



# **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

## **Diseño y cálculo de precios unitarios de procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag – 2021**

### **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

#### **AUTOR**

Diego Alexander HUANGAL LAGUNA

#### **ASESOR**

Antonio Edilberto LUYO QUIROZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Huangal, D. (2022). *Diseño y cálculo de precios unitarios de procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag – 2021*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Diego Alexander Huangal Laguna
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47166958
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7885-0054">https://orcid.org/0000-0001-7885-0054</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Antonio Edilberto Luyo Quiroz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08086960
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-9172-9125">https://orcid.org/0000-0002-9172-9125</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Antonio Edilberto Luyo Quiroz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08086960
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	William Gilberto Escudero Simon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	04051131
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	José Antonio Ardito Vega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06281907
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	C.0.6.3. Ingeniería de Voladura
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Pasco Provincia: Daniel Alcides Carrión Distrito: Yanahuanca Localidad: Yumpag Urbanización: N/A Manzana y lote: N/A Calle: N/A Latitud: -10.5817440 Longitud: -76.6342678
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2021 - diciembre 2021
URL de disciplinas OCDE	Otras ingenierías y tecnologías <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02</a>



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú - Decana de América)  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**  
Av. Colonial cdra. 53 – Ciudad Universitaria  
Central Telefónica: 619-7000 anexos: 1110 - 1111  
Lima 1 – Perú

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA  
PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
DE MINAS**

*En Videoconferencia Google Meet de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el viernes 28 de enero del 2022, siendo las 16:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado.*

<b>Dr. ANTONIO EDILBERTO LUYO QUIROZ</b>	<b>Presidente</b>
<b>Mg. WILLIAM GILBERTO ESCUDERO SIMON</b>	<b>Miembro</b>
<b>Mg. JOSÉ ANTONIO ARDITO VEGA</b>	<b>Miembro</b>

*Reunidos para el Acto Académico Público de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional de Don **DIEGO ALEXANDER HUANGAL LAGUNA**, Bachiller en Ingeniería de Minas, quien sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional Titulado: “**Diseño y cálculo de precios unitarios de procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag – 2021**”, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero de Minas.*

*Los miembros del Jurado Calificador, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:*

*Aprobado con mención honrosa*

*El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue la nota de:*

*17 (Diecisiete)*

*Habiendo sido aprobada la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional por el Jurado Calificador, el Miembro Presidente del Jurado, recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**, a Don **DIEGO ALEXANDER HUANGAL LAGUNA**.*

*Siendo las 16:46 horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) Actas Originales de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional*

*Ciudad Universitaria, 28 de enero del 2022*

**Dr. ANTONIO EDILBERTO LUYO QUIROZ**  
MIEMBRO PRESIDENTE

**Mg. WILLIAM GILBERTO ESCUDERO SIMON**  
MIEMBRO

**Mg. JOSÉ ANTONIO ARDITO VEGA**  
MIEMBRO

**Dr. JORGE ENRIQUE SOTO YEN**  
DIRECTOR  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

## RECOMENDACIONES

Antonio Luyo: Comparación de eficiencia en voladura

William Escudero: Para el informe incluir los cuadros de disponibilidad de equipo y recursos.

Antonio Ardito: Debe evaluarse los resultados de la voladura integralmente. La voladura integralmente. Palas, diseño, equipos y datos de operación General.

---

**Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:**

**ID:** <https://meet.google.com/fnt-wngp-rmh>

**Grabación archivada en:**

[https://drive.google.com/file/d/1x2CsB\\_Cr23\\_LI0JXD8nvaKqDjwW0oESq/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1x2CsB_Cr23_LI0JXD8nvaKqDjwW0oESq/view?usp=sharing)

**NOTA OBTENIDA:**

**PÚBLICO ASISTENTE:** (Nombre, apellido y DNI)

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer diseños y calcular los precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas, para la de habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag a través de la empresa Pevoex Contratistas S.A.C, la cual en adelante denominaremos también como Pevoex. El área donde se llevarán a cabo es el proyecto minero Yumpag, se realizó la revisión de los expedientes técnicos y una visita técnica, con el fin de realizar el cálculo de los precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas.

Para cumplir con el objetivo de diseñar y calcular los precios unitarios fue necesario basarse en proyectos realizados anteriormente por la empresa y adaptarlo en función a las condiciones particularidades que se tienen en el proyecto minero. Los datos descritos, diseños, y costos obtenidos diferirán de los reales, debido a la confidencialidad de la información de la que es dueña Pevoex.

Por último, se realiza un cronograma de los procesos de perforación y voladura de rocas en los accesos y plataformas. Además, se realizará la distribución de los recursos más importantes en la vida del proyecto como son el personal, equipos, aceros de perforación y explosivos.

**Palabras Clave:** Diseño de parámetros, precios unitarios, perforación manual y mecanizada, voladura, cronograma de actividades, recursos del proyecto.

## ABSTRACT

The goal of this investigation is design and proposed calculate the unit prices of the rock drilling and blasting processes for the Yumpag surface access platforms and access facilities through the company Pevoex Contratistas S.A.C, which from now on we will also refer to as Pevoex. The place to where they will be carried out is the Yumpag mining project, a review of the technical files and a technical visit were carried out, in order to calculate the unit prices of the drilling and rock blasting processes.

To meet the objective of designing and calculating unit prices, it was necessary to base on projects previously carried out by the company and adapt it according to the particular conditions that exist in the mining project. The data described, designs, and costs obtained will differ from the real ones, due to the confidentiality of the information owned by Pevoex.

Finally, a schedule is made of the drilling and rock blasting processes at the accesses and platforms. In addition, the most important resources in the life of the project will be distributed, such as personnel, equipment, drilling gets and explosives.

**Keywords:** Parameter design, unit prices, manual and mechanized drilling, blasting, activity schedule, project resources.

## **TABLA DE CONTENIDO:**

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
I. INTRODUCCIÓN:.....	8
II. INFORMACION DE LA ENTIDAD DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD	9
2.1. INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ LA ACTIVIDAD.....	9
2.2. PERIODO DE DURACION DE LA ACTIVIDAD:.....	12
2.3. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ENTIDAD:.....	14
2.3.1. Misión:.....	14
2.3.2. Visión:.....	14
2.3.3. Objetivo estratégico:.....	14
2.4. DATOS DE LA ENTIDAD:.....	14
2.4.1. Razón Social:.....	14
2.4.2. Dirección Postal:.....	14
2.4.3. Correo electrónico del profesional a cargo:.....	14
III. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	15
3.1. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO YUMPAG.....	15
3.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD:.....	16
3.2.1. Finalidad:.....	16

3.2.2.	Objetivo general:	16
3.2.3.	Objetivos específicos:	16
3.3.	PROBLEMÁTICA:	17
3.4.	METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO:	19
3.4.1.	Metodología:	19
3.4.2.	Sustento Teórico:	19
3.4.3.	Procedimiento:	21
3.4.3.1.	Revisión de Información:	22
3.4.3.2.	Procesamiento de la Información:	27
3.4.3.3.	Diseño de parámetros de perforación y voladura:	29
3.4.3.4.	Cálculo de precios unitarios:	40
3.4.3.5.	Programación de los procesos de perforación y voladura:	45
3.5.	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD:	50
IV.	CONCLUSIONES:	53
4.1.	JUSTIFICACIÓN:	53
4.2.	METODOLOGÍA APLICADA:	53
4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN:	53
V.	RECOMENDACIONES:	54
VI.	BIBLIOGRAFIA:	55
VII.	ANEXOS:	57

7.1.	TABLA DE COSTO POR TIPO DE RECURSO. ....	57
7.2.	NOTIFICACION DE VOLADURA .....	58
7.3.	PROTOCOLO DE VOLADURA.....	59
7.4.	PLANO DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE VOLADURA .....	60
7.5.	REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA VOLADURA.....	61
7.6.	PANEL FOTOGRAFICO.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama oficina Lima.....	9
<b>Figura 2</b> Organigrama del proyecto Yumpag.....	15
<b>Figura 3</b> Ubicación del Proyecto.....	17
<b>Figura 4</b> Secuencia del trabajo de suficiencia profesional.....	22
<b>Figura 5</b> Visita de la ubicación de las plataformas y parte de los accesos.....	26
<b>Figura 6</b> Fases de perforación y voladura en accesos.....	27
<b>Figura 7</b> Perforación con martillo manual neumático.....	29
<b>Figura 8</b> Malla de perforación con martillo manual neumático.....	31
<b>Figura 9</b> Esquema de carguío de taladros perforados con martillos neumáticos.....	33
<b>Figura 10</b> Esquema de amarre superficial de taladros perforados con martillo manual neumático.....	34
<b>Figura 11</b> Perforación con equipo mecanizado hidráulico.....	35
<b>Figura 12</b> Malla de perforación con equipo mecanizado hidráulico.....	37
<b>Figura 13</b> Esquema de carguío de taladros perforados con equipo mecanizado hidráulico ...	39
<b>Figura 14</b> Esquema de amarre superficial de taladros perforados con equipo Mecanizado ...	40
<b>Figura 15</b> Cronograma de los procesos de perforación y voladura de rocas.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Volúmenes a ejecutar en el proyecto. ....	24
<b>Tabla 2</b> Parámetros de diseño del proyecto.....	25
<b>Tabla 3</b> Distribución de volúmenes por tipo de perforación y voladura. ....	28
<b>Tabla 4</b> Parámetros de perforación para taladros con martillo manual neumático. ....	31
<b>Tabla 5</b> Parámetros de voladura taladros perforados con martillo neumático. ....	32
<b>Tabla 6</b> Parámetros de perforación para taladros realizados con equipo mecanizado. ....	36
<b>Tabla 7</b> Parámetros de voladura taladros perforados con equipo mecanizado.....	38
<b>Tabla 8</b> Análisis de precio unitario de perforación y voladura con martillo manual .....	41
<b>Tabla 9</b> Análisis de precio unitario de perforación y voladura con equipo mecanizado.....	43
<b>Tabla 10</b> Costo total de los procesos de perforación y voladura de rocas en el proyecto. ....	45
<b>Tabla 11</b> Volúmenes a ejecutar en la vida del proyecto.....	47
<b>Tabla 12</b> Distribución de personal en la vida del proyecto. ....	48
<b>Tabla 13</b> Distribución de equipos en la vida del proyecto .....	48
<b>Tabla 14</b> Distribución de explosivos y accesorios en la vida del proyecto.....	49
<b>Tabla 15</b> Distribución de aceros de perforación en la vida del proyecto .....	49
<b>Tabla 16</b> Comparación de parámetros de perforación propuesto en diseño vs implementado en campo .....	51
<b>Tabla 17</b> Comparación de parámetros de voladura propuesto en diseño vs implementado en campo.....	52

## **I. INTRODUCCIÓN:**

Las empresas mineras peruanas y extranjeras, para aumentar sus reservas de mineral y con ello incrementar la vida útil de sus unidades mineras de producción, realizan la exploración en los terrenos en los cuales tienen denuncios con el estado peruano. Así el proyecto Yumpag se convertirá en una unidad de producción, que en un futuro se integrará a la unidad minera Uchucchacua, ambas de propiedad de compañía de Minas Buenaventura, que en adelante solo denominaremos también como Buenaventura.

El proyecto Yumpag como toda unidad minera necesita pasara por una etapa de construcción, en esta etapa se construirán las facilidades (plataformas y accesos) necesarias para poder realizar la explotación de mineral sin complicaciones. El área donde se construirán las facilidades se emplaza casi en su totalidad sobre roca fija, por tanto, son críticos los procesos de perforación y voladura de rocas.

Los procesos de perforación y voladura rocas, fueron licitados brindando a las posibles empresas ejecutoras (contratistas) el expediente técnico del proyecto. De esta licitación la empresa ganadora fue Pevoex, la cual usando la información brindada por Buenaventura y la experiencia previa en proyectos anteriores ha diseñado y calculado los precios unitarios, que serán utilizados en la ejecución del proyecto. El resultado esperado por parte de Buenaventura en la ejecución del proyecto es obtener los siguientes resultados: Taludes estables y mínima sobre excavación. Adicional a los resultados esperados por Buenaventura, por parte de Pevoex se espera obtener material fragmentado de un tamaño adecuado, que resulte fácil para su carguío, transporte, limpieza y apertura de nuevos frentes de perforación y voladura.

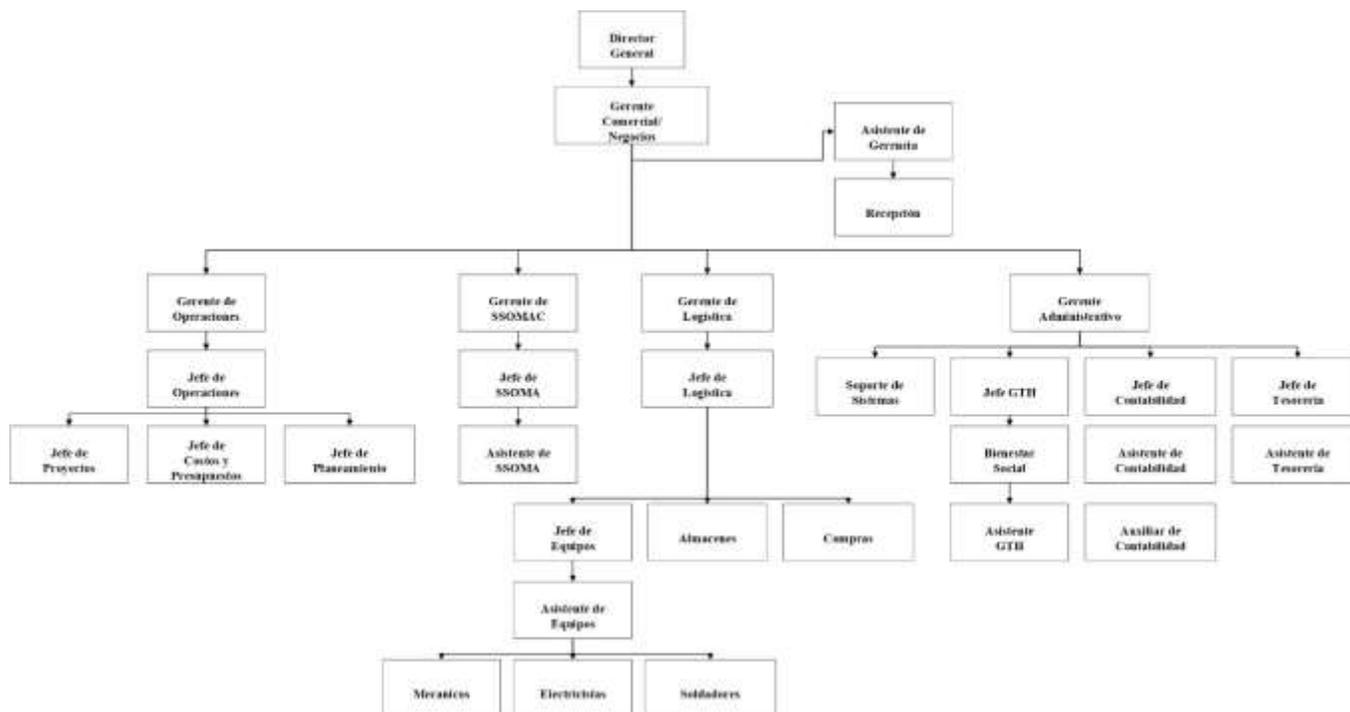
## II. INFORMACION DE LA ENTIDAD DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD

### 2.1. INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ LA ACTIVIDAD

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. PEVOEX en la sede principal de Lima está bajo la dirección del Ing. Rómulo Mucho Mamani y que subdivide en cuatro gerencias principales Operaciones, SSOMAC, Logística y Administración las cuales dan soporte a las diferentes obras

**Figura 1**

*Organigrama oficina Lima*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2021

que están en ejecución. El organigrama de la sede central se observa en la Figura 1. Actualmente Pevoex tiene en su cartera los siguientes proyectos mineros:

- Habilitación de plataformas y accesos de facilidades superficie Yumpag como contratista de Compañía de Minas Buenaventura, Pasco.
- Perforación y fragmentación con pirotécnicos para construcción de camino Llata como subcontratista de STRACON S.A. en la mina Antamina, Ancash.
- Perforación, supervisión de voladura y movimiento de tierras en planta de relleno hidráulico como contratista de Compañía Minera Colquisiri, Lima.
- 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 pre-corte 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 pre-corte 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.

Pevoex 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 siguientes 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.

## **2.2. PERIODO DE DURACION DE LA ACTIVIDAD:**

El periodo de duración de la actividad va desde noviembre 2020 hasta agosto 2021, donde el autor se desempeñó y desempeña en diversos proyectos, como supervisor de perforación y voladura de rocas en las siguientes obras:

- Habilitación de plataformas y accesos de facilidades superficie Yumpag como contratista de Compañía de Minas Buenaventura, Pasco.
- Perforación y fragmentación con pirotécnicos para construcción de camino Llata como subcontratista de STRACON S.A. en la mina Antamina, Ancash.
- Perforación, supervisión de voladura y movimiento de tierras en planta de relleno hidráulico como contratista de Compañía Minera Colquisiri, Lima.

Responsable de las funciones:

- Desarrollar el plan de trabajo para los procesos de perforación y voladura en coordinaciones con las demás áreas operativas.
- Cuantificar los recursos (personal, equipos, materiales) a utilizar en los procesos de perforación y voladura de rocas.
- Calcular el costo de los procesos de perforación y voladura de rocas.
- Desarrollar el informe técnico para la gestión de compra de material explosivo con la entidad SUCAMEC.
- 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 según estándar de la unidad minera, necesarias para iniciar los trabajos de perforación.
- Coordinar los traslados de equipos en los frentes de trabajo.
- Gestionar el abastecimiento de combustible y agua diario para los equipos de perforación Top Hammer y DTH.
- Revisar y evaluar los indicadores de gestión KPI's de los equipos de perforación (velocidad de perforación, disponibilidad mecánica y consumo de aceros y combustible entre otros consumibles).
- Administrar y aprobar los requerimientos de perforación.
- Revisar y aprobar 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).
- Realizar el diseño de voladura por tipo de taladro de acuerdo al análisis de la zona de trabajo.
- Generar 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.
- Administrar y controlar el uso adecuado de los tipos de explosivos, según la calidad del macizo rocoso en los frentes de trabajo.
- Realizar informe post voladura evaluando los resultados obtenidos.

## **2.3. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ENTIDAD:**

Pevoex tiene objetivos claros y se rige según los siguientes lineamientos:

### 2.3.1. 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.

### 2.3.2. 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

### 2.3.3. 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.

## **2.4. DATOS DE LA ENTIDAD:**

### 2.4.1. Razón Social:

Pevoex Contratistas S.A.C.

### 2.4.2. Dirección Postal:

150140

### 2.4.3. Correo electrónico del profesional a cargo:

[alberto.sullon@pevoex.com.pe](mailto:alberto.sullon@pevoex.com.pe)

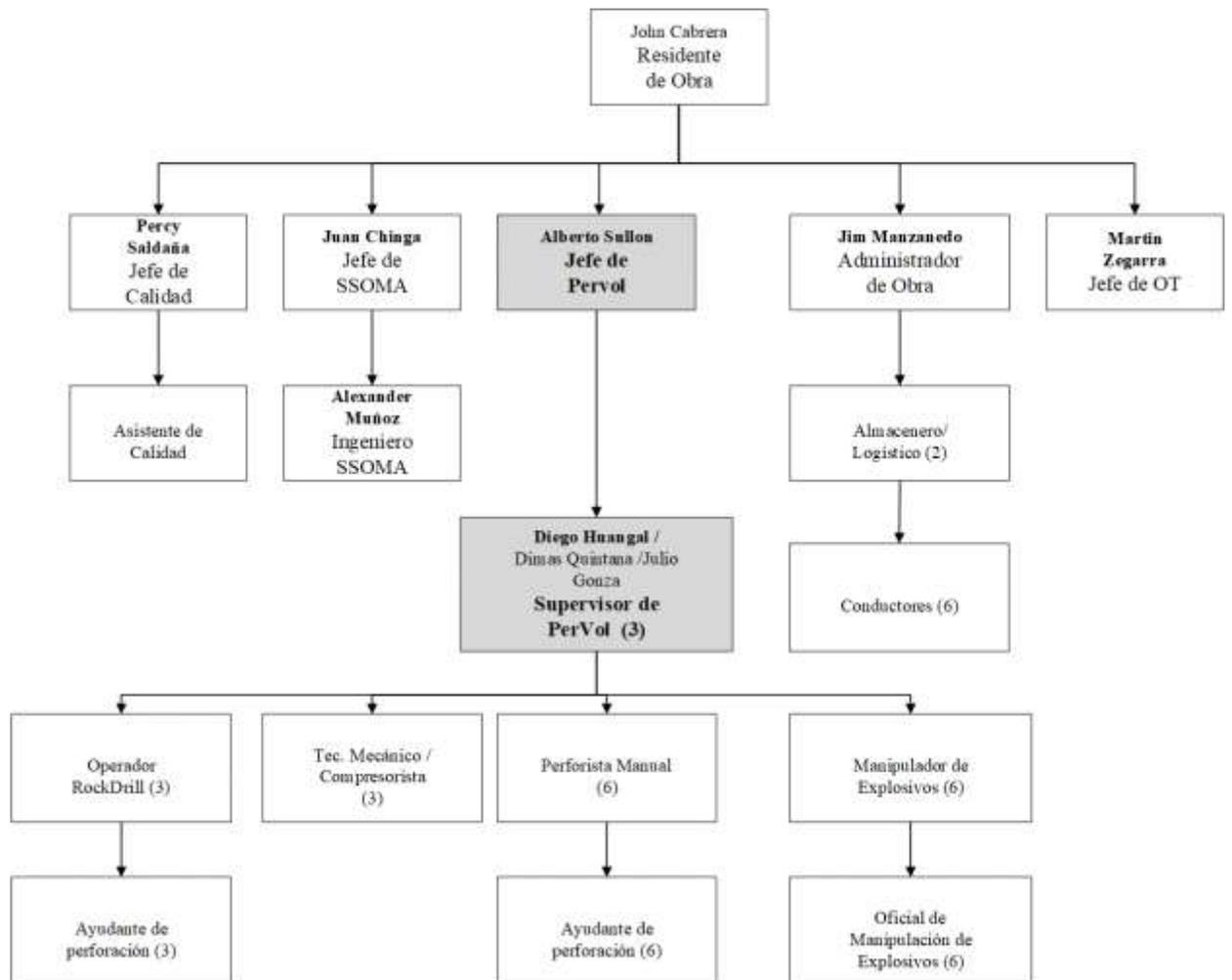
### III. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

#### 3.1. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO YUMPAG

En el proyecto Yumpag, el personal estará bajo la dirección del Residente de Obra, el cual liderará el proyecto junto con el jefe de Perforación y voladura, Calidad, SSOMA, Oficina Técnica y Administración.

**Figura 2**

*Organigrama del proyecto Yumpag*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2021

## **3.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD:**

### 3.2.1. Finalidad:

La finalidad del presente trabajo es de proponer los diseños y cálculo de precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas para la habilitación de plataformas y accesos superficie del proyecto Yumpag, los cuales posteriormente serán implementados en la ejecución del proyecto.

### 3.2.2. Objetivo general:

El objetivo del presente informe proponer los diseños y calcular los precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas, para habilitación de plataformas y accesos de superficie del proyecto minero.

### 3.2.3. Objetivos específicos:

- Proponer un diseño de perforación y voladura para ser realizado con martillo manual neumático, en función a los resultados requeridos por Buenaventura y los recursos disponibles en Pevoex.
- Proponer un diseño de perforación y voladura para ser realizado con equipo mecanizado hidráulico, en función a los resultados requeridos por Buenaventura y los recursos disponibles en Pevoex.
- Calcular los precios unitarios de la perforación y voladura de rocas que serán realizados con martillo manual neumático, al estimar los recursos (personal, equipos y materiales) a utilizar en la perforación y voladura.
- Calcular los precios unitarios de la perforación y voladura de rocas que serán realizados con equipo mecanizado hidráulico, al estimar los recursos (personal, equipos y materiales) a utilizar en la perforación y voladura.

- Secuenciar los procesos de perforación y voladura de rocas del proyecto, programar la secuencia de llegada de recursos del proyecto.

### 3.3. PROBLEMÁTICA:

En los proyectos mineros nacionales e internacionales, un incorrecto diseño de los parámetros de los procesos de perforación y voladura (con martillo manual neumático y/o equipo mecanizado hidráulico) conlleva a un mal cálculo de precios unitarios, y finalmente, se reducen a pérdidas económicas para la empresa contratista que ejecuta el proyecto. Para el proyecto Yumpag el diseño se realiza en base al expediente técnico proporcionado por Compañía de minas Buenaventura y la experiencia previa del autor en proyectos similares.

El Proyecto Yumpag se encuentra ubicado en la localidad de Yumpag, distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel A. Carrión, departamento de Pasco. Geográficamente el proyecto se encuentra asentado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes peruanos; entre

**Figura 3**

*Ubicación del Proyecto*



Nota: Reproducida, MINEN, 2019.

las partes altas de las quebradas Carama y Tucomachay, las cuales confluyen para formar el río San Juan Baños de Rabí, a una elevación aproximada de 4,500 msnm.

El acceso al proyecto es a través de la carretera Panamericana Norte, siguiendo la ruta Lima – Huacho – Sayán – Churín – Oyón – Uchucchacua – Yumpag. La distancia del recorrido desde Lima es de 298 Km y toma aproximadamente 8 h.

### **3.4. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO:**

#### 3.4.1. Metodología:

El presente trabajo tendrá un enfoque cuantitativo, el diseño será no experimental, el alcance del trabajo será del tipo descriptivo, solo se centrará en las actividades de perforación y voladura del proyecto Yumpag.

#### 3.4.2. Sustento Teórico:

- Antecedentes:

Para el desarrollo del presente informe se revisaron trabajos de investigación afines, los cuales fueron utilizados de guía al tener como objetivo común realizar el diseño y el cálculo de los precios unitarios del proceso de perforación y voladura de rocas, cumpliendo con los estándares de calidad solicitados.

Se comprueba de forma teórica y práctica que aplicar la técnica del pre-corte, es efectiva para reducir disminuir las sobre excavaciones, mantener la estabilidad de los taludes finales y minimizar las vibraciones. Esta técnica se aplica mediante taladros de diámetro pequeño y con cargas explosivas desacopladas. (Montesinos, 2017, p.4).

El uso de software de diseño como Vulcan 8.0 actualmente presenta herramientas específicas para el campo de perforación y voladura de rocas. Donde nos permite diseñar mallas de perforación y voladura para taladros de producción, taladros buffer, taladros de pre-corte, análisis de carga de taladros. El objetivo final de definir el mejor diseño es tener la fragmentación óptima la cual paso de un P80 de 14.5 cm a un P80 de 6.58 cm. La cual facilita los subsiguientes procesos. (Oviedo, 2017, p. 125).

La optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura, mediante estándares y controles óptimos conllevan a la reducción de costos en la operación. La aplicación de controles reduce los costos directos de perforación y voladura, además de reducir los costos de los procesos subsiguientes. (Jáuregui, 2009, p. 7).

- Términos Básicos:

Carmex: Nombre comercial de un sistema de iniciación de voladura. Consiste en una mecha lenta de longitud de 8 pies y un fulminante N°6 ensamblado.

Cebado: Es introducir detonador en un alto explosivo en este caso un cartucho de emulsión, este cartucho de emulsión es usado para iniciar la columna explosiva.

Detonador no eléctrico: Dispositivo que permite iniciar altos explosivos, el detonador está compuesto por una manguera nonel y fulminantes.

Factor de Carga: Se define como los kilogramos de explosivo por metro cubico de roca a fragmentar.

Fanel simple: Detonador no eléctrico, el cual solo tiene un retardo de fondo.

Fanel dual: Detonador no eléctrico, el cual solo tiene dos retardos uno en superficie y el otro de fondo.

Habilitación: En este trabajo es un sinónimo de construcción, mediante los procesos de perforación y voladura.

Incidencia: Es la cantidad de recurso que es usado para realizar un determinado volumen de perforación y voladura en roca.

Oficina Técnica: Área encargada de realizar el control del proyecto en costo y avances.

Perforación manual: Perforación realizada por personal mediante el uso de compresoras, martillos neumáticos, accesorios y aceros de perforación.

Perforación mecanizada: Perforación realizada mediante equipo mecanizado.

Precios unitarios: En el presente trabajo es el precio que cuesta excavar un metro cubico mediante los procesos de perforación y voladura de rocas.

Retardo MS: Accesorio de voladura, usado normalmente con faneles simples.

Retardo CTD: Accesorio de voladura, usado normalmente con faneles duales.

SSOMA: Área encargada de la seguridad ocupacional y el cuidado del medio ambiente en los procesos a realizar.

Voladura: Proceso de fragmentación y desplazamiento de roca mediante el uso de explosivos.

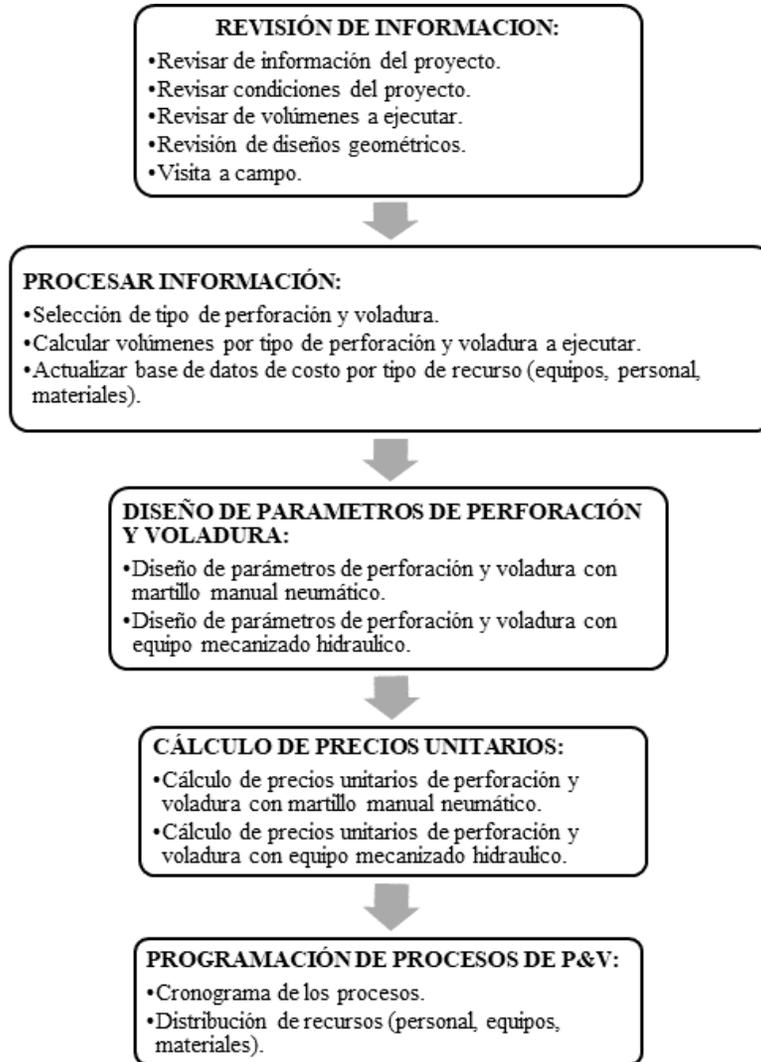
### 3.4.3. Procedimiento:

En el presente trabajo iniciaremos con la etapa de revisión de información, donde se examinarán las bases técnicas proporcionadas por Buenaventura, los alcances y las interferencias que se tengan en el proyecto Yumpag, segundo procesaremos la información para seleccionar la cantidad de volumen a tener por tipo de voladura, tercero propondremos los diseños de los procesos de perforación y voladura de rocas, cuarto se realizaran los cálculos de los precios unitarios por tipo de perforación y voladura, y finalmente se realizara el cronograma del proyecto y se calculara el abastecimiento de recursos en la vida del proyecto.

Se procederá como se ve en la figura 4, que veremos a continuación.

**Figura 4**

*Secuencia del trabajo de suficiencia profesional*



#### 3.4.3.1. Revisión de Información:

Primero revisaremos la información proporcionada por Buenaventura correspondiente al proyecto, toda la información necesaria se encuentra en los expedientes técnicos proporcionados. De tener alguna duda, se realizarán las consultas necesarias a Buenaventura, mediante una solicitud de información.

Segundo examinaremos las principales condiciones que presenta el proyecto son las siguientes:

- No se tienen interferencias con otras empresas contratistas.
- Buenaventura no proporcionará ningún recurso a Pevoex para ejecutar los trabajos.
- Se debe considerar en un tramo el uso de voladura controlada debido a infraestructuras cercanas.
- No se tienen presencia de comunidades cercanas.

Tercero revisaremos los alcances del proyecto en este caso los volúmenes a ejecutar son los siguientes:

- El tiempo de ejecución del proyecto es de 141 días calendarios (5 meses)
- Los volúmenes a ejecutar son 100,000 m<sup>3</sup>, se distribuirá según la tabla 1:

**Tabla 1**

*Volúmenes a ejecutar en el proyecto.*

<b>PARTIDA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Acceso 1	m3	2,800.0
Acceso 2	m3	4,200.0
Acceso 3	m3	10,000.0
Acceso 4	m3	1,000.0
Acceso 5	m3	1,500.0
Acceso 6	m3	11,000.0
<b>Volumen Total Accesos</b>	<b>m3</b>	<b>30,500.0</b>
Plataforma 1	m3	15,000.0
Plataforma 2	m3	20,000.0
Plataforma 3	m3	5,000.0
Plataforma 4	m3	1,500.0
Plataforma 5	m3	20,000.0
Plataforma 6	m3	8,000.0
<b>Volumen Total Plataforma</b>	<b>m3</b>	<b>69,500.0</b>

Cuarto revisaremos los parámetros de diseño de las plataformas y los accesos, los cuales se visualizan en la tabla 2:

**Tabla 2***Parámetros de Diseño del Proyecto*

<b>PARTIDA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Acceso	Talud de corte en roca fija	H: V	"1:6"
Acceso	Altura de Talud	m	5
Acceso	Banquetas	m	2
Acceso	Ancho de calzada	m	4
Acceso	Radio mínimo de giro	m	30
Acceso	Pendiente máxima excepcional	%	10
Acceso	Berma	m	0.5
Acceso	Berma de Seguridad	Sección	Triangular
Plataforma	Talud de corte roca	H: V	"1:6"
Plataforma	Altura de Talud	m	5
Plataforma	Banquetas	m	2
Plataforma	Pendiente	%	1

Quinto antes de procesar la información se realizan una visita a campo, en donde se verifican los datos brindados por Buenaventura en el expediente técnico. Además, es necesario comprobar la accesibilidad de los equipos que realizarán los trabajos. Se verifica que los accesos se iniciaran con perforación manual neumática y voladura, debido a lo irregular del terreno. Luego se continuará con la perforación mecanizada hidráulica. Las áreas en donde se emplazan las plataformas son semi horizontales, como se ve en la figura 5, por tal es posible realizar los trabajos en las plataformas solo con equipo mecanizado hidráulico.

### **Figura 5**

*Vista panorámica de la ubicación de las plataformas y parte de los accesos*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2021

### 3.4.3.2. Procesamiento de la Información:

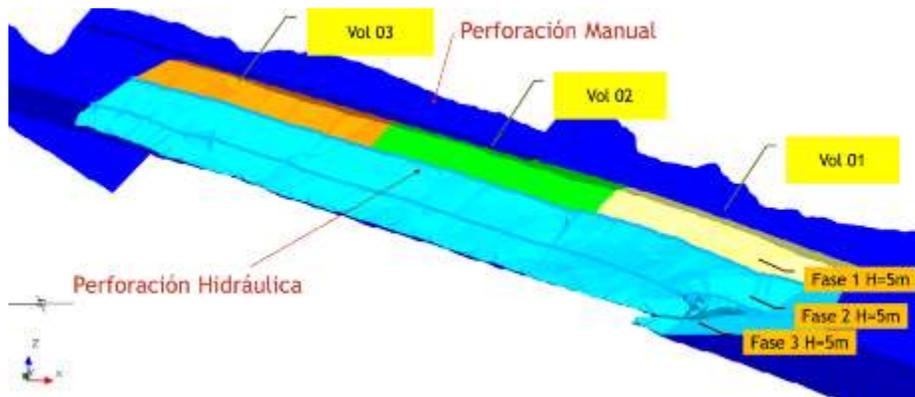
Como se comprobó en la visita a campo se realizarán dos tipos de perforación y voladura, en función a los equipos a utilizar:

- Perforación y voladura con martillo manual neumático.
- Perforación y voladura con equipo mecanizado hidráulico.

Al procesar las secciones, verificamos que las plataformas no requieren un corte inicial con martillo manual neumático, más los accesos se van a desarrollar en dos o más fases, un corte inicial con martillo manual neumático, limpieza y posterior corte con equipo mecanizado hidráulico como se visualiza en la figura 6.

**Figura 6**

*Fases de perforación y voladura en accesos*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2021

Por tal motivo, en los accesos definiremos la cantidad de volumen que se realizará con martillo manual neumático y con equipo mecanizado hidráulico, los volúmenes se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3***Distribución de Volúmenes por tipo de Perforación y Voladura*

<b>Partida</b>	<b>Unidad</b>	<b>% de volumen a cortar con martillo manual neumático</b>	<b>Volumen de corte con martillo manual neumático</b>	<b>Volumen de corte con equipo mecanizado hidráulico</b>	<b>Cantidad</b>
Acceso 1	m3	44%	1,232.0	1,568.0	2,800.0
Acceso 2	m3	30%	1,260.0	2,940.0	4,200.0
Acceso 3	m3	35%	3,500.0	6,500.0	10,000.0
Acceso 4	m3	45%	450.0	550.0	1,000.0
Acceso 5	m3	25%	375.0	1,125.0	1,500.0
Acceso 6	m3	20%	2,200.0	8,800.0	11,000.0
<b>Volumen Total Accesos</b>	<b>m3</b>	<b>30%</b>	<b>9,017.0</b>	<b>21,483.0</b>	<b>30,500.0</b>
Plataforma 1	m3	0%	0.0	15,000.0	15,000.0
Plataforma 2	m3	0%	0.0	20,000.0	20,000.0
Plataforma 3	m3	0%	0.0	5,000.0	5,000.0
Plataforma 4	m3	0%	0.0	1,500.0	1,500.0
Plataforma 5	m3	0%	0.0	20,000.0	20,000.0
Plataforma 6	m3	0%	0.0	8,000.0	8,000.0
<b>Volumen Total Plataformas</b>	<b>m3</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>69,500.0</b>	<b>69,500.0</b>

### 3.4.3.3. Diseño de parámetros de perforación y voladura:

- Diseño de perforación y voladura con martillo manual neumático: La perforación y voladura en accesos se realizarán en fases, la primera fase es realizar un corte del área de trabajo con perforación y voladura con martillo manual neumático, construcción de un acceso operativo usando el material de la voladura, este acceso debe tener un ancho operativo de 3.5 – 4.0 metros aproximadamente, la segunda fase y dependiendo de la necesidad las posteriores fases se

#### **Figura 7**

*Perforación con martillo manual neumático*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2020

completaran con equipo de perforación mecanizado hidráulico. En la Figura 7 vemos la perforación con martillo manual neumático.

El diseño de la perforación con martillo manual neumático, se iniciará definiendo el diámetro de perforación en 1.5”, luego usaremos la formula la ecuación 1 para cálculo del Burden.

$$B = De x \left( 2 x \left[ \frac{de}{dr} \right] + 1.5 \right)$$

Donde:

B = Burden (pies)

De = Diámetro del explosivo en el taladro (pulgadas), el explosivo principal que usaremos es Anfo, por tal el diámetro del explosivo es igual al diámetro perforado.

de = Densidad del explosivo (gr/cm<sup>3</sup>) en nuestro caso es de 0.82 gr/cm<sup>3</sup>

dr = Densidad de la roca (gr/cm<sup>3</sup>), la roca en la cual realizaremos el corte en su mayoría es granodiorita 2.60 gr/cm<sup>3</sup>.

La ecuación 1, esto tomada del libro Blasters Toolkit cuyo autor es la organización ISEE. Aplicando la ecuación 1, se tiene un Burden de 1.0 metros, se recomienda aplicar malla triangular debido a su mejor distribución de energía, por tal el espaciamiento obtenido es de 1.2 metros. La altura de corte promedio es de 1.5 metros, la cual es obtenida por las secciones brindadas en el expediente técnico, para asegurar que se tenga un piso uniforme se sobre perforará un pie adicional a la altura de corte solicitada. Resumiremos los parámetros de perforación propuestos, en la tabla 4.

**Tabla 4**

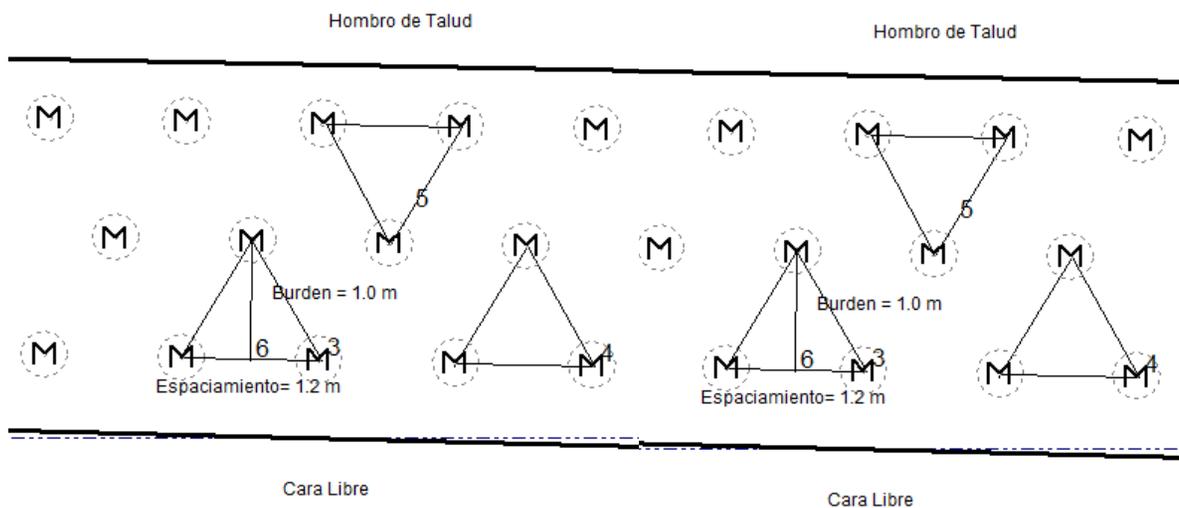
*Parámetros de perforación para taladros con martillo manual neumático*

<b>Parámetros de perforación para taladros con martillo manual neumático acceso</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Producción</b>
Diámetro de Perforación	plg.	1.5
Burden	m.	<b>1</b>
Espaciamiento	m.	<b>1.2</b>
Altura de Banco	m.	1.5
Sobre Perforación	m.	0.3
Angulo de perforación	grados	90
Longitud de Taladro	m.	<b>1.8</b>

La geometría de la malla de producción es triangular, donde cada proyecto de perforación con martillo manual será de mínimo 20 taladros, dependiendo de los frentes de trabajo.

**Figura 8**

*Malla de perforación con martillo manual neumático*



Los taladros de producción al momento del carguío con explosivos serán cargados distinto, dependiendo de si se encuentran agua o no, para saber cuántos taladros tienen agua estos deben ser revisados un día antes de la voladura.

Los parámetros de voladura en las perforaciones realizadas con martillo manual neumático, se obtendrán definiendo el factor de carga el cual por experiencia se estima entre 0.40 a 0.50 kg de explosivo/m<sup>3</sup>. También usaremos como iniciador un cartucho de emulsión y de agente explosivo Anfo. Los parámetros de voladura obtenidos se encuentran en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Parámetros de voladura taladros perforados con martillo neumático*

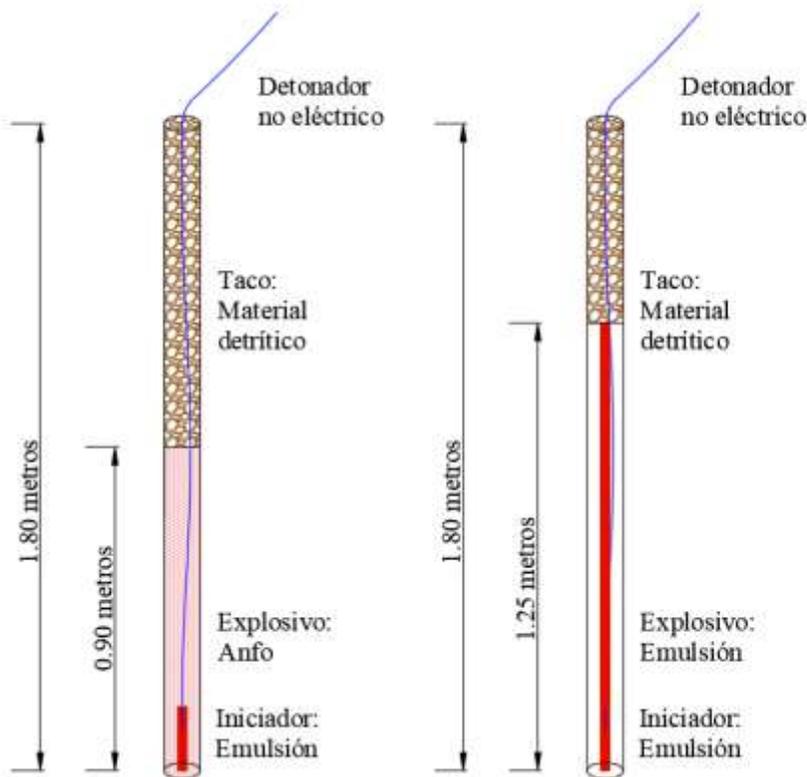
<b>Parámetros de voladura martillo neumático acceso</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Taladros sin agua</b>	<b>Unidad</b>	<b>Taladros con agua</b>
Taco Final	m.	0.9	m.	0.55
% de longitud de carga	%	50	%	69
Longitud total de carga	m.	0.9	m.	1.25
Densidad lineal del explosivo	Kg de anfo /m.	0.93	Kg de Emulsión /m.	N/A
Explosivo total por Taladro	Anfo kg.	0.84	Emulsión kg.	0.76
Volumen por taladro	m <sup>3</sup> /tal.	1.8	m <sup>3</sup> /tal.	1.8
Factor de carga	kg/m <sup>3</sup> .	0.47	kg/m <sup>3</sup> .	0.42
Densidad de roca	Tn/m <sup>3</sup>	2.65	Tn/m <sup>3</sup>	2.65
Factor de potencia	Kg/Tn	0.18	Kg/Tn	0.16

Dibujaremos los esquemas de carguío los esquemas de carguío de explosivos para taladros perforados con martillo manual neumático sin agua y con agua. En los dos casos se tendrá solo una carga de fondo, el iniciador será emulsión, y este será cebado con un detonador no eléctrico

tipo Fanel Simple (nombre comercial distribuido por el fabricante de explosivos Famesa). Los detalles los visualizaremos en la figura 9.

**Figura 9**

*Esquema de carguío de taladros perforados con martillos neumáticos*

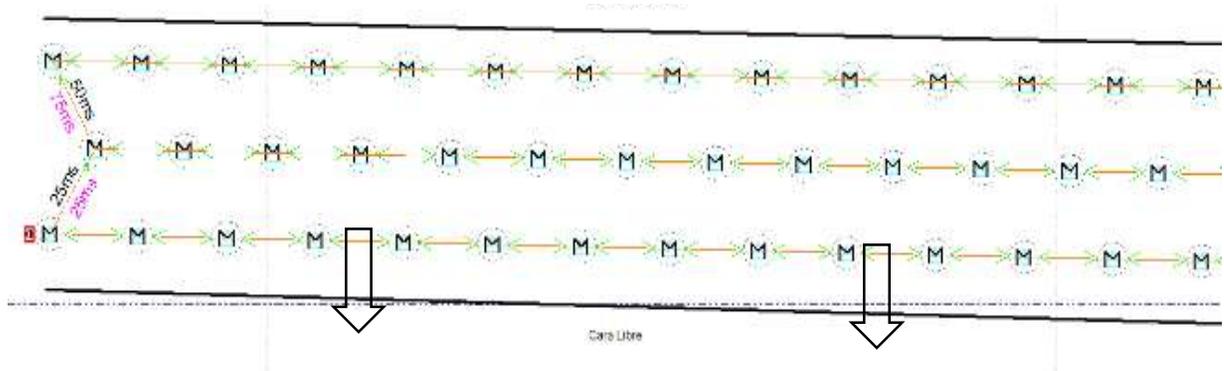


El amarre superficial entre taladros será por medio de cordón detonante, para la conexión entre filas se usarán detonadores no eléctricos tipo Retardos MS (nombre comercial distribuido por el fabricante de explosivos Famesa) con tiempos de 25,50 y 75 Milisegundos. Al final toda la malla se iniciará por medio de dos detonadores ensamblados de longitud de 8 pies tipo Carmex,

los detonadores ensamblando detonarán en simultaneo a los 8 minutos después del chispeo realizado. Los detalles del amarre superficial se visualizarán en la figura 10.

**Figura 10**

*Esquema de amarre superficial de taladros perforados con martillo manual neumático*



La secuencia de salida es con dirección hacia la cara libre, con ello aseguramos que la fragmentación sea adecuada y se alcance el nivel de corte solicitado por topografía. Las filas se cuentan desde la cara libre, en donde detona la primera fila, luego la segunda y tercera en ese orden respectivamente.

Con los diseños realizados y los volúmenes revisados. se obtendrán los índices de consumo que necesitaremos para calcular la cantidad de explosivo requerido en la perforación de acceso con martillo manual neumático, se asume que se encontrarán un 15% de taladros con contenido de agua.

- Diseño de perforación y voladura con equipo mecanizado hidráulico:

Como se describió anteriormente, las fases siguientes de los accesos y las plataformas en su totalidad serán perforadas con equipo mecanizado hidráulico, el equipo mecanizado hidráulico como se ve en la figura 11, tiene un alto rendimiento debido a que puede perforar una mayor

longitud, y tiene una mayor velocidad de perforación en comparación al martillo manual neumático, con lo dicho se asegura el cumplimiento de tiempos programados.

### **Figura 11**

*Perforación con equipo mecanizado hidráulico*



Nota: Reproducida de recopilación de obras, Pevoex, 2020

El cálculo del Burden será por medio de la ecuación 1, la distribución de los taladros será de forma triangular y como vimos en la tabla 2, la altura de banco será de 5 metros. Los taladros de pre-corte, sirven para definir el contorno de la pared final del talud de diseño, su espaciamiento es aproximadamente la mitad que el de la producción, además presentan una inclinación de  $80^\circ$  con respecto a la horizontal. Con la inclinación de diseño se tendría que perforar 5.1 metros para alcanzar los niveles de corte. Resumiremos los parámetros de perforación en la tabla 6.

**Tabla 6**

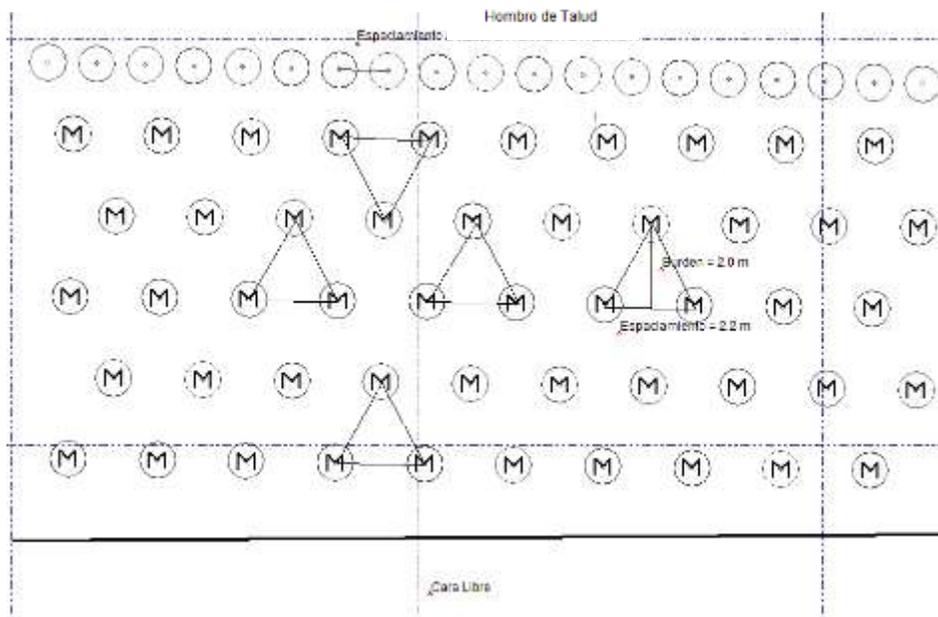
*Parámetros de perforación para taladros realizados con equipo mecanizado*

<b>Parámetros de perforación para taladros con equipo mecanizado hidráulico acceso y plataforma</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Pre-corte</b>	<b>Producción</b>
Diámetro de Perforación	plg.	3	3.5
Burden	m.	-	<b>2</b>
Espaciamiento	m.	1.2	<b>2.2</b>
Altura de Banco	m.	5	5
Sobre Perforación	m.	0	0.5
Angulo de perforación	grados	80	90
Longitud de Taladro	m.	5.1	<b>5.5</b>

La geometría de la malla de producción es triangular, donde cada proyecto de perforación con equipo mecanizado hidráulico será de mínimo 50 taladros, dependiendo de los frentes de trabajo.

**Figura 12**

*Malla de perforación con equipo mecanizado hidráulico*



Los taladros de producción al momento del carguío con explosivos serán cargados distinto, dependiendo de si se encuentran agua o no, para saber cuántos taladros tienen agua, estos deben ser revisados un día antes de la voladura.

Los parámetros de voladura en las perforaciones realizadas con equipo mecanizado hidráulico, se obtendrán definiendo el factor de carga el cual por experiencia se estima entre 0. 40 a 0. 50 kg de explosivo/m<sup>3</sup>. Usaremos como iniciador un cartucho de emulsión y de agente

explosivo Anfo. Los taladros de pre-corte serán iniciados con cordón detonante y el amarre dentro del taladro serán en rosario. Los parámetros de voladura obtenidos se encuentran en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Parámetros de voladura taladros perforados con equipo mecanizado*

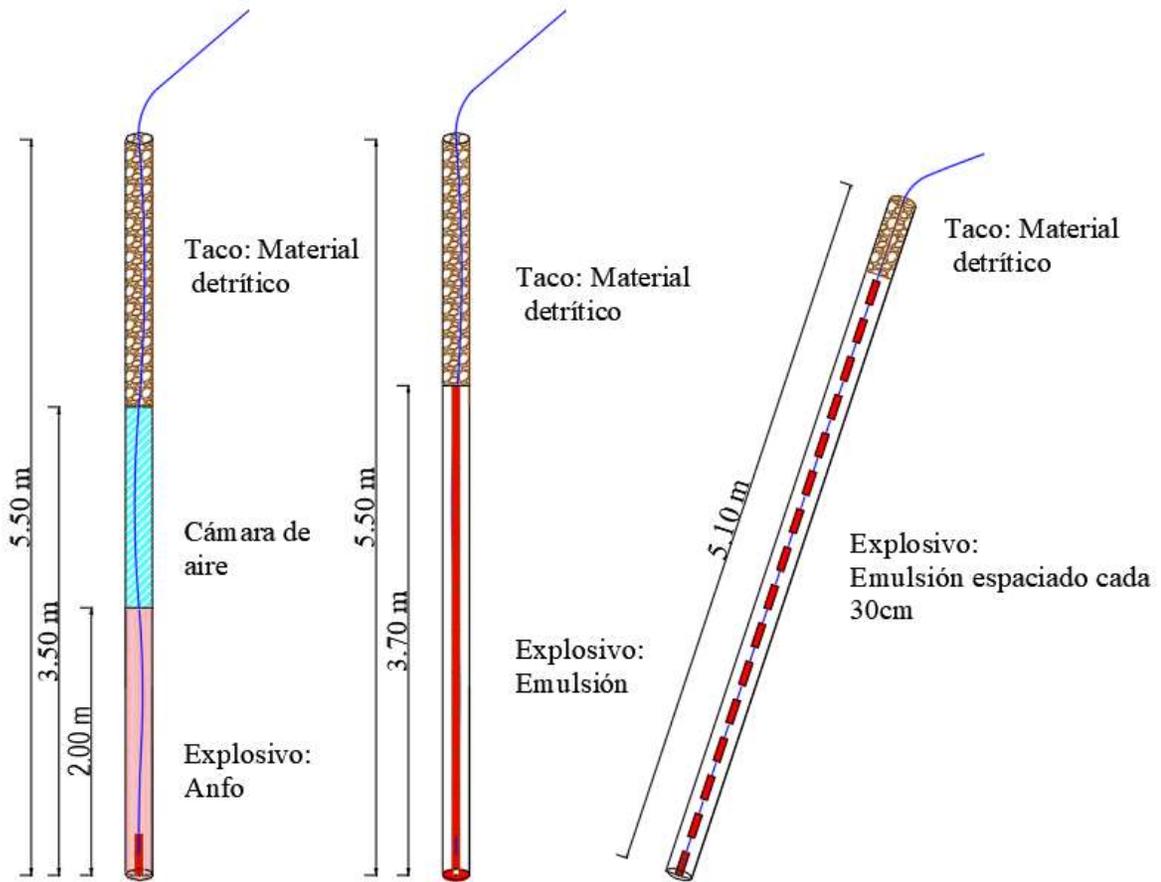
<b>Parámetros de voladura mecanizado hidráulico</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Taladros sin agua</b>	<b>Unidad</b>	<b>Taladros con agua</b>	<b>Unidad</b>	<b>Taladros de pre-corte</b>
Taco Final	m.	3.5	m.	1.8	m.	0.3
% de longitud de carga	%	0.4	%	67	N/A	En rosario
Longitud total de carga	m.	2	m.	3.7	m.	5
Densidad lineal del explosivo	Kg de anfo /m.	5.09	Kg de Emulsión /m.	N/A	N/A	-
Explosivo total por Taladro	Anfo kg.	10.18	Emulsión kg.	8.88	Emulsión kg.	3.90
Volumen por taladro	m3/tal.	22	m3/tal.	22	m3/tal.	-
Factor de carga	kg/m3.	0.46	kg/m3.	0.40	kg/m2	0.64
Densidad de roca	Tn/m3	2.65	Tn/m3	2.65	N/A	-
Factor de potencia	Kg/Tn	0.17	Kg/Tn	0.15	N/A	-

Dibujaremos los esquemas de carguío de explosivos para taladros de pre-corte, producción sin agua y producción con agua perforados con equipo mecanizado hidráulico. En los taladros de producción solo se tendrá una carga de fondo, el iniciador será emulsión, y este será cebado con un detonador no eléctrico tipo Fanel Dual (nombre comercial distribuido por el fabricante de explosivos Famesa). Los taladros de pre-corte se definen en función a su factor de carga que estará

entre 0.60 – 0.8 Kg/m<sup>2</sup>, estos taladros serán cargados con emulsión y amarrados con cordón detonante tipo rosario. Los detalles los visualizaremos en la figura 13.

**Figura 13**

*Esquema de carguío de taladros perforados con equipo mecanizado hidráulico*

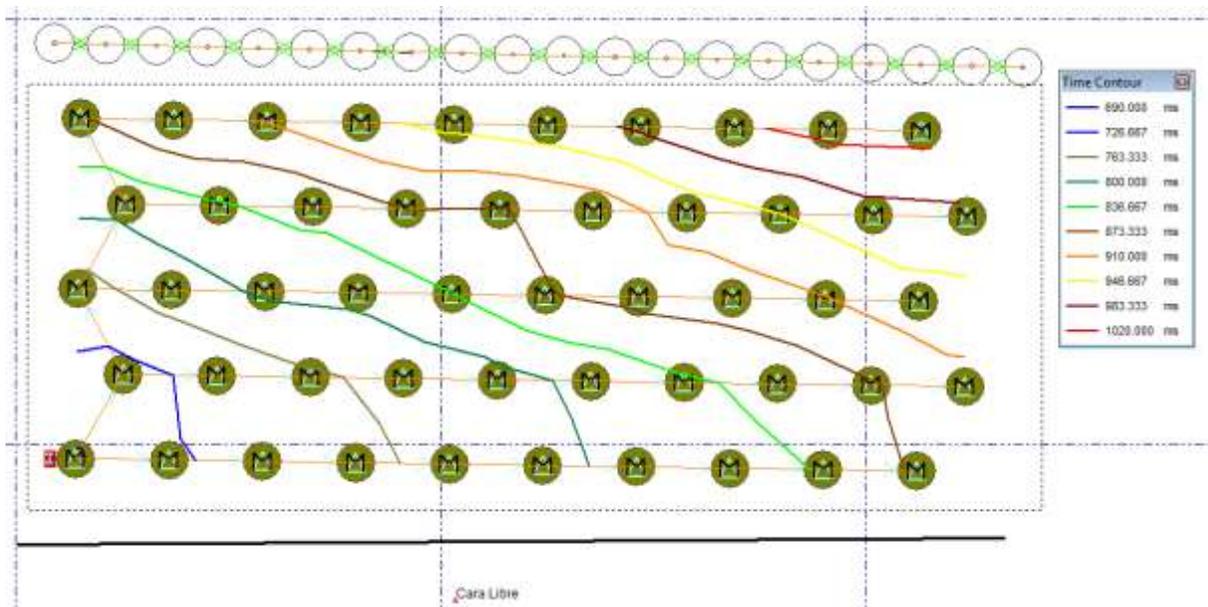


El amarre superficial entre taladros será por medio de detonadores no eléctricos de tiempos tipo Fanel Dual, para la conexión entre filas se usarán detonadores no eléctricos tipo Retardos CTD (nombre comercial distribuido por el fabricante de explosivos Famesa) con tiempos de 17,25 y 35 Milisegundos para las conexiones entre filas. Al final toda la malla se iniciará por medio de dos

detonadores ensamblados de longitud de 8 pies tipo Carmex, los detonadores ensamblando detonarán en simultaneo a los 8 minutos después del chispeo realizado. Los detalles del amarre superficial y las líneas de iso-tiempo se visualizarán en la figura 14.

**Figura 14**

*Esquema de amarre superficial de taladros perforados con equipo Mecanizado*



Le secuencia de salida, es con dirección hacia la cara libre, se usarán detonadores no eléctricos tipo Fanel dual, nos permitirán de que cada taladro detone en forma independiente y no filas completas como el caso del martillo manual neumático, siempre asegurándonos que se genere cara libre para cada taladro. Cabe resaltar que los taladros de pre-corte detonan en simultaneo y en tiempo cero.

#### 3.4.3.4.Cálculo de precios unitarios:

En calculo por precios unitarios consisten en llevar el costo de todos los recursos (personal, equipos y materiales) en los procesos de perforación y voladura, a la unidad de medida que se

solicita, en nuestro caso metros cúbicos topográficos, por tal el valor del precio unitario tendrá como unidad US\$/m3.

- Cálculo de precios unitarios en perforación y voladura con martillo manual neumático:

En el cálculo de precios unitarios se incluyen los siguientes costos: Personal (Operador de martillo neumático, ayudante de perforación, manipulador de explosivos, ayudante de voladura) en sistema 2 x 1. Equipos: Compresora de 375 CFM o equivalente, trabajando solo turno día. Materiales: Combustible, explosivos, accesorios de voladura, aceros de perforación y herramientas. Los detalles del cálculo se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Análisis de precio unitario de perforación y voladura con martillo manual*

<b>Análisis de P.U. - Pervol martillo manual neumático</b>						
Partida	:	<b>Perforación y Voladura de plataformeo inicial en Acceso</b>				
Rendimiento	:	158 m <sup>3</sup> /día				
Metrado Total	:	9,017 m <sup>3</sup>				
#	Concepto	Und	Cantidad	Incidencia	P. Unitario	P. Parcial
<b>1.0</b>	<b>Mano de obra</b>					
	Supervisor de campo	H-H	0.00	0.0000	12.00000	0.0000
	Operador de Martillo Manual	H-H	2.00	0.1010	11.00000	1.1111
	Ayudantes de perforación	H-H	2.00	0.1010	7.50000	0.7576
	Manipulador de Explosivos	H-H	1.00	0.0505	10.00000	0.5051
	Ayudantes de voladura	H-H	1.00	0.0505	7.50000	0.3788
					<b>Sub-Total</b>	<b>2.7525</b>
<b>2.0</b>	<b>Equipos</b>					

Compresora 375cfm+ martillos	H-M	1.00	0.0417	40.0000	1.6667
				<b>Sub-Total</b>	<b>1.6667</b>
<b>3.0 Materiales</b>					
Anfo	Kg/m3		0.400	0.9720	0.3883
Emulsión 1" x 7"	Kg/m3		0.133	3.1200	0.4136
Cordón Detonante 5P	m/m3		0.800	0.2640	0.2112
Fanel Simple	Pzas/m3		0.556	1.8000	1.0000
Retardo Fanel MS	Pzas/m3		0.313	3.3600	1.0500
Carmex	Pzas/m3		0.025	1.0800	0.0273
Juego de Barrenos Integrales (3,5,8 pies)	mp	158.4000	0.0013	250.0000	0.3125
Herramientas	%	5.00			0.1376
				<b>Sub-Total</b>	<b>3.5405</b>
<b>Total, costo directo</b>			<b>US\$/m<sup>3</sup></b>	<b>7.96</b>	

- Cálculo de precios unitarios en perforación y voladura con equipo mecanizado hidráulico:  
En el cálculo de precios unitarios se incluyen los siguientes costos: Personal (Supervisor de campo, Operador de perforadora, ayudante de perforación, manipulador de explosivos, ayudante de voladura) en sistema 2 x 1. Equipos: Perforadora JunJin JD1400 o equivalente, trabajando a doble turno. Materiales: Combustible, hidrocarburos, explosivos, accesorios de voladura, aceros de perforación y herramientas. Los detalles del cálculo son mostrados en la tabla 9.

**Tabla 9***Análisis de precio unitario de perforación y voladura con equipo mecanizado*

<b>Análisis de P.U- Pervol equipo mecanizado hidráulico</b>						
Partida	:	Perforación y Voladura Masiva de Accesos y plataformas				
Rendimiento	:	1,232 m <sup>3</sup> /día				
Metrado Total	:	90,983.00 m <sup>3</sup>				
#	Concepto	Und	Cantidad	Incidencia	P. Unitario	P. Parcial
<b>1.0 Mano de obra</b>						
	Supervisor de campo	H-H	3.00	0.0195	12.00	0.2338
	Operador de perforadora hidráulica	H-H	6.00	0.0390	11.00	0.4286
	Ayudantes de perforación	H-H	6.00	0.0390	7.50	0.2922
	Manipulador de Explosivos	H-H	5.00	0.0325	10.00	0.3247
	Ayudantes de voladura	H-H	5.00	0.0325	7.50	0.2435
					<b>Sub-Total</b>	<b>1.5227</b>
<b>2.0 Equipos</b>						
	Perforadora Hidráulica	H-M	2.00	0.0130	90.0000	1.1688
					<b>Sub-Total</b>	<b>1.1688</b>
<b>3.0 Materiales</b>						
	Combustible	Gln	224.40	0.1821	3.1000	0.5646
	Aceite Motor	Gln	1.32	0.0011	13.8000	0.0148
	Aceite Torcula	Gln	4.00	0.0032	12.1800	0.0395
	Aceite Hidráulico	Gln	0.40	0.0003	11.7400	0.0038
	Aceite compresor	Gln	0.21	0.0002	90.9200	0.0156
	Aceite transmisión	Gln	0.20	0.0002	16.7200	0.0027
	Grasa	Kg	6.00	0.0049	8.2902	0.0404
	Filtros	%	15.00			0.0847

Anfo	Kg/m3		0.391	0.9720	0.3801
Emulsión 2" x 12"	Kg/m3		0.084	3.1200	0.2626
Emulsión 1 1/2" x 7"	Kg/m3		0.127	3.1200	0.3948
Fanel Dual	Pzas/m3		0.045	3.8400	0.1745
Cordón Detonante 5P	m/m3		0.244	0.2640	0.0645
Retardo CTD	Pzas/m3		0.023	2.3400	0.0532
Carmex	Pzas/m3		0.006	1.0800	0.0070
Shank	mp	513.3333	0.0002	450.0000	0.0938
Barra	mp	513.3333	0.0003	550.0000	0.1528
Broca	mp	513.3333	0.0012	350.0000	0.4167
Afilado	%	15.00			0.0625
Herramientas	%	5.00			0.0761
				<b>Sub-Total</b>	<b>2.9047</b>
<b>Total, costo directo</b>				<b>US\$/m<sup>3</sup></b>	<b>5.60</b>

En resumen, el costo de los procesos de perforación y voladura para el proyecto minero es de 5.81 US\$/m<sup>3</sup>, cabe resaltar que el volumen que se usará para las valorizaciones mensuales será calculado por levantamiento topográfico. El detalle del costo de los procesos de perforación y voladura se detalla en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Costo total de los procesos de perforación y voladura de rocas en el proyecto*

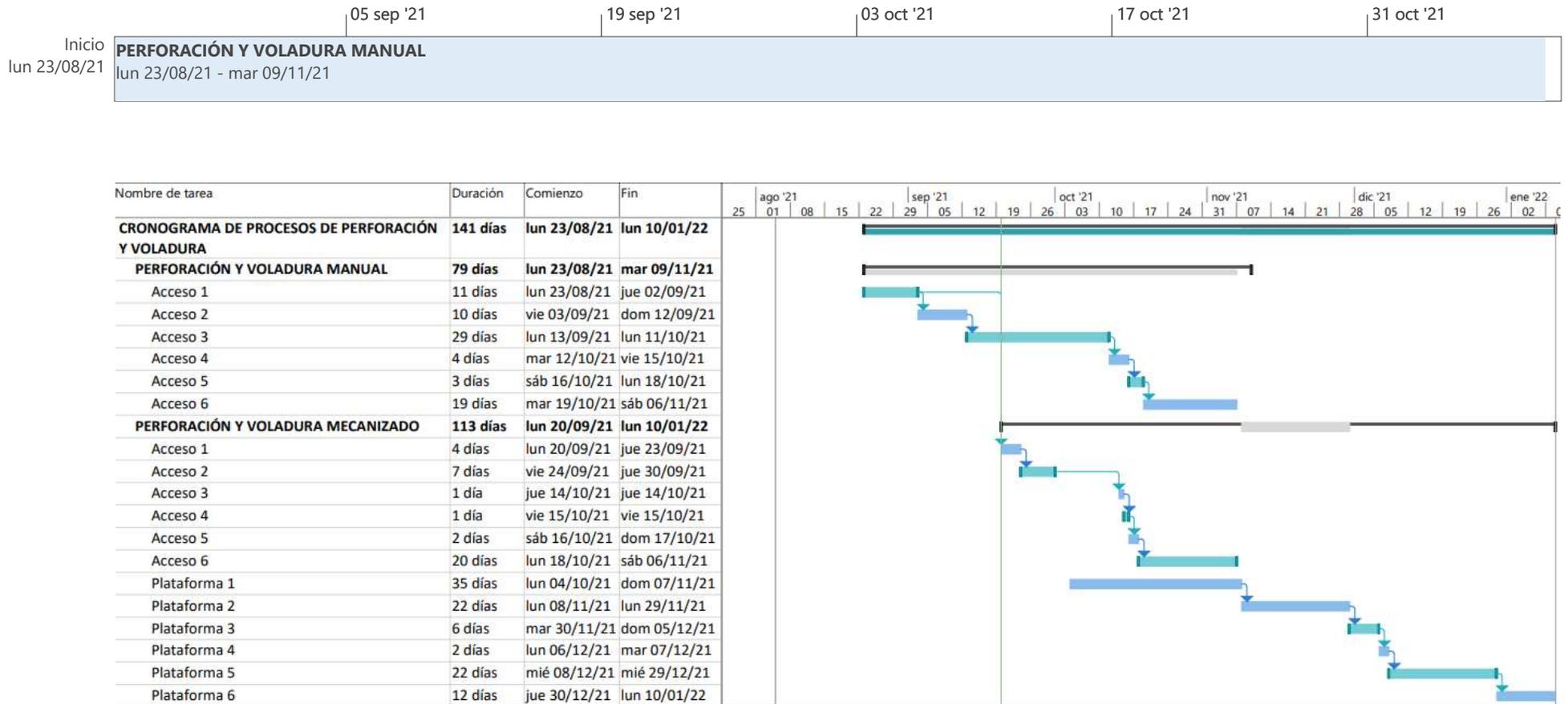
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Volumen</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
Perforación y Voladura con Martillo Manual	m3	9,017.0	US\$/m3	7.96	US\$	71,775.3
Perforación y Voladura con Equipo Mecanizado	m3	90,983.0	US\$/m3	5.60	US\$	509,504.8
<b>Perforación y Voladura General</b>	<b>m3</b>	<b>100,000.0</b>	<b>US\$/m3</b>	<b>5.81</b>	<b>US\$</b>	<b>581,280.1</b>

#### 3.4.3.5. Programación de los procesos de perforación y voladura:

Como bien sabemos los recursos para ejecutar el proyecto serán solicitados de forma progresiva, en función a las prioridades del cliente y las restricciones que se encontraron en campo, se planteara el siguiente cronograma para la ejecución de los trabajos en el proyecto Yumpag.

**Figura 15**

*Cronograma de los procesos de perforación y voladura de rocas*



Los puntos más resaltantes que podemos extraer de la figura 15 son:

- La perforación y voladura manual iniciara en los accesos, y los equipos a utilizar serán los martillos neumáticos y la compresora de 375 CFM. El rendimiento de este equipo por semana es de 829.5 m3/ semana. Se estima que se perderán 1.75 días por demoras operativas (proceso de voladura y limpieza de las áreas voladas).
- La perforación y voladura con equipo mecanizado en los accesos se iniciará la quinta semana, se iniciará con 1 equipo de perforación, el rendimiento de este equipo por semana es de 3,234 m3/semana. El trabajo de los accesos concluirá la onceava semana.
- La perforación y voladura con equipo mecanizado en las plataformas iniciará la sexta semana con un equipo mecanizado, en la onceava semana se realizará la perforación con dos equipos mecanizados.
- Los trabajos deben estar concluyendo en la semana 20, como se verifico cuando ser recopilo la información del proyecto.
- Los volúmenes a ejecutar mensualmente serán mostrados en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Volúmenes a ejecutar en la vida del proyecto*

<b>Volúmenes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Total</b>
Perforación y Voladura con Martillo Manual	m3	3,321.5	3,318.0	2,377.5	0.0	0.0	5,695.5
Perforación y Voladura con Equipo Mecanizado	m3	0.0	19,151.0	23,800.0	25,000.0	23,032.0	90,983.0
<b>Perforación y Voladura Total</b>	<b>m3</b>	<b>3,321.5</b>	<b>22,469.0</b>	<b>26,177.5</b>	<b>25,000.0</b>	<b>23,032.0</b>	<b>100,000.0</b>

Por último, el abastecimiento de recursos estará directamente relacionado a los volúmenes de la tabla 11.

- La distribución de personal se mostrará en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Distribución de personal en la vida del proyecto*

<b>Personal</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Supervisor de campo	Und	3	3	3	3	3
Operador de perforadora hidráulica	Und	0	6	6	6	6
Ayudantes de perforación	Und	0	6	6	6	6
Manipulador de Explosivos	Und	3	6	6	6	6
Ayudantes de voladura	Und	3	6	6	6	6
Operador de Martillo Manual	Und	2	2	2	0	0
Ayudantes de perforación	Und	2	2	2	0	0
<b>Total</b>	<b>Und</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>27</b>

- La distribución de equipos se mostrará en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Distribución de equipos en la vida del proyecto*

<b>Equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Compresora 375 con 2 Martillos Neumáticos	Equipo	1	1	1	0	0
Equipo Mecanizado JD 1400 o Similar	Equipo	0	2	2	2	2

- La distribución de explosivos y accesorios para el proceso de voladura se mostrará en la tabla 14.

**Tabla 14***Distribución de explosivos y accesorios en la vida del proyecto*

<b>Explosivos y accesorios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Anfo	Kg	1,327	8,814	10,256	9,775	9,006
Emulsión	Kg	440	4,475	5,330	5,268	4,853
Fanel Dual	Pza	0	871	1,082	1,136	1,047
Cordón Detonante	m	2,657	7,332	7,715	6,106	5,625
Fanel Simple	Pza	1,845	1,843	1,321	0	0
Retardo CTD	Pza	0	435	541	568	523
Retardo Fanel MS	Pza	1,038	1,037	743	0	0
Carmex	Pza	84	208	215	162	150

- La distribución de los aceros de perforación se mostrará en la tabla 15.

**Tabla 15***Distribución de aceros de perforación en la vida del proyecto*

<b>Personal</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Barrenos Integrales (3', 5' y 8')	Jgo	4	4	3	0	0
Brocas	Pza	0	23	29	30	28
Barra	Pza	0	6	7	7	7
Shank	Pza	0	4	5	6	5

### 3.5. RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD

Se cumplió el objetivo principal del presente informe que es proponer los diseños y calcular los precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos de superficie del proyecto minero. El precio unitario general del proyecto es de 5.81 US\$/m<sup>3</sup>. Además, se cumplieron todos los objetivos secundarios del proyecto:

- Se logro proponer un diseño de malla de perforación y voladura para martillo neumático para taladros de producción sin agua y con agua, usando la ecuación 1, factores empíricos de otros proyectos y parámetros de diseño geométrico dados en el expediente técnico del proyecto.
- Se logro proponer el diseño de malla de perforación y voladura para equipo mecanizado hidráulico para taladros de producción y pre-corte.
- Se logro calcular los precios unitarios de la perforación y voladura de rocas para martillo neumático el cual dio como resultado 7.96 US\$/m<sup>3</sup>.
- Se logro calcular los precios unitarios de la perforación y voladura de rocas para equipo mecanizado hidráulico el cual dio como resultado 5.60 US\$/m<sup>3</sup>.
- Se logro realizar el cronograma de los procesos de perforación y voladura del proyecto, además de tener la distribución de los recursos más importantes para la ejecución del proyecto.
- Los diseños formulados fueron implementados en campo, teniendo ligeras variaciones.

Los parámetros de diseño de perforación con martillo manual neumático no tuvieron variaciones, con respecto a los parámetros de perforación realizados con equipo mecanizado hidráulico tuvieron pequeñas variaciones que se visualizan en la tabla 16.

**Tabla 16**

*Comparación de parámetros de perforación propuesto en diseño vs implementado en campo*

<b>Perforación con equipo mecanizado hidráulico</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Propuesta Pre-corte</b>	<b>Propuesta Producción</b>	<b>Real Pre-corte</b>	<b>Real Producción</b>
Diámetro de Perforación	plg.	3	3.5	3	3.5
Burden	m.	-	2	-	2.1
Espaciamiento	m.	1.2	2.2	1.2	2.4
Altura de Banco	m.	5	5	5	5
Sobre Perforación	m.	0	0.5	0	0.5
Angulo de perforación	grados	72	90	72	90
Longitud de taladro	m.	5.3	5.5	5.3	5.5
Volumen por taladro	m3/taladro	22	22	25.2	25.2
Velocidad de perforación	m/hr	22	22	20	20
Taladros por hora	Taladros/hr	4.4	4.4	4	4
Rendimiento	m3/hr	96.8	96.8	100.8	100.8

Con respecto a los parámetros de diseño del proceso de voladura, se tuvieron las siguientes variaciones que visualizaremos en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Comparación de parámetros de voladura propuesto en diseño vs implementado en campo*

<b>Voladura con equipo mecanizado hidráulico</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Real Producción</b>	<b>Propuesta Producción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Real Pre-corte</b>	<b>Propuesta Pre-corte</b>
Taco Final	m.	3.5	3	m.	0.3	0
Explosivo total por Taladro	Anfo kg.	10.18	9.6	Emulsión kg.	3.9	3.0
Volumen por taladro	m3/tal.	22	25.2	m3/tal.	-	-
Factor de carga	kg/m3.	0.46	0.38	kg/m2	0.64	0.59
Densidad de roca	Tn/m3	2.65	2.65	N/A	-	-
Factor de potencia	Kg/Tn	0.17	0.14	N/A	-	-

## **IV. CONCLUSIONES:**

### **4.1. JUSTIFICACIÓN:**

El presente trabajo de suficiencia profesional se enfoca en proponer los diseños y cálculo de precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas para la habilitación de plataformas y acceso superficie en el proyecto Yumpag, la secuencia utilizada para cumplir con los objetivos del trabajo no pretender ser una guía de todos los aspectos que debemos tener en cuenta antes de ejecutar un proyecto, más puede servir para iniciar la planificación de proyectos mineros y civil de perforación y voladura de rocas en superficie.

### **4.2. METODOLOGÍA APLICADA:**

La metodología aplicada en la formulación del presente trabajo es la síntesis de la información proporcionada por Buenaventura y proyectos anteriores, el análisis de la información recopilada para realizar los diseños y los cálculos de precios unitarios de los procesos de perforación y voladura de rocas. Y finalmente presentar un cronograma con la secuencia de trabajos de perforación y voladura a realizarse en el proyecto.

### **4.3. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN:**

El presente trabajo de suficiencia profesional presentado reúne características y condiciones técnicas – operativas las cuales se implementaron en el proyecto minero Yumpag. Las diferencias entre los diseños propuestos y realizados en campo se resumen en las tablas 16 y 17.

## V. RECOMENDACIONES:

De la ejecución del presente trabajo podemos brindar las siguientes recomendaciones:

- Se debe tomar el tiempo necesario para poder realizar los diseños de perforación y voladura de rocas, este tiempo es directamente proporcional a la complejidad del proyecto.
- El personal operativo que será designado al proyecto, debe visitar la ubicación en donde se ejecutará el proyecto. Para poder evaluar las restricciones y definir prioridades del proyecto y con ello no tener retrasos en la ejecución del mismo.
- Se debe actualizar de forma mensual tabla de costo de los recursos en los que se incluyen los costos de planillas, materiales y equipos, los cuales serán usados para calcular los precios unitarios de los procesos de perforación y voladura.
- El cronograma y la distribución de recursos propuestos es referencial, en coordinación con Buenaventura se modificarán en función a las prioridades que se tengan en campo.

## VI. BIBLIOGRAFIA:

Montesinos Pérez, E. D. (2017). Tesis: Voladura controlada para talud final en construcción de la carretera Lima – Canta – la Viuda Unish. Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú.

Oviedo Nina, L. F. (2017). Tesis: Diseño de Mallas de perforación y voladura haciendo el uso de software Drill and Blast Vulcan 8.0 para obtener una óptima fragmentación en E.E. Ajani Unidad Minera Anabí. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Jáuregui Aquino, O. A. (2009). Tesis: Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la optimización de Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y voladura. Pontifica Universidad Católica del Perú.

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

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

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2020). Propuesto Técnica - Económica servicio de perforación y voladura de rocas en planta de Relleno Hidráulico.

PEVOEX Contratistas S.A.C. (2020). Plan de trabajo de perforación y voladura de rocas en planta de Relleno Hidráulico- Mina Colquisiri.

Compañía de Minas Buenaventura (2021). Expediente técnico: “Desarrollo de ingeniería básica y de detalle de las facilidades de superficie del proyecto Yumpag”

Mucho Mamani, R. (2014). Curso: Voladura de Rocas Aplicado a la nueva minería.

Ponce Ramírez, F. (2011). Curso: Reducción de Costos en perforación y voladura de rocas.

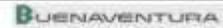
## VII. ANEXOS:

### 7.1. TABLA DE COSTO POR TIPO DE RECURSO.

<b>Tabla de Costo de Recursos</b>		
<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
Supervisor de campo	US\$/Hr	12.00
Operador de perforadora hidráulica	US\$/Hr	11.00
Ayudantes de perforación	US\$/Hr	7.50
Operador de Martillo Manual	US\$/Hr	11.00
Ayudantes de perforación	US\$/Hr	7.50
Manipulador de Explosivos	US\$/Hr	10.00
Ayudantes de voladura	US\$/Hr	7.50
<b>Equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
Perforadora Hidráulica	US\$/Hr	90.00
Compresora 375cfm+ martillos	US\$/Hr	40.00
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
Combustible	US\$/Gln	3.10
Aceite Motor	US\$/Gln	13.80
Aceite Torcula	US\$/Gln	12.18
Aceite Hidráulico	US\$/Gln	11.74
Aceite compresor	US\$/Gln	90.92
Aceite transmisión	US\$/Gl	16.72
Grasa	US\$/Kg	8.29
Filtros (% del costo de combustible)	%	10.00
Anfo	US\$/Kg	0.97
Emulsión 2" x 12"	US\$/Kg	3.12
Emulsión 1 1/2" x 7"	US\$/Kg	3.12
Emulsión 1" x 7"	US\$/Kg	3.12
Fanel Simple	US\$/Kg	1.80
Fanel Dual	US\$/Pza	3.84
Cordón Detonante 5P	US\$/m	0.26
Retardo CTD	US\$/Pza	2.34
Retardo Fanel MS	US\$/Pza	3.36
Carmex	US\$/Pza	1.08
Shank	US\$/Pza	450.00
Barra	US\$/Pza	550.00
Broca	US\$/Pza	350.00
Juego de Barrenos Integrales (3,5,8 pies)	US\$/Jgo	250.00

## 7.2. NOTIFICACION DE VOLADURA

PMI\_BNV\_02.7.1  
Rev. A  
14.03.21



### NOTIFICACIÓN DE VOLADURA N° 001

PROYECTO HABILITACIÓN DE PLATAFORMAS Y ACCESOS DE FACILIDADES SUPERFICIE - YUMPAG

1	<b>NUMERO DE PROTOCOLO:</b>	001
2	<b>EMPRESA:</b>	COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA
3	<b>FRENTE:</b>	ACCESO / PLATAFORMA YUMPAG
4	<b>FECHA DE FRAGMENTACION:</b>	16/09/2021
5	<b>ÁREA DE FRAGMENTACION:</b>	PLATAFORMA DE PTARD
6	<b>RESPONSABLE:</b>	PEVOEX CONTRATISTAS SAC
7	<b>HORARIO:</b>	12:00 p. m.
8	<b>HORARIO DE EVACUACIÓN:</b>	11:30 p. m.

**ADVERTENCIA:**

- RESPETAR EN TODO MOMENTO LAS INDICACIONES DE LOS VIGÍAS  
- SI EL VIGÍA INDICA DETENERSE, **ACATE LA INSTRUCCIÓN**

EMPRESA	CARGO	RESPONSABLE	FIRMA
PEVOEX	JEFE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA		
PEVOEX	SUPERVISOR SSOHA		
PEVOEX	RESIDENTE DE OBRA		
BUENAVENTURA	SUPERINTENDENTE DE PROYECTOS		
BUENAVENTURA	SUPERINTENDENTE DE YUMPAG		
BUENAVENTURA	SUPERVISOR DE SEGURIDAD		

ANOTACIONES

### 7.3. PROTOCOLO DE VOLADURA

BUENAVENTURA		PROTOCOLO DE VOLADURA										PEVOEX																																					
PROYECTO HABILITACION DE PLATAFORMAS Y ACCESOS DE FACILIDADES SUPERFICIE - YUMPAG																																																	
AREA DE VOLADURA : PLATAFORMA PTARD																																																	
AREA	PERFORACION Y VOLADURA					FECHA:					HORA																																						
						10/05/2021					12:00 p.m.																																						
Tipo de Taladro	Cantidad de Taladros	Diámetro (Pulg.)	Altura Promedio (m.)	Ruedas (m.)	Espray. (m.)	Área de Voladura (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cantidad de Anillo (Kg)	Cantidad de Emulsion (Kg)	Cantidad de Fuegos Simples (m <sup>2</sup> )	Cantidad de Fuegos dobles	Cantidad de Cables detonante(s)	KO/TAL	Factor de carga (kg/m <sup>3</sup> ) y (kg/m <sup>2</sup> )																																			
PROBACION	80	3.50	2.00	2.10	2.40	375.40	806.40	307.00	18.00	0.00	80.00	80.00	3.04	0.38																																			
PERFORADO	48	3.00	2.00	1.00	1.00	96.90			57.00	0.00	0.00	200.00		0.58																																			
	128.00					472.30	806.40	307.00	73.00	0.00	80.00	300.00																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PARAMETROS DE VOLADURA</th> </tr> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>UNIDAD</th> <th>PRECORTE</th> <th>PRODUCCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo Final</td> <td>m</td> <td>0</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Longitud total de carga</td> <td>m</td> <td>0</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>Explosivo total por Taladro</td> <td>kg</td> <td>1.2</td> <td>3.04</td> </tr> <tr> <td>Volumen por taladro</td> <td>m<sup>3</sup>/tal</td> <td>0</td> <td>10.08</td> </tr> <tr> <td>Factor de carga</td> <td>kg/m<sup>3</sup></td> <td>0</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Densidad de roca</td> <td>Talón)</td> <td>2.65</td> <td>2.65</td> </tr> <tr> <td>Angulo de perforación</td> <td>Grados</td> <td>90</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table>														PARAMETROS DE VOLADURA				DESCRIPCION	UNIDAD	PRECORTE	PRODUCCION	Tipo Final	m	0	1.2	Longitud total de carga	m	0	0.8	Explosivo total por Taladro	kg	1.2	3.04	Volumen por taladro	m <sup>3</sup> /tal	0	10.08	Factor de carga	kg/m <sup>3</sup>	0	0.38	Densidad de roca	Talón)	2.65	2.65	Angulo de perforación	Grados	90	90
PARAMETROS DE VOLADURA																																																	
DESCRIPCION	UNIDAD	PRECORTE	PRODUCCION																																														
Tipo Final	m	0	1.2																																														
Longitud total de carga	m	0	0.8																																														
Explosivo total por Taladro	kg	1.2	3.04																																														
Volumen por taladro	m <sup>3</sup> /tal	0	10.08																																														
Factor de carga	kg/m <sup>3</sup>	0	0.38																																														
Densidad de roca	Talón)	2.65	2.65																																														
Angulo de perforación	Grados	90	90																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">GRAFICA DE UBINO DE CARGA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														GRAFICA DE UBINO DE CARGA																																			
GRAFICA DE UBINO DE CARGA																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">GRAFICA DE MALLA Y ACOMODAMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														GRAFICA DE MALLA Y ACOMODAMIENTO																																			
GRAFICA DE MALLA Y ACOMODAMIENTO																																																	
JEFE DE PERFORACION Y VOLADURA PEVOEX	SUPERVISOR SSOMA PEVOEX	RESIDENTE DE PROYECTOS PEVOEX	SUPERINTENDENTE DE PROYECTOS BNV	SUPERINTENDENTE DE YUMPAG BNV	SUPERVISOR DE SEGURIDAD																																												
NOMBRE :	NOMBRE :	NOMBRE :	NOMBRE :	NOMBRE :	NOMBRE :																																												
FIRMA :	FIRMA :	FIRMA :	FIRMA :	FIRMA :	FIRMA :																																												
FECHA :	FECHA :	FECHA :	FECHA :	FECHA :	FECHA :																																												



## 7.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA VOLADURA

PVX\_BNV\_OP\_F\_5

Rev. A

14.09.21

**BUENAVENTURA**

**PEVOEX**

REQUERIMIENTO DE MATERIALES			
NOTIFICACIÓN DE FRAGMENTACION N° 1			
Empresa	COMPañIA DE MINAS BUENAVENTURA		
Supervisor de Voladura		Registro N°	01
Área Voladura	AREA DE VOLADURA		
Tipo de Voladura	PLATAFORMA PARA PTARD		
Fecha		Hora de Inicio	12:00 P.M.
		Hora de Término	12:15 p.m.
MATERIALES A UTILIZAR			
Item	Tipo	Und	Cantidad
1	CAMONETA DE EXPLOSIVOS	Und	1.00
2	CAMON DE EXPLOSIVOS	Und	1.00
3	PERSONAL (VIGIAS)	Personas	5.00
4	RADIOS DE COMUNICACIÓN	Und	8.00
5	CONOS DE SEGURIDAD	Und	10.00
6	PALETAS DE PARE	Und	5.00
7	PLANO DE RADIO DE INFLUENCIA	Und	7.00
ACCESORIOS A UTILIZAR			
Item	Tipo	Und	Cantidad
1	EMULSION EMULNOR 5000 1-1/2"X12"	Kg	75.00
2	ANFO SUPERFAM 2	Bol	13.00
3	FANEL DUAL N°17 (6 MT) 80MS	Und	80.00
4	DETONADOR NO ELEC FANEL CTD 25MS (SMT)	Und	4.00
5	DETONADOR NO ELEC FANEL CTD 43MS (SMT)	Und	4.00
6	GUIA ENSAMBLADA GARMEX ICD; 2.1M (7 PIES)	Und	4.00
7	PENTACORD 3P	MT	500.00
JEFE DE PERFORACION Y VOLADURA PEVOEX		SUPERVISOR SSOMA PEVOEX	SUPERINTENDENTE DE PROYECTOS PEVOEX
NOMBRE :		NOMBRE :	NOMBRE :
FRMA :		FRMA :	FRMA :
FECHA :		FECHA :	FECHA :
SUPERINTENDENTE DE YUMPAQ BNV		SUPERVISOR DE SEGURIDAD BNV	
NOMBRE :		NOMBRE :	NOMBRE :
FRMA :		FRMA :	FRMA :
FECHA :		FECHA :	FECHA :

## 7.6. PANEL FOTOGRAFICO

Control Topográfico en acceso



Control topográfico en plataforma



Desbroce de Top Soil y roca suelta en acceso



Desbroce de Top Soil y roca suelta en plataforma



Marcado de malla de perforación en plataformas y accesos.



Perforación con equipo mecanizado hidráulico en acceso



Perforación con equipo mecanizado hidraulico en plataforma



Equipo de perforación manual neumatico (compresora, martillos, accesorios y barrenos integrales)



Perforación manual con martillos neumáticos en acceso



Taladros perforados con equipo mecanizado hidraulico en plataforma



Taladros perforados con martillo manual neumático en acceso.



Polvorín Secundario para accesorios de voladura



Transporte de accesorios de voladura en camioneta



Polvorín principal para explosivos y agentes de voladura



## Transporte de explosivos y agentes de voladura en camión



## Capacitación de personal en el proyecto

