONETA						
BIRREO OROCOLLO ROLANDO	ASISTENTE DE VOLADURA						
MAMANI HUMIRE ABEL	ASISTENTE DE VOLADURA						
COAQUIRA PAQUITA GUBBER	ASISTENTE DE VOLADURA						
MORÓN PAQUERA JUNNIOR	ASISTENTE DE OT						
CABALLERO ROMERO JOSÉ ALVERTO	SUPERVISOR DE CAMPO						
LARA CISNEROS GUILLERMO	ASISTENTE DE TOPOGRAFIA						

3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO:

[X]	Casco	[X]	Chaleco	[X]	Bloqueador solar	[X]	Lentes de seguridad	Otros:
[X]	Uniforme de trabajo	[X]	Guantes de badana	[ ]	Arnés de seguridad	[X]	Protector de oídos	
[X]	Zapatos de seguridad	[X]	Respirador para pol	[ ]	Traje tyvek	[ ]	Rodillera	

4. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIALES

Herramientas: ATACADORES, CUCHILLOS TIPO PICO DE LORO

Materiales/insumos: EXPLOSIVOS, ACCESORIOS.

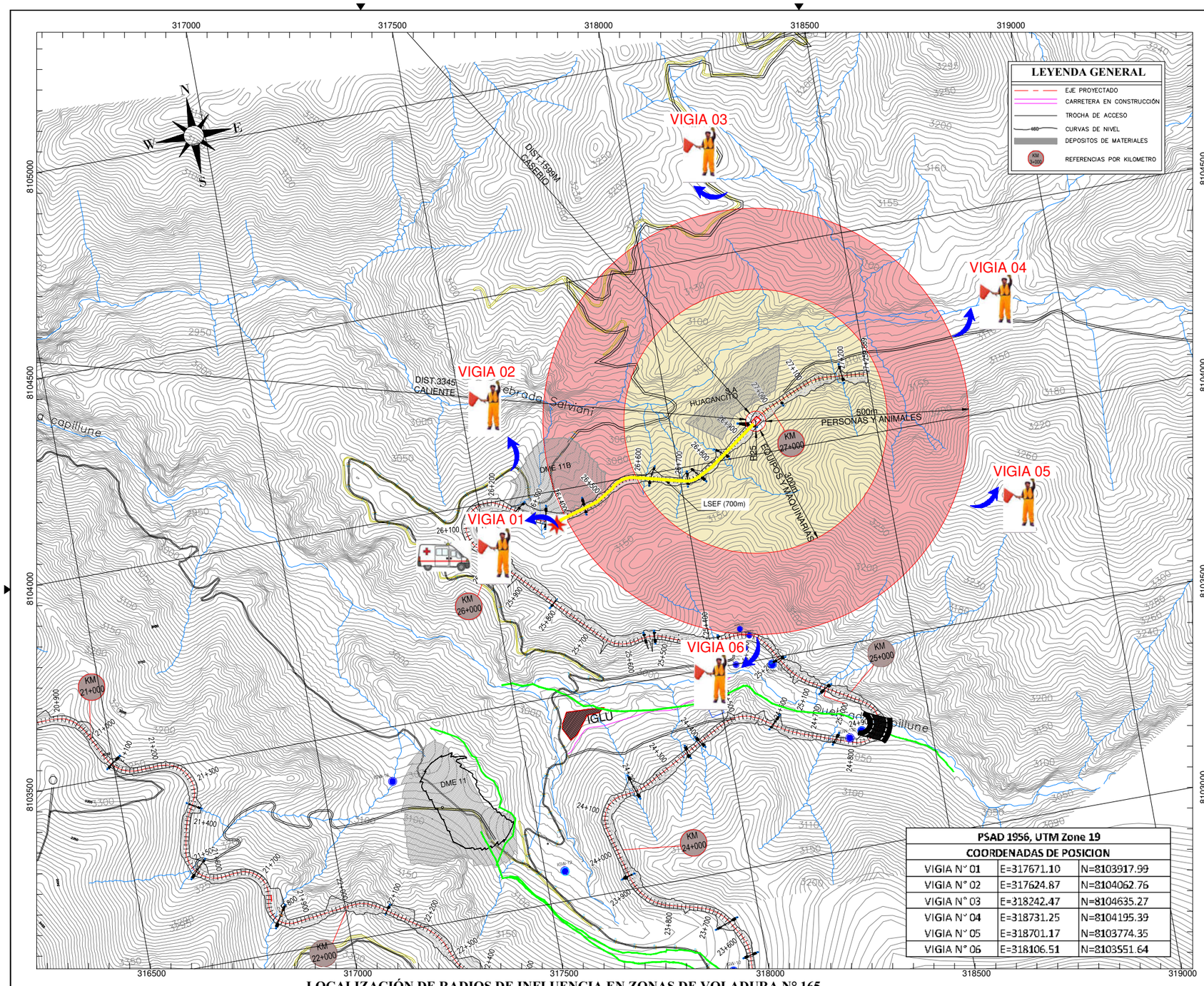
Equipos: CAMION DE EXPLOSIVOS, CAMIONETAS

5. PROCEDIMIENTO

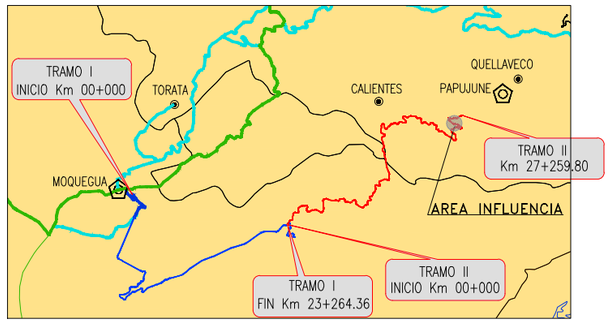
TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS
DESCARGA DE EXPLOSIVOS
CARGUÍO DE TALADROS
ATACADO DE TALADROS
AMARRE Y SECUENCIAMIENTO DE DETONACION
DETONACION
LIBERACION DE AREA

6. AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN		
SUPERVISOR RESPONSABLE -SERVICIO QUE SOLICITA EL PERMISO:	**FIRMA**	**FECHA**
SEGURIDAD - SERVICIO QUE VERIFICA EL PERMISO:	**FIRMA**	**FECHA**

OBSERVACIONES:



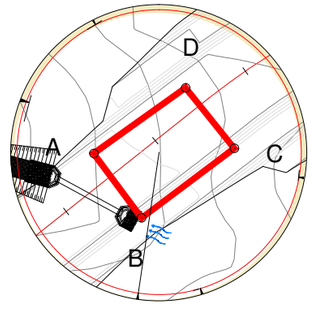
UBICACIÓN AREAS DE INFLUENCIA EN TRAMO II



LEYENDA ESPECIFICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INFLUENCIA 300m. PARA EQUIPOS INFLUENCIA 500m. PARA PERSONAS
	Area: 279.29 m² Area: 0.0279 ha Perimetro: 68.02 ml
	VIVIENDAS .
	OJO DE AGUA
	CONDUCTOS DE AGUA EXISTENTES
	PUNTO DE DETONACION Y LINEA SILENCIOSA (LSEF 700m)
	AMBULANCIA (UBICACION VIGIA 01)

PSAD 1956, UTM Zone 19		
COORDENADAS DE POSICION		
VIGIA N° 01	E=317671.10	N=8103917.99
VIGIA N° 02	E=317624.87	N=8104062.76
VIGIA N° 03	E=318242.47	N=8104635.27
VIGIA N° 04	E=318731.25	N=8104195.39
VIGIA N° 05	E=318701.17	N=8103774.35
VIGIA N° 06	E=318106.51	N=8103551.64



DETALLE 01
Km. 26+940 A Km. 26+960

CUADRO DE COORDENADAS		
ESTE	NORTE	PTO
318197.11	8104079.93	A
318205.53	8104068.60	B
318221.82	8104080.85	C
318213.27	8104091.49	D

LOCALIZACIÓN DE RADIOS DE INFLUENCIA EN ZONAS DE VOLADURA N° 165

SUPERVISION PEVOEX - CONALVIAS	JEFE DE CAMPO CONALVIAS	JEFE SSOMA CONALVIAS	SUPERVISION CONSTRUCCION AAQ		
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:	Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

NOTA: ESTE PLANO ES VALIDO SOLO CON FIRMAS MANUSCRITAS EN LA ULTIMA REVISION

REV.	FECHA	DESCRIPCION	PROYECTO REVISO	JEFE DE DISCIPLINA	GERENTE DE AREA	GERENTE PROYECTO	CLIENTE
A	06-11-17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	H.C.	T.G	J.A	F.A	
B	06-11-17	EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE	H.C.	T.G	J.A	F.A	
0	06-11-17	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	H.C.	T.G	J.A	F.A	

REV.	FECHA	DESCRIPCION	PROYECTO REVISO	JEFE DE DISCIPLINA	GERENTE INGENIERIA	GERENTE PROYECTO	CLIENTE	NUMERO DE PLANO	PLANO REFERENCIA

NOTAS
1. DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C)
2. SISTEMA DE COORDENADAS PSAD56, ZONA 19S.
3. EL VIGIA DEBERA ESTAS A UNA DISTANCIA MINIMA DE 20m. DEL PUNTO DE DETONACION

PEVOEX
PROYECTO QUELLAVECO

ESTE PLANO HA SIDO PREPARADO POR CONALVIAS S.A. SUCURSAL PERÚ Y ES PROPIEDAD DEL CLIENTE ANGLO AMERICAN QUELLAVECO Y DEBERÁ UTILIZARSE UNICAMENTE PARA LOS FINES CONTEMPLADOS EN EL CONTRATO

CONTRATO N° Q1CO-2.MAY.1040

AngloAmerican
AA QUELLAVECO S.A.

	FECHA	NOMBRE
PROYECTO	06-11-17	P.AGUILAR
REVISO	06-11-17	T.GUADALUPE
JEFE DISC.	06-11-17	T.GUADALUPE
GER. AREA	06-11-17	J.ARENAS
GER. PROY.	06-11-17	F.ARBOLEDA
CLIENTE		

PROYECTO: QUELLAVECO ESTUDIOS DE INGENIERÍA Y DISEÑOS MOQUEGUA – PAPUJUNE. CAMINO PRINCIPAL TRAMO II
AREA PRINCIPAL:
SUB AREA:
SECTOR DEL AREA:
CONTENIDO: PLANO LOCALIZACIÓN DE ZONAS DE INFLUENCIA PARA VOLADURAS No.165 TRAMO II – FASE II

ESCALA: H= 1:5000
NUMERO DE PLANO: MQ11-07-DR-5310-GA1711
REV.: 0

ANEXO 11



Foto 01: Participación en la reunión de sensibilización - Toolbox Semanal.



Foto 02: Difusión del instructivo de seguridad diario.



Foto 03: Planificación de actividades de perforación y voladura.



Foto 04: Supervisión del área de perforación.



Foto 05: Supervisión del área de perforación.



Foto 06: Reporte semanal de SBC.



Foto 07: Distribución de explosivo y accesorios.



Foto 08: Carguío de taladros con material explosivo.

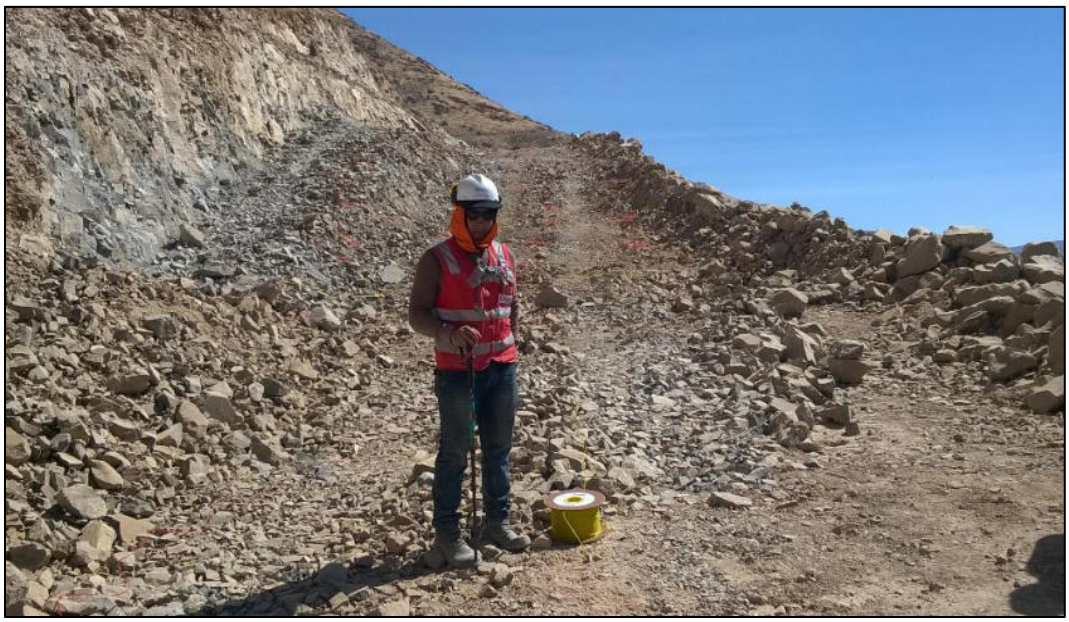
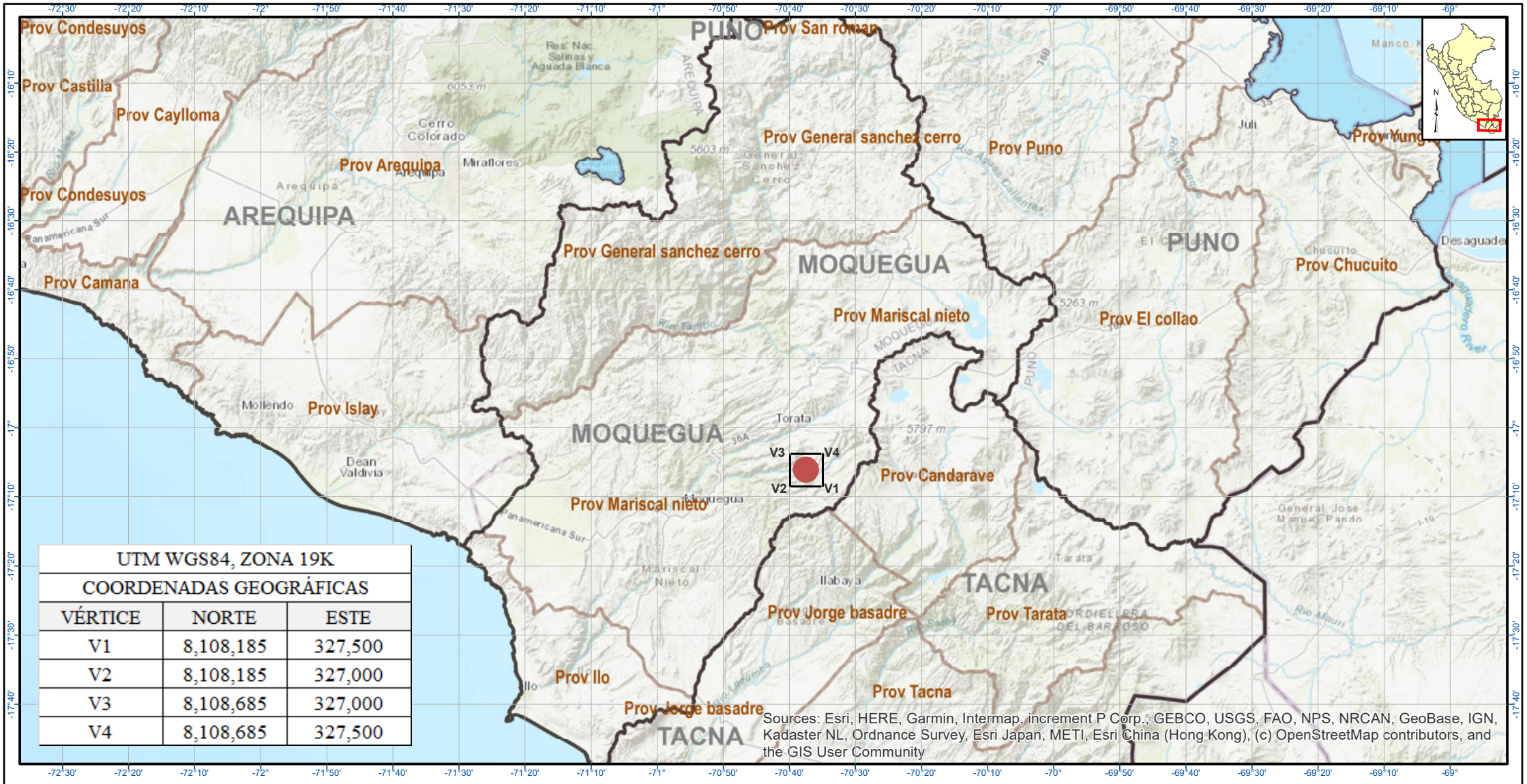


Foto 09: Tendido de línea silenciosa LSEF 500m.



Foto 10: Segregación de residuos sólidos.



UTM WGS84, ZONA 19K		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
VÉRTICE	NORTE	ESTE
V1	8,108,185	327,500
V2	8,108,185	327,000
V3	8,108,685	327,000
V4	8,108,685	327,500

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Mapa General.

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere
Proyección: Mercator Auxiliary Sphere
Datum: WGS 1984
ESCALA 1:1,448,686

A-4