

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“INFLUENCIA DE LA SOBUPERFORACIÓN EN TALADROS DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DEL PROYECTO QUECHER MAIN, YANACOCCHA CAJAMARCA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Kimberlyn Yessenia Novoa Villena

Dennis Anthony Salazar Boyd

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2018

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA DE MINAS**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Kimberlyn Yessenia Novoa Villena
- Dennis Anthony Salazar Boyd

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto quecher main, Yanacocha Cajamarca, 2017 para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Kimberlyn Yessenia Novoa Villena y Dennis Anthony Salazar Boyd para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto quecher main, Yanacocha Cajamarca, 2017

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán.

Jurado  
Presidente

---

Ing. Alex Patricio Marinovic Pulido.

Jurado

---

Ing. Oscar Arturo Vásquez  
Mendoza.

Jurado

## DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen de los Dolores, por fortalecer nuestra alma y espíritu, por las bendiciones que derraman sobre nosotros, la fuerza y el valor para vencer las adversidades y bendecirnos.

A mis padres, por ser quienes siempre confiaron en mí y son los pilares en mi formación, pues gracias a ellos, a su esfuerzo, apoyo y dedicación, he logrado ser una persona con valores éticos, morales y con convicciones.

A nuestros profesores, quienes me dieron una buena educación en conocimientos y valores y fueron los que impulsaron mis primeros pasos en la investigación.

Al Ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León por su gran apoyo, motivación y tiempo compartido para la elaboración y culminación de la presente tesis.

Kimberlyn Yessenia Novoa Villena

A Dios y al Dulce Nombre de Jesús por guiar nuestros pasos, cuidarnos, bendecirnos y darnos fortaleza para seguir adelante con humildad y sabiduría.

A nuestros padres por apoyarnos año a año e indicarnos el correcto camino para sacar adelante nuestra carrera y ser buenos profesionales, ya que ellos son nuestras bases para ser las personas que ahora somos.

A nuestro asesor, el Ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León pues, así como nuestros padres nos guiaron por el camino de la vida, nuestro asesor, con gran sabiduría nos guio por el camino de la responsabilidad y enseñanza.

A mi compañera Kimberlyn Novoa Villena por direccionarme. Ya que, este proyecto no ha sido sencillo de realizar, pero gracias a las ganas de querer apoyarnos mutuamente, se ha logrado con concluir satisfactoriamente. GPTyT.

Dennis Anthony Salazar Boyd

## AGRADECIMIENTO

A la compañía minera Yanacocha S.R.L. y al equipo de ingenieros que nos han apoyado con el suministro y comprensión de información, además del tiempo brindado

A mis padres, quienes siempre me han apoyado de manera incondicional y me han impulsado a ser un gran profesional con metas, convicciones y a mejor en todo y en cada paso.

A Anthony Salazar quien siempre me ha apoyado y ha compartido conmigo la ilusión de ver este gran proyecto terminado, así como el camino para verlo finalmente concluido.

A nuestro asesor, el Ingeniero Víctor Eduardo Álvarez León quien supo entender nuestra motivación, captar nuestras ideas y convertirlas en un proyecto con valor cognitivo y finalmente haciéndolo realidad.

Kimberlyn Yessenia Novoa Villena

Agradecemos a la compañía Minera Yanacocha S.R.L. y a todos los ingenieros involucrados por proveernos de información para así poder culminar la presente tesis.

También agradecemos a Dios por bendecirnos, darnos la vida y permitirnos salir adelante en esos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a nuestros padres y familiares, pues sin ellos esta tesis no fuera realidad ya que son los principales promotores de nuestra formación personal y profesional.

De igual manera a la Universidad Privada del Norte, por 5 años de enseñanza y valiosos conocimientos impartido por sus docentes, que hicieron que cada día pudiésemos crecer como profesionales.

Dennis Anthony Salazar Boyd

## Tabla de contenidos

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	52
1.3. Objetivos .....	53
1.4. Hipótesis .....	54
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>55</b>
2.1. Tipo de investigación .....	55
2.2. Materiales, instrumentos y métodos .....	56
2.3. Procedimiento .....	57
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
4.1. Discusión.....	73
4.2. Conclusiones.....	77
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Alteraciones y ensambles relacionados</i> .....	32
Tabla 2. <i>Códigos para mapeo en mallas de Producción</i> .....	33
Tabla 3. <i>Códigos para mapeo en mallas de procedimiento</i> .....	33
Tabla 4. <i>Cantidad de sulfuro en los fragmentos</i> .....	38
Tabla 5. <i>Tipo de material del blasthole</i> .....	44
Tabla 6. <i>Rango de valores de factor de seguridad</i> .....	49
Tabla 7. <i>Costos operativos asociados a la voladura en el banco QM-4040</i> .....	59
Tabla 8. <i>Costos operativos asociados a la sobreperforación en el banco QM-4040</i> .....	60
Tabla 9. <i>Costos operativos de voladura del banco QM-4030</i> .....	64
Tabla 10. <i>Costos operativos de perforación en el banco QM-4030</i> .....	66
Tabla 11. <i>Velocidad pico partícula del Banco QM-4040</i> .....	71
Tabla 12. <i>Velocidad pico partícula del Banco QM-4030</i> .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Malla de perforación para voladura de producción. a) Vista en 3 dimensiones. b) Vista en plano (una fila de taladros). (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007). .....	22
<i>Figura 2.</i> A) Pie de banco compresionado y b) Variación del VOD con la distancia. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007) .....	23
<i>Figura 3.</i> Piso elevado y desigual. Daños en la cresta de banco. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007).....	24
<i>Figura 4.</i> Daños en cresta y berma debido a sobreperforación. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007).....	25
<i>Figura 5.</i> Ubicación e identificación de mallas y taladros. (Jara & Roldán, 2017). .....	36
<i>Figura 6.</i> Material no plástico con alteración sílice. (Jara & Roldán, 2017) .....	40
<i>Figura 7.</i> Material no plástico con alteración sílice granular 2. (Jara & Roldán, 2017) .....	41
<i>Figura 8.</i> Material no plástico con alteración propilítica. (Jara & Roldán, 2017) .....	42
<i>Figura 9.</i> Materiales plásticos con alteración argílico avanzado. (Jara & Roldán, 2017) ...	43
<i>Figura 10.</i> Material plástico con alteración argilica. (Jara & Roldán, 2017).....	43
<i>Figura 11.</i> Blasthole de material ROM. (Jara & Roldán, 2017) .....	45
<i>Figura 12.</i> Blasthole de material Good Blend. (Jara & Roldán, 2017).....	46
<i>Figura 13.</i> Costos del proceso de voladura vs. N° de taladros en el Banco QM-4040. Elaboración propia, 2018.....	60
<i>Figura 14.</i> Costo unitario del proceso de voladura por taladro vs. N° de taladros en el Banco QM-4040. Elaboración propia, 2018.....	60
<i>Figura 15.</i> Costos del proceso de perforación vs. N° de taladros en el Banco QM-4040. Elaboración propia, 2018.....	61
<i>Figura 16.</i> Costo unitario del proceso de perforación por taladro vs. N° de taladros QM-4040. Elaboración propia, 2018.....	62
<i>Figura 17.</i> Costos del proceso de voladura vs. N° de taladros en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.....	65
<i>Figura 18.</i> Costo unitario del proceso de voladura por taladro vs. N° de taladros en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.....	65
<i>Figura 19.</i> Costos del proceso de perforación vs. N° de taladros en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.....	66
<i>Figura 20.</i> Costo unitario del proceso de perforación por taladro vs. N° de taladros en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.....	67
<i>Figura 21.</i> Proceso de pre-voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017) .....	68
<i>Figura 22.</i> Proceso de voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017) ....	69
<i>Figura 23.</i> Proceso de pos-voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017) .....	69
<i>Figura 24.</i> Proceso de pre-voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017) .....	70
<i>Figura 25.</i> Proceso de voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017) ....	70
<i>Figura 26.</i> Proceso de voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017) ....	71



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Mine, Yanacocha Cajamarca, 2017. Se desarrolló una investigación de tipo no experimental, aplicada, transversal y explicativa causal. La población estuvo conformada por todos los taladros de producción del Proyecto Quecher Mine de la Minera Yanacocha, mientras que la muestra la conformaron 403 taladros de producción. Los resultados indicaron que la longitud perforada y el explosivo adicional asociado a la sobreperforación generan un 28% más del costo del proyecto, por lo que sí influye en la reducción de costos operativos. De igual manera, la sobreperforación y la voladura, en terrenos suaves del Proyecto Quecher Mine, afecta la fragmentación del material, dificultando la entrada de la maquinaria y, por consiguiente, la recuperación del material, derivándose en un mayor costo y tiempo. También se determinó, en cuanto a las vibraciones, que el tipo de detonador y explosivo utilizado ya sea pirotécnico o electrónico, afecta las vibraciones del área.

**Palabras clave:** Quecher Main, sobreperforación, terreno suave, taladros de producción, fragmentación, recuperación del material, vibración.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día, la minería se enfrenta a muchos retos para llegar a ser un proceso eficiente y obtener los resultados económicos deseados. Uno de los aspectos que más afecta la industria minera, son los costos operativos durante las operaciones de exploración-producción.

El control de gastos en una empresa es un tema del cual se habla mucho en estos tiempos de crisis, pero el problema es que el análisis de gastos no solo se debe de realizar en tiempos de riesgo, sino es una estrategia financiera que se debe aplicar día con día para conseguir beneficios permanentes y con ello evitar el despilfarro que prevalece en muchas compañías.

El éxito de una empresa no se basa en cuánto ingresa a esta, sino más bien, en cuanto se deja de gastar. Por lo que la manera más sencilla de incrementar las ganancias es reduciendo sus gastos.

La actualidad de este mundo demanda la ejecución de una minería moderna, optimizando los procesos y aplicando técnicas de vanguardia de nuevos estándares de explotación en las operaciones de perforación y voladura cuyo objetivo es exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos en la empresa, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las principales operaciones unitarias, como perforación y voladura, asegurando de esta manera el éxito de todo ciclo de minado.

Esto asegura una operación económicamente más rentable, permite tener un orden y estandarización de las operaciones e intensifica la seguridad en los trabajos. Sumándose a ello un cambio y compromiso del personal por mejorar el desempeño de su trabajo.

Según (Minera, 2016) el 90% de los ingresos por exportación minera en Bolivia se destina a cubrir las actividades de operación y el 8% va destinado al Estado por concepto de regalías e impuestos, quedando como utilidad real 2%, y que, sumado a los altos costos de operación, hacen insostenible el mercado. Ante esa situación, algunas minas, como la mina San Cristóbal, han decidido bajar sus costos operativos específicamente en energía y reciclaje de agua.

Según (Pacahuala, 2015), en el 2014, en la mina Volcán incrementaron los costos operativos en un 12% (US\$ 64/TM) respecto al 2013 (US\$ 57/TM). Expone que la causa de este aumento se debe primordialmente a problemas detectados durante las operaciones de perforación y voladura, como lo son el incumplimiento del diseño de malla de perforación, deficiencias en el modo de perforación, deficiencias en el secuenciamiento de los tiempos de retardo en la malla de voladura, inadecuada columna explosiva, mala distribución de la carga explosiva y voladura secundaria.

### **Minera Yanacocha**

Según información del proyecto Yanaacocha (Yanacocha M. , 2015), esta mina fue constituida en enero de 1992. La participación accionaria está conformada de la

siguiente manera Newton Second Capital Corporation 51.35%, Compañía Minera Condesa S.A. 43.65% y Corporación Financiera (IFC) 5.0%. Es la mina de oro más grande de Sudamérica, se encuentra ubicada en la provincia y departamento de Cajamarca a 800 kilómetros al noreste de la ciudad de Lima, Perú. Su zona de operaciones está a 45 kilómetros al norte del distrito de Cajamarca, entre los 3500 y 4100 metros sobre el nivel del mar.

Actualmente en la operación se desarrollan siete tajos: Yanacocha, Tapado Oeste, Tapado Oeste Layback, La Quinoa Sur, Maqui Maqui, Cerro Negro y Chaquicocha. Incluyen las actividades de cateo y prospección, exploración y explotación se realizan en un área de 59 897 hectáreas. Las 394 concesiones mineras de la empresa cubren un área total de 271 647 hectáreas de terreno. El mineral de estas zonas es extraído mediante un proceso secuencial de perforación, voladura, acarreo y transporte, para luego ser distribuido a las operaciones de lixiviación en pilas y de molienda (denominada Gold Mill). El material de lixiviación se coloca directamente en las cuatro pilas contiguas a los tajos en mención. No requiere de molienda o tratamiento previo por ser oxidado y de fácil percolación, con resultados de recuperación eficientes. La lixiviación se realiza con concentraciones bajas de cianuro y, luego del riego, se recoge la solución en pozas contiguas a las pilas.

La producción de oro en 2015 fue de 918000 onzas frente a las 970000 onzas producidas en 2014. La producción de plata fue de 447000 onzas frente a las 574000 onzas producidas en 2014. El mineral descargado en las pilas de lixiviación en 2015 (33,2 millones de toneladas métricas secas) fue mayor que el descargado en 2014 (29,7

millones de toneladas métricas secas) debido a la mayor extracción de mineral en Cerro Negro, Tapado Oeste, Maqui Maqui, Chaquicocha y al inicio del minado de Yanacocha Layback. La producción de oro en los PAD fue mayor (406 000 onzas frente a 330 000 onzas de 2014), gracias a una reducción de inventario en los PAD a inicios de 2015, en comparación con el año 2014 (327 000 onzas a inicios de 2015 y 265 000 onzas a inicios de 2014). La producción de oro en el Gold Mill disminuyó (512 000 onzas versus 640 000 onzas de 2014), debido a la menor ley procesada.

Entre las actividades de la minera está el proyecto integral, creado para maximizar el valor de los recursos potenciales de la Minera Yanacocha mediante la sinergia entre proyectos, el uso de instalaciones de superficie actuales, el uso de nuevas tecnologías y el análisis de opciones de procesamiento de mineral complejo en forma integrada. Los proyectos y sus extensiones en evaluación se ubican dentro del área de Operaciones de la mina. En el proyecto integral se encuentra el proyecto Quecher Main, el cual representa la expansión norte del actual tajo Chaquicocha (un depósito de 1.8 millones de onzas de oro), con un perfil de producción sobre las 200 mil onzas hasta el 2027. Sin embargo, según declaraciones de la Minera en la Revista Proactivo (2018), se está buscando modificar el modelo de operación actual y realizar cambios drásticos para reducir los costos y alcanzar los objetivos, apuntando a reducir los costos un 10% en los próximos 3 años.

#### **1.1.1. Sobreperforación**

La sobreperforación se define como la profundidad a la que se perforará un barreno por debajo del nivel de piso propuesto con el fin de garantizar que la explosión proporcione la fragmentación deseada. Sin embargo, según Ortiz,

Canchari y Postigo (2007), este procedimiento incrementa los costos de perforación y voladura debido a la mayor longitud perforada y explosivo adicional requerido, produce alta vibración sísmica por mayor carga explosiva detonada, desestabiliza las bermas y el talud general y se genera pérdida de eficiencia en el equipo de perforación porque requiere mayor tiempo de perforación para atravesar la altura perturbada “J” del banco inferior. Los autores afirman que en el Perú se perforan y disparan anualmente en las operaciones a cielo abierto, más de 460 millones de toneladas de mineral y estéril que requieren un mínimo de 1.1 millones de metros de sobreperforación y 36 millones de kilos de explosivos a un costo total de US \$ 26 millones en gastos por sobreperforación. Por esta razón, es de interés en la presente investigación determinar la influencia de la sobreperforación en la reducción de costos operativos aplicada en terrenos suaves en el Proyecto Quecher Main, Mina Yanacocha Cajamarca, 2018.

(Guzmán&Hidalgo, 2016). Gestión de costos en explotación minera subterránea de la mina “la Maná”, Quito. Para optar el título de Ingeniero de Minas, en la Universidad Central Del Ecuador. Realizar la gestión financiera de las actividades mineras enfocado en proyectos inmersos en el Régimen de Pequeña Minería, para puntualizar el costo de cada actividad o proceso y posteriormente identificar con facilidad los elementos de los procesos en los que se deben apuntar los estudios para la optimización técnica y económica de los mismos. En la aplicación de este nuevo modelo de gestión de costos en la mina subterránea La Maná, se pudo identificar los elementos y actividades que generan mayor

Influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto quecher main, Yanacocha Cajamarca, 2017  
costo en el proceso productivo, lo que permitió realizar una reducción de ineficiencias puntualmente sobre estas actividades.

(Taufic, Bochori, & Waluyo, 2017) en su investigación Diseño de voladura sin sobreperforación en rocas calizas para optimizar la fragmentación y el costo de voladura, en la Universidad de Sriwijaya de Indonesia, para optar al grado de ingeniero de minas. Como el título lo indica, su objetivo fue diseñar el proceso de voladura sin sobreperforación en rocas calizas con el fin de optimizar la fragmentación de las mismas y el costo de voladura. En general, un buen diseño de voladura debe contemplar la perforación secundaria para evitar los dedos. En este caso de estudio la sobreperforación no fue necesaria debido a la presencia de muchas grietas causadas por la intrusión de basalto. La geometría de voladura que se aplicó a la explosión produjo una fragmentación de voladura que, por lo general, es relativamente pequeña (<60 cm) pero aún con algunos cantos rodados (> 60 cm) que causó el sistema de carga donde la energía se concentraba en el fondo. Basado en la observación de campo la operación de voladura y la productividad de la excavadora que se utilizó se modificaron la geometría de voladura y el tipo de explosivo para optimizar fragmentación de la productividad de la excavadora utilizada. Se eliminó la perforación secundaria y se cambió el sistema de carga de explosivos desde la carga del coloso hasta la carga de la plataforma (incluyendo la cantidad de explosivos y el detonador). Se obtuvo como resultado una disminución del porcentaje de roca del 50.25% que es de 9.71% a 4.83% y el aumento de productividad de la excavadora de hasta 36.10%

Influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto quecher main, Yanacocha Cajamarca, 2017 de 1.479 ton / hora a 2.013 ton / hora, así como una reducción del costo de voladura de hasta 17.18% de Rp 3,456 / ton a Rp 2,862 / ton.

(Umaña, 2014). Realizó el trabajo Reducción y optimización de costos operativos en perforación y voladura minera Yanaquihua S.A.C.E.E. ADGEMINCO S.A.C. Para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. La investigación posee como objetivo principal Reducción de los costos operativos de perforación y voladura en la Minera Yanaquihua SAC. Se han estudiado dos variables, la variable independiente (Estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura) y la variable dependiente (Optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura). El tipo de investigación es descriptiva y no experimental. A través de la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura, se logró reducir el 7% del costo unitario de mina, 1.51 dólares/TM, que quiere decir una reducción de 108 720 dólares al año. En voladura la reducción del costo es 0.28 dólares/TM es decir una reducción del costo de 20160 dólares al año. También la reducción total en costos operativos para la optimización de las operaciones unitarias de minado y por los ahorros en la eliminación de la voladura secundaria y el incremento en la vida de los aceros de perforación ascienden a un monto de 1 488 000 dólares al año.

(Correa & Iparraguirre, 2016) realizaron la investigación titulada Reducción de costos operativos mediante la estandarización de malla de perforación – voladura, para labores horizontales: sección 4.0 m. x 4.0 m., Mina Socorro –



Uchucchacua. Para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. Tiene como objetivo principal Reducción de costos operativos, mediante la estandarización de malla de perforación y voladura en secciones 4.0 m. x 4.0 m. Se analizaron los resultados y se profundizó en el análisis económico, luego detectaron ventajas tecno-económicas del nuevo diseño de malla de perforación y voladura para sección 4.0 m. x 4.0 m. con perforación de 14 pies, a diferencia al diseño de malla con el que se venía trabajando en Mina Socorro – Uchucchacua. Obteniendo finalmente que el nuevo diseño de malla de perforación y voladura en avance lineal nos da como resultado 3.34 m. en comparación con los 2.92 m. que era el anterior avance lineal, concluyendo que la eficiencia aumento en 10%.

La sobreperforación se introdujo dentro de los procesos en mina, para evitar pisos altos y desiguales, y mejorar la fragmentación. Pues ellos dificultan disparos posteriores e incrementan los costos de carguío y acarreo.

Según (Mwafulirwa, 2014), la sobreperforación es necesaria durante la voladura de una roca masiva donde no existe un plano horizontal adecuado para mantener la pendiente del piso. En rocas como el granito, la sobreperforación es imprescindible para mantener el nivel sin el cual se eleva el piso. La cantidad aceptada de sobreperforación en la práctica de minería de superficie es un tercio (1/3) de la carga, sin embargo, en algunas operaciones puede oscilar entre 0,2 y 0,5 veces la carga, pero 1/3 de la carga es una medida aceptable.

La perforación secundaria también puede calcularse de 5 a 8 veces el diámetro del orificio, pero el ingeniero debe tener en cuenta que una perforación excesiva provoca un aplastamiento del banco de abajo y esto dificulta la perforación y, en general, requiere un desbroce adicional para contener la explosión posterior en sitio.

Desde otro ángulo, el exceso de energía de la sobreperforación no tiene a dónde ir, por lo tanto, se convierte en energía desperdiciada y también crea vibraciones adicionales en el suelo. Los efectos negativos de la sobreperforación se controlan al compensar los agujeros de un banco por la mitad ( $1/2$ ) del espaciado y la mitad ( $1/2$ ) de la carga al diseñar el siguiente banco.

En la minería del carbón, cuando se destruye la sobrecarga es común y apropiado usar una sobreperforación negativa; donde el taladro se detiene por encima del carbón para evitar la pérdida de carbón y multas excesivas.

(Kwaku, 2018) La sobreperforación es el término que define la profundidad a la que se perforará un barreno por debajo del nivel de piso propuesto, para garantizar que la explosión proporcione una fragmentación adecuada. Este proceso es necesario debido a la naturaleza de la rotura de rocas; cuando el explosivo detona la roca, la parte inferior del barreno es el más difícil de romper, ya que está más confinado. Es recomendable taladrar a una profundidad de al menos 0,3 a 0,5 veces la carga por debajo de la elevación deseada para aumentar

la magnitud de la tensión de tracción en el nivel del suelo. La sobreperforación variará según el tipo de roca.

(Arshad, 2009) Sí la sobreperforación es pequeña, la roca no se cortará por completo a nivel del piso, lo que provocará la aparición de punteras y un aumento considerable en los costos de carga. Sin embargo, si la sobreperforación es excesiva, ocurrirá lo siguiente:

- Un aumento en los costos de perforación y voladura.
- Un aumento en el nivel de vibración.
- Excesiva fragmentación en la parte superior del banco subyacente, que causa problemas de perforación del mismo y afecta la estabilidad de la pendiente en las zonas finales del tajo abierto.
- Aumento en el riesgo de cortes y sobreexposición, ya que el componente vertical del desplazamiento de la roca se acentúa.

Con el fin de reducir la longitud sobreperforada, se recomiendan explosivos que den una alta concentración de energía por unidad de longitud en la parte inferior de la carga y la perforación de barrenos inclinados. Para barrenos verticales cuando un banco es masivo, la distancia de sobreperforación sugerida por (Kwaku, 2018) y (Arshad, 2009) debería ser aproximadamente igual al 30% de la carga. (Arshad, 2009), por otro lado, propone que la distancia perforada del agujero a la elevación del dedo (la distancia de sobreperforación) debe ser igual a 8 diámetros.

(Mishra, 2009) Una sobreperforación efectiva óptima depende de:

- La formación estructural.
- Densidad de la roca.
- Tipo de explosivo.
- Diámetro e inclinación del voladizo.
- Carga efectiva.
- Ubicación de los iniciadores en la carga.

Por lo general, se calcula a partir del diámetro del orificio de la explosión cuando se perforan orificios de explosión vertical. La sobreperforación de la primera fila alcanza un valor de 10D a 12D. Aproximadamente el 10% de la sobreperforación brinda mejores resultados de fragmentación en la masa rocosa y menor vibración del suelo. En general, debe ser 0.3 veces la carga. Bajo diferentes condiciones de los dedos, la sobreperforación puede ser de hasta el 50 por ciento de la carga. La perforación excesiva de causa más vibraciones, bajo fracturamiento en la parte inferior y condiciones deprimidas del piso. Debe evitarse ya que:

- Aumenta el gasto de perforación y explosivos.
- Aumenta el nivel de vibración del suelo.
- Puede causar la destrucción indeseable del piso de la fosa.
- Aumenta el movimiento vertical de la explosión.

(Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007) En la malla de taladros de producción de una operación minera superficial, la sobreperforación es parte del taladro de perforación y su uso es necesario para evitar o reducir al mínimo los pisos altos en los frentes de avance de los bancos y para mejorar el rendimiento del equipo de excavación, facilitando la operación segura y eficiente del cargador y del

transportador. Todo taladro de producción lleva en el fondo como sobreperforación, entre 8 a 12% de su altura neta de rotura o altura de banco.

No obstante, la sobreperforación incrementa los costos de perforación y voladura debido a la mayor longitud perforada y explosivo adicional requerido, produce alta vibración sísmica por mayor carga explosiva detonada, aumento de las vibraciones dentro y fuera del tajo, desestabiliza las bermas y el talud general y se genera pérdida de eficiencia en el equipo de perforación carguío, acarreo, y chancado porque requiere mayor tiempo de perforación para atravesar la altura perturbada “J” del banco inferior.

### **Beneficios de eliminar la sobreperforación**

Eliminar la sobreperforación del taladro de producción y del explosivo que ella lleva resultará en menor costo de perforación y voladura, originando, además, otros beneficios como:

- Eliminación de pisos altos en los frentes de avance del banco.
- Incremento de la estabilidad de taludes de progreso y del talud final por disminución de la perturbación del frente de avance y de la intensidad de vibración del disparo.
- Eliminación del fracturamiento de la cresta y piso del banco inferior, incrementando el rendimiento del equipo de perforación.
- Disminución de ruido, polvo y vibraciones en el área.
- Mejoramiento de la fragmentación del material disparado.

En el Perú se perforan y disparan anualmente en las operaciones a cielo abierto, más de 460 millones de toneladas de mineral y estéril que requieren un mínimo de 1.1 millones de metros de sobreperforación y 36 millones de kilos de

explosivos a un costo total de US \$ 26 millones en gastos por sobreperforación.

La eliminación de la sobreperforación es un avance significativo en la economía y seguridad de las operaciones mineras superficiales. Originará otros beneficios como mayor estabilidad de taludes, menores niveles de vibraciones, ruido y polvo, pisos estables sin roturas, lo que permitirá incrementar la velocidad de perforación, bermas con crestas estables que incrementará el ángulo de los taludes finales y de progreso. Mantendrá pisos horizontales y a nivel en frentes de avance, mejorará la fragmentación del material y reducirá el movimiento ascensional de la masa rocosa disparada, evitando tiros cortados.

La Figura 1 presenta la configuración actual de la perforación de banqueo en una operación minera superficial. Los taladros, generalmente, son verticales y se ubican en los vértices de la malla de diseño. La sobreperforación “J” se corre debajo del nivel del banco.

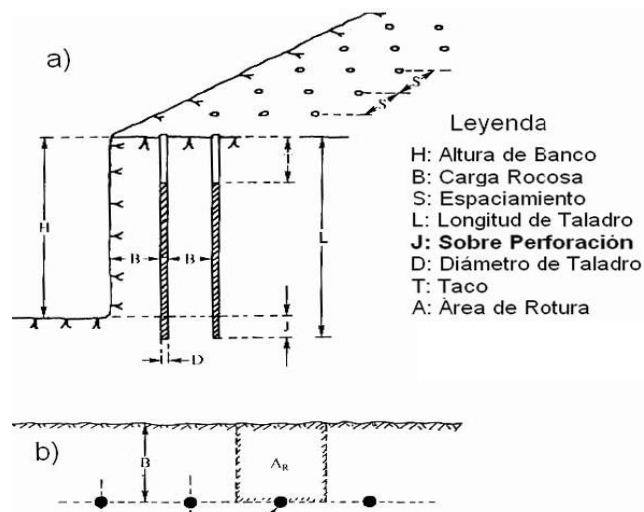


Figura 1. Malla de perforación para voladura de producción. a) Vista en 3 dimensiones. b) Vista en plano (una fila de taladros). (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007).

La sobreperforación se introdujo para evitar pisos altos y desiguales y mejorar la fragmentación. Pisos altos y mala fragmentación dificultan disparos posteriores e incrementan los costos de carguío y acarreo. Pisos altos son causados entre otros, por confinamiento del pie de banco (Figura 2a). Para romper este piso, debe agregarse más energía (presión de detonación,  $p_e$ ), o más volumen de explosivos para lo cual se prolonga el taladro por debajo del piso del banco. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007) indica que la longitud “J” de sobreperforación, debe ser igual a la distancia en que el VOD del explosivo alcanza su máximo nivel estable desde su punto de detonación (Figura 2b). La presión de detonación “ $p_e$ ” es proporcional al cuadrado de la velocidad de detonación  $p_e \propto (VOD)^2$  y en la curva de la Figura 2b este nivel máximo estable según (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007), se alcanza a una distancia mínima de  $6D$  donde  $D$  es diámetro del taladro. Por seguridad se agrega  $2D$  con lo que se tiene:  $J = 8D = 0,3 B$ .

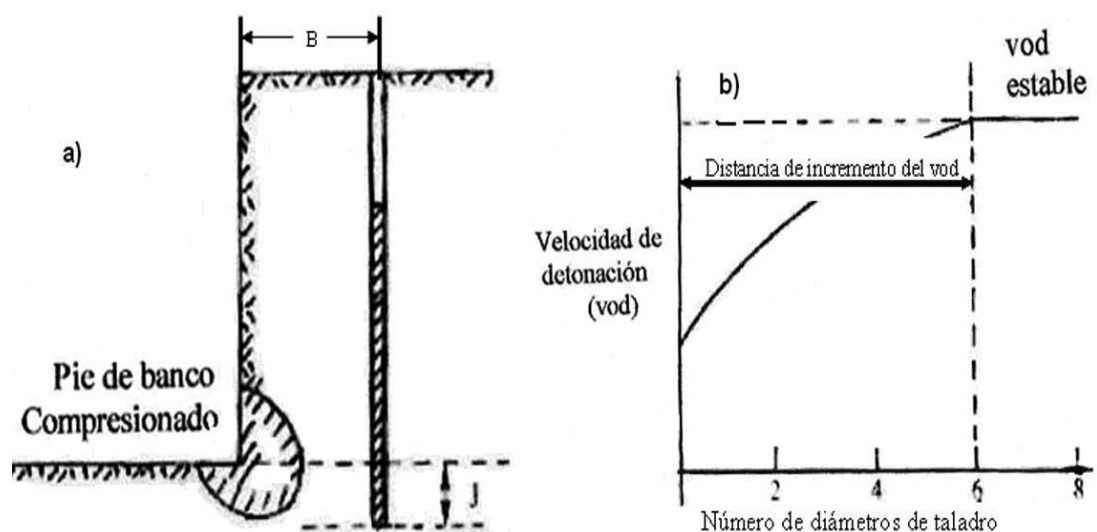
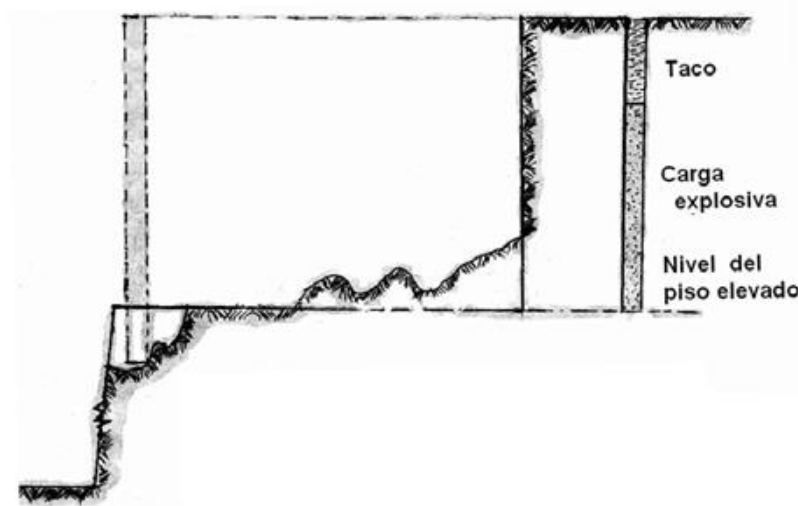


Figura 2. A) Pie de banco compresionado y b) Variación del VOD con la distancia. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007)

### Consecuencias negativas de la sobreperforación “J”

- Se producen daños en crestas, pisos de bancos y bermas de protección (Figuras 3 y 4).
- Se acentúa el movimiento vertical en el taladro, incrementando los tiros cortados y el exceso de rotura en taludes y cresta de bancos.
- Se incrementa las vibraciones, el ruido y polvo en el área de influencia.
- Obliga a disminuir el ángulo del talud.



*Figura 3.* Piso elevado y desigual. Daños en la cresta de banco. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007)



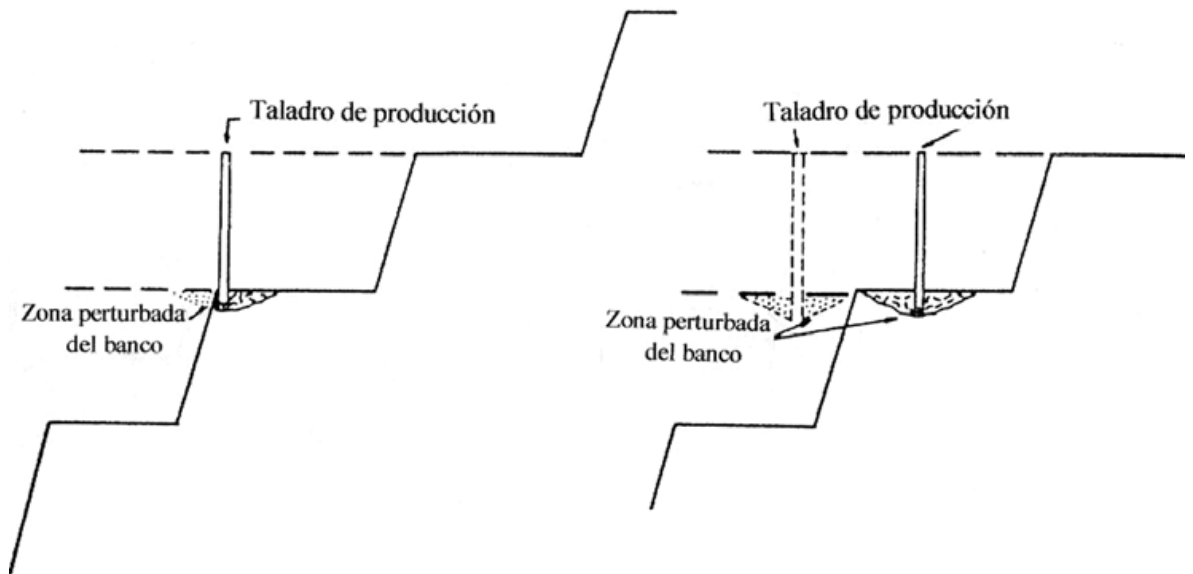


Figura 4. Daños en cresta y berma debido a sobreperforación. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007)

## Perforación

(Gómez, 2012) La perforación de las rocas en el campo de la voladura es la primera operación unitaria que se realiza en la actividad minera; tiene como propósito abrir unos **huecos** (taladros), en una **distribución geométrica** adecuada en los **macizos rocosos** para su posterior arranque, aquí se alojará el explosivo y los accesorios de los sistemas de iniciación a usar.

## Condiciones de perforación

Para conseguir una voladura eficiente la perforación es tan importante como la selección del explosivo, por lo que este trabajo debe efectuarse con buen criterio y cuidado.

El Manual Práctico de Voladura de EXSA menciona que la calidad de los taladros a ser perforados está determinada por cuatro condiciones:

- Diámetro

- Longitud
- Rectitud
- Estabilidad (pag. 81)

### **Fallas de perforación**

- Fallas de perforación en taladros de mayor diámetro

En bancos pueden ser errores de espaciamiento entre taladros, desviación, irregularidades en diámetro interior por terreno suave o incompetente, caída de detritos y errores de sobreperforación (normalmente entre 10 a 12% bajo el nivel del piso del banco).

- Fallas de perforación en taladros de pequeño diámetro en subsuelo. Los errores son significativos, especialmente si afectan el arranque del disparo: En arranques insuficiente diámetro, desviación en el paralelismo, espaciamientos irregulares entre taladros, la irregular longitud de taladros, intercepción de taladros y mayor número de taladros que los necesarios. (pag. 83)

### **Voladura**

(Gómez, 2012) La teoría de la voladura es quizás una de los más interesantes, que provoca pensamientos, retos, y áreas controversiales en nuestra industria. Esto abarca muchas áreas en la ciencia de la química, física, termodinámica, interacciones de la onda de choque, y la mecánica de rocas. En términos generales, el fracturamiento de la roca mediante explosivos involucra la acción de un explosivo y la respuesta de masa rocosa circundante dentro del dominio de la energía, tiempo y masa.

### **Voladura de rocas**

(Cruzado & Díaz, 2017) Se entiende por voladura de rocas en superficie, a los trabajos de explotación en bancos de canteras y tajos abiertos, obras de ingeniería civil y vial como: excavaciones, canales, zanjas, cortes a media ladera y trabajos especiales como rotura secundaria de pedrones, demoliciones y voladuras controladas pero fundamentalmente se concreta en bancos. (Pág. 18)

### **Condiciones para una voladura de rocas:**

(Cruzado & Díaz, 2017) Existe una serie de factores o variables que intervienen directa o indirectamente en la voladura que son mutuamente dependientes o que están relacionados uno u otro; unos son controlables y otros no son controlables, por ejemplo las variables de diseño, de perforación o del explosivo a emplear, mientras que no podemos modificar la geología o las características de la roca. Para facilidad de interpretación se resume a estos factores afines en grupos, que suelen denominarse variables, factores, parámetros o condiciones fundamentales que comprende. (pág. 26)

### **Propiedades físicas**

- **Dureza:** Indica aproximadamente la dificultad de perforar el cuerpo rocoso.
- **Tenacidad:** Indica aproximadamente la dificultad de romperse bajo el efecto de fuerza de compresión, tensión e impacto, variando entre los rangos de friable (fácil), intermedia a tenaz (difícil).

- **Densidad:** Indica aproximadamente la dificultad para volarla y varía entre 1.0 a 4.5 g/cm<sup>3</sup> en promedio. Rocas densas requieren también explosivos y rápidos para romperse. Densidad = peso/volumen (g/cm<sup>3</sup>)
- **Textura:** Forma de amarre de los cristales o granos y su grado de concentración o cohesión, también relacionada con su facilidad de rotura.
- **Porosidad:** Proporción de poros u oquedades y su capacidad de captar agua.
- **Variabilidad:** Las rocas no son homogéneas en su composición y textura, tiene un alto índice de anisotropía o heterogeneidad

### Terrenos suaves

Según Huayhua (s.f) una roca es suave o incompetente cuando se deforma al ser sometida a un esfuerzo lateral, no pudiendo soportar ni levantar la carga superior. Está formado por fragmentos de granos gruesos o finos o una mezcla de ambos tamaños. El conocimiento del tipo de terreno es crucial para determinar el tipo de sostenimiento, el cual, en este caso, debe ser pesado. Mientras más fino es el fragmento, mayores serán presiones.

#### 1.1.2. Costos operativos

(Pacahuala, 2015) asevera que son los costos suscitados continuamente por el respectivo funcionamiento y operación de una empresa, los cuales están íntimamente vinculados a la producción, por lo que pueden clasificarse en costos indirectos o fijos y costos directos o variables.

(Palma & Palma , 2013) estipulan que son todos los rubros en unidades monetarias en los que la compañía incurre para la elaboración, comercialización

de un bien o prestación de un servicio en un periodo determinado. Así mismo, agregan que planificar y presupuestar de manera efectiva y realizar una medición constante de los costos durante la ejecución de un proceso de venta de un bien o servicio generarán resultados positivos para la organización, ya que son herramientas que ayudarán a maximizar la ganancia neta para los accionistas.

### **Costo**

(Quispe, 2015) Explica que la ubicación, el registro y la clasificación de gastos para calcular el costo de producción se convierten en los recursos perdidos o sacrificados para lograr algún propósito estipulado. De esta manera, explica que el costo hace referencia a la concesión o sacrificio de determinados recursos a miras de conseguir el objetivo que se ha planeado, que comúnmente es medido mediante unidades monetarias que deben cancelarse por los servicios y los bienes.

### **Costos operativos fijos**

(Rodríguez, 2004) asegura que se habla de costos operativos fijos cuando se trata de un coste operacional que no tiende a variar, independientemente del nivel de producción aumente o disminuya, este coste no variara. Por ejemplo, el alquiler del local.

### **Costos operativos variables**

Según (Rodríguez, 2004) los costos operativos variables son aquellos costes que dependen del nivel de producción que la empresa tenga, pues si la producción aumenta, el costo operativo variable también y del mismo modo si disminuye. Por ejemplo, antes un aumento del nivel de producción es más seguro de que se necesite más mano de obra lo que conlleva a que exista más sueldo a pagar por las horas extras.

### **Valoración de los costos**

Además, (Gómez, 2012) Teniendo en cuenta las condiciones organizativas y posibilidades objetivas de las empresas, las técnicas de valoración de los costos de producción que pueda aplicarse se dividen en:

- **Costos Reales**, Estas técnicas presuponen el registro de los gastos y cálculo de los costos en la cuantía en que realmente tuvieron lugar, limitando las posibilidades de un análisis comparativo al no contar con una base normativa adecuada. Se aplican sólo en los casos que no sea posible predeterminar el costo, mediante estimados o estándar
- **Costos Predeterminados**, son aquéllos que se calculan antes de comenzar el proceso de producción de un artículo o de prestación de un servicio; y según sean las bases que se utilicen para su cálculo, se dividen en Costos estimados y Costos estándar. Cualquiera de estos tipos de costos predeterminados puede operarse en base a órdenes de producción, de procesos continuos, o de cualquiera de sus derivaciones.

- **Costos Estimado**, indica lo que podría costar un artículo o grupo de artículos con un grado de aproximación relativo, ante la inexistencia de normas que permitan calcularlo con absoluto rigor. El costo real debe compararse con el estimado y ajustarse contra el primero. Tiene como objetivo conocer de forma aproximada cual puede ser el costo de producción, sirviendo de base para la valoración de las existencias en proceso y la producción terminada, entregada y realizada.
- **Costos Estándar**, constituye la técnica más avanzada de los costos predeterminados. Para su establecimiento se requiere una rigurosa base normativa en los aspectos metodológicos y organizativos, así como una confiabilidad y exactitud en los datos que se utilicen para su cálculo.
- **Costos Directos**, son los que se identifican plenamente con el proceso productivo, por ejemplo, mano de obra y materiales estrechamente ligados a la producción. en otras palabras, si no hay producción no debe gastarse recursos en este rubro. Ejemplo: dinamita, fulminante, perforista, ayudante, ligados directamente con la operación, sin ellos no se podría tener avance.
- **Costos Indirectos**, son los relacionados con mano de obra y materiales, es decir, no están estrechamente ligados a la producción, o sea que se produzcan o no los bienes o servicios, estos gastos siempre se realizan: si se habla del sueldo de administrador, de la secretaria, de la gerencia etc. éstos no están relacionados directamente con la producción.

### 1.1.3. Alteraciones

Según (Jara & Roldán, 2017) todas las rocas sufren procesos de cambios a los que se les denomina alteración, las zonas alteradas se diferencian por su contenido y para desarrollar las mallas y los polígonos de cada área en los diferentes tajos se toman en cuenta los estudios y análisis que se han realizado en los bancos superiores de los taladros de perforación.

También expone que para cuestiones de mapeo para clasificación y carga en el sistema, se definirá la alteración predominante en los fragmentos, por ejemplo, si el blasthole presenta una combinación de dos tipos de alteraciones, se mapeará la alteración predominante y se agregará un breve comentario de la alteración menor indicando el porcentaje que está presente.

Por su parte, cada tipo de alteración tiene un ensamble mineralógico característico como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.  
*Alteraciones y ensambles relacionados.*

<b>Alteracion</b>	<b>Ensamble</b>
Silice Masiva	Silice
Silice Granular	Silice
Argilico Avanzado	Dikita-caolinita-pirofilita-diaspora-alunita-silice
Argilico	Caolinita-Dikita-Illita-Esmectita-Hallosita
Propilitico	Epidota-clorita-albita-calcita-pirita

Nota: (Jara & Roldán, 2017)

La coloración del material es importante para determinar el tipo de alteración (pero no determinativo). Las alteraciones propilíticas muestran coloraciones verdosas debido a la clorita, el ensamble característico es Epidota-clorita-calcita-pirita, es común encontrar los minerales frescos o semi alterados.



Para realizar la clasificación e identificación de los materiales; se encuentra, comúnmente, relacionadas las coloraciones opacas con la sílice masiva. Mientras tanto que las blanquecinas a ligeramente rojizas (presencia de óxidos) son propios de la alteración sílice granular o sílice suave a argílico avanzado. La coloración plomiza oscura es propia de la alteración argílica (presencia de sulfuro, mayormente pirita). Además, hay que tener en cuenta que esta característica es repetitiva en los tajos, pero no son determinativas, hay que estar al tanto de cualquier cambio mineralógico y tener presente el ensamble que caracterice a cada tipo de alteración.

Tabla 2.  
Códigos para mapeo en mallas de Producción.

Clasificación	Símbolo	Color de Lapiz	Código
Sílice Masiva		Azul	Bicolor
Sílice Granular 2		Magenta	759
Sílice Granular 3		Rosado	743
Argílico Avanzado		Azul	Bicolor
Clay 2		azul	Bicolor
Argílico		Amarillo	735
Propilitico		Verde	738
Propilitico - Duro		Verde	738
ROOM		Gris	Lapiz
GOOD BLEND		Gris	Lapiz
BAD BLEND		Gris	Lapiz

Nota: (Jara & Roldán, 2017)

Tabla 3.  
Códigos para mapeo en mallas de procedimiento.

Clasificación	Shape de Dureza	Símbolo	Color de Lapiz	Código
Sílice Masiva Muy Dura	DURO		Azul	Bicolor
Sílice Masiva Dura	DURO		Azul	Bicolor
Sílice Masiva Suave	DURO		Rojo	Bicolor
Sílice Granular 2 Dura	MEDIO		Magenta	759
Sílice Granular 2 Suave	MEDIO		Magenta	759
Sílice Granular 3	SUAVE		Rosado	743
Argílico Avanzado Duro	MEDIO		Azul	Bicolor
Argílico Avanzado Suave	MEDIO		Anaranjado	737
Clay 2 Duro	MEDIO		azul	Bicolor
Clay 2 Suave	MEDIO		Anaranjado	737
Argílico	SUAVE		Amarillo	735
Propilitico	MEDIO		Verde	738
Propilitico - Fresco	DURO		Verde	738

Nota: (Jara & Roldán, 2017)

También se debe determinar la plasticidad del material triturado. Si el material no es plástico, este pertenece a alteraciones propilíticas y/o silíceas, por el contrario, si el material es plástico, está comprendido dentro de las alteraciones argílicas, argílico avanzado. La plasticidad es por el contenido de arcillas de alteración hidrotermal (Alunita, dickita, pirofilita, esmectita, caolinita, Illita y montmorillonita).

Otro factor por determinar es el tacto del material, el cual puede variar entre áspero a suave, lo que permite determinar la dureza del material y por ende la forma del fragmento que se obtiene del triturado de la roca. Por ejemplo:

Si el material es Muy Duro, la forma del fragmento es anguloso.

Si el material es Duro a semi duro, la forma del fragmento varía entre semi anguloso a sub redondeado.

Si el material es Granular Duro, la forma del fragmento de sub redondeado a semi-anguloso.

Si el material es Granular suave, los fragmentos son como terrones de azúcar.

Es importante, también, el determinar el tamaño de fragmento que se tiene, en promedio, del blasthole. Los fragmentos pequeños son típicos de una sílice granular o argílico avanzado y/o argílica.

Es importante definir el porcentaje de alteración presente en un blasthole esto debido a que el material es una mixtura. La alteración predominante es la que se debe marcar como la del blasthole y se debe anotar el porcentaje de la otra

alteración menor presente en comentarios para ingresar dicha información durante el ingreso de geo segmentos.

Si el material no es plástico:

En el caso de que el material presente mayor porcentaje de fragmentos silicios angulosos a semi angulosos y presencia en menor porcentaje de partículas más finas de sílice, el blasthole tiene **Alteración Sílice**.

Si el material es una arena silícea sacarosa con visible presencia de fragmentos gruesos y menor presencia de fragmentos silíceos finos y el fragmento se disgrega difícilmente con un lápiz de dureza, el blasthole tiene **Alteración Sílice Granular 2**

Si el material es una arena fina silícea sacarosa sin presencia de fragmentos grandes y se disgrega fácilmente al ejercer fuerza con la mano, el blasthole tiene **Alteración Sílice Granular 3**.

Si el material es áspero y la coloración es verdosa, el blasthole tiene **Alteración Propilítica**.

#### 1.1.4. Procedimientos para mapeo de las alteraciones

De acuerdo al procedimiento de trabajo propuesto por (Jara & Roldán, 2017) en su manual, se exponen los siguientes pasos a seguir:

##### **Planificación de la tarea**

En ese primer paso se deben imprimir todas las mallas creadas por el área de diseño de mallas, lo cual es responsabilidad del geólogo. Esta información debe

contener detalles como mapeos antiguos, modelo de alteración, información de tajo, banco, malla y numeración adecuada de los taladros.

Es responsabilidad del geólogo el mapeo de todos los blastholes diariamente según las prioridades y el avance.

### **Ubicación de mallas y taladros en campo**

Se deben ubicar las estacas dispuestas por topografía o las paletas colocadas por perforación y revisar la información del banco como la malla y el número de taladro, como se observa en la Figura

En esta etapa se debe hacer coincidir la malla impresa con al menos dos taladros, de manera que pueda ubicarse bien y siga un orden durante el mapeo; de ser necesario, utilizar una brújula y direccionar la malla hacia el norte.



*Figura 5.* Ubicación e identificación de mallas y taladros. (Jara & Roldán, 2017).

### **Mapeo geológico de blastholes en roca**

En zonas de roca, se mapean las alteraciones y algunos parámetros como dureza y contenido de sulfuros, se debe proceder al mapeo lo más pronto posible después de la perforación del blasthole, esto para evitar la contaminación regular que sufre el blasthole por presencia de polvo, lluvias, derrame de hidrocarburos, lastrado, cargado para voladura, etc.

Se descubrirá el cono de perforación, eliminando la cobertura, la cual podría estar contaminada, con ayuda de los pies y las manos (usando guantes de seguridad), se realiza un pequeño canal tratando de descubrir el material de la parte superior, de preferencia aprovechar el canal realizado para el muestreo y poder observar todas las características del material.

### **Reconocimiento de Alteraciones en el Mapeo de Blastholes**

Se debe definir la alteración predominante en los fragmentos, si el blasthole presenta una combinación de dos tipos de alteraciones, se mapeará la alteración predominante y se agregará un breve comentario de la alteración menor indicando el porcentaje que está presente.

La coloración del material es importante para determinar el tipo de alteración (pero no determinativo). Las alteraciones propilíticas muestran coloraciones verdosas debido a la clorita, el ensamble característico es Epidota-clorita-calcita-pirita, es común encontrar los minerales frescos o semi alterados.

Comúnmente se encuentra relacionadas las coloraciones opacas con la sílice masiva mientras tanto que las blanquecinas a ligeramente rojizas (presencia de óxidos) son propios de la alteración sílice granular o sílice suave a argílico avanzado. La coloración plomiza oscura es propia de la alteración argílica (presencia de sulfuro, mayormente piritita), hay que tener presente que esta característica es repetitiva en los tajos, pero no son determinativas, hay que estar al tanto de cualquier cambio mineralógico y tener presente el ensamble que caracterice a cada tipo de alteración.

Se debe definir la cantidad de sulfuros presentes en los fragmentos. Se utilizarán los siguientes rangos: Transicional (Tr), si la cantidad de sulfuros es de Trazas (Tr 1%) a 30%, Refractario (R) si la cantidad de sulfuros presentes es superior al 30%. En caso se tenga sulfuros inferiores a la Traza (Tr). no se hará indicación alguna, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4.  
*Cantidad de sulfuro en los fragmentos.*

Clasificación	Símbolo	Color	Código
Transicional	<b>T</b>	Rojo	Bicolor
Refractario	<b>R</b>	Rojo	Bicolor

Nota: (Jara & Roldán, 2017)

Cada tipo de alteración y dureza se marcará en la malla de mapeo utilizando los colores y símbolos establecidos según las tablas 2 y 3 del punto 2.2.3.

Se debe determinar la plasticidad del material triturado. Si el material no es plástico, este pertenece a alteraciones propilíticas y/o silíceas, por el contrario, si el material es plástico, está comprendido dentro de las alteraciones argílicas, argílico avanzado. La plasticidad es por el contenido de arcillas de alteración hidrotermal (Alunita, dickita, pirofilita, esmectita, caolinita, Illita y montmorillonita).

### **Mapeo de dureza**

Otro factor a determinar es el tacto del material, el cual puede variar entre áspero a suave. Esta característica determina la dureza del material y, por ende, la forma del fragmento que se obtiene del triturado de la roca:

- Si el material es Muy Duro, la forma del fragmento es anguloso.
- Si el material es Duro a semi-duro, la forma del fragmento varía entre semi-anguloso a sub redondeado.
- Si el material es Granular Duro, la forma del fragmento de sub redondeado a semi anguloso.
- Si el material es Granular suave, los fragmentos son como terrones de azúcar.

También es importante determinar el tamaño de fragmento que se tiene en promedio del blasthole. Los fragmentos pequeños son típicos de una sílice granular o argílico avanzado y/o argílica.

Es importante definir el porcentaje de alteración presente en un blasthole esto debido a que el material es una mixtura. La alteración predominante es la que se debe marcar como la del blasthole y se debe anotar el porcentaje de la otra alteración menor presente en comentarios para ingresar dicha información durante el ingreso de geosegmentos.

**Si el material no es plástico:**

- Si el material presenta mayor porcentaje de fragmentos silicios angulosos a semiangulosos y presencia en menor porcentaje de partículas más finas de sílice, el blasthole tiene Alteración Sílice, como se observa en la Figura 7.



*Figura 6. Material no plástico con alteración sílice. (Jara & Roldán, 2017)*



- Si el material es una arena sílice sacarosa con visible presencia de fragmentos gruesos y menor presencia de fragmentos síliceos finos y el fragmento se disgregar difícilmente con un lápiz de dureza, el blasthole tiene **Alteración Sílice Granular 2**.



*Figura 7.* Material no plástico con alteración sílice granular 2. (Jara & Roldán, 2017)

- Si el material es una arena fina sílice sacarosa sin presencia de fragmentos grandes y se disgrega fácilmente al ejercer fuerza con la mano, el blasthole tiene **Alteración Sílice Granular 3**.
- Si el material es áspero y la coloración es verdosa, el blasthole tiene **Alteración Propilítica**, como se observa en la Figura 8.



*Figura 8.* Material no plástico con alteración propilítica. (Jara & Roldán, 2017)

**Si el material es plástico:**

- El material es semi suave con presencia de fragmentos gruesos silíceos, material fino arcilloso y levemente es moldeable con la mano, el blasthole tendría una Alteración Argílico Avanzado, (Figura 9).



*Figura 9.* Materiales plásticos con alteración argílica avanzado. (Jara & Roldán, 2017)

- Si el material es blando, moldeable y la coloración es plomiza, el blasthole tiene Alteración Argílica como se observa en la Figura 10.



*Figura 10.* Material plástico con alteración argílica. (Jara & Roldán, 2017)

### Mapeo Geológico de Blastholes en Gravas




El mapeo se basa en determinar las características como el tipo del material en función de la cantidad de gravas, arenas y finos (limos y arcillas) presentes. Además, se debe identificar la presencia de contaminantes como paleosuelo. Este procedimiento es aplicable solamente en las minas con presencia de material coluvial.

Para el mapeo se debe descubrir el cono de perforación, eliminado la cobertura, la cual podría estar contaminada, para ello debemos ayudarnos con los pies, en caso se tenga que mapear blastholes cargados con explosivos y cubiertos con material de lastre, se tratará de descubrir el material original, previa autorización del Supervisor de Voladura.

Se definirán las siguientes características en los fragmentos:

Tipo. - Se definirá el tipo del material del blasthole en función de la cantidad de finos y gravas y la relación entre ambos. En la tabla 5 se muestran tres clasificaciones:

Tabla 5.  
*Tipo de material del blasthole.*

Clasificación	Shape de Dureza	Simbolo	Color de Lapis	Codigo
ROOM	DURO		Gris	Lapiz
GOOD BLEND	MEDIO		Gris	Lapiz
BAD BLEND	SUAVE		Gris	Lapiz

Nota: (Jara & Roldán, 2017)

La clasificación de los materiales del blasthole es:

Run of mine (ROM).- Si en el material triturado presenta un porcentaje de finos menor al 10 % y un porcentaje de gravas mayor a 65 %.



*Figura 11.* Blasthole de material ROM. (Jara & Roldán, 2017)

Bad Blend (BB).- Si el material posee un porcentaje de finos mayor a 35%, (Partículas con diámetro menor a  $75\mu$  o que pasen por la malla -200), sin considerar el porcentaje de arenas y gravas.

Good Blend (GB).- Si en el material triturado presenta un porcentaje de finos entre el 10% y 35% y un porcentaje de gravas menor a 65 %, (Partículas con diámetro mayor los 2 mm o que no pasen por una malla No 10), como se muestra en la Figura 11.



*Figura 12.* Blasthole de material Good Blend. (Jara & Roldán, 2017)

**Sulfuros.** - Para determinar la cantidad de sulfuros presentes en los fragmentos se utilizarán los siguientes rangos: Transicional, si la cantidad de sulfuros es de Tr. a 30%, Refractario si la cantidad de sulfuros presentes es superior al 30%. En caso se tenga sulfuros en cantidad inferior a Tr. no se hará indicación alguna.

**Paleosuelo.** - El paleosuelo se define como un material rico en materia orgánica y con alta presencia de finos o arcillas, registrar en cada blasthole el % de paleosuelo presente, ya que este material atrapa al Au y no deja que se lixivie (efecto Pre Robbing), por lo tanto ocasiona problemas no debe ser enviado al Pad; este tipo de contaminación de los BH (paleosuelo) se marcará en la malla de mapeo utilizando los colores y símbolos establecidos.

### 1.1.5. Seguridad

Según (Madariaga, 2015) los criterios de aceptabilidad en el diseño minero están expresados en términos del factor de seguridad (FS). El factor de seguridad es la relación existente entre las fuerzas resistentes y las fuerzas solicitantes en el talud. Matemáticamente se define como:

$$FS = Fr/Fa$$

Donde:

*Fr*: fuerzas resistentes.

*Fa*: fuerzas actuantes.

Es importante notar que el FS corresponde sólo a un índice, donde el criterio para la determinación del valor adecuado de este parámetro dependerá en gran medida de la experiencia y juicio del ingeniero encargado de los diseños, del método con el cual se están llevando a cabo los cálculos de diseño, del grado de confiabilidad de los datos, y la experiencia en el tiempo en casos de acierto y error. Por lo mismo, es importante que el FS se considere en conjunto con los parámetros geotécnicos y las condiciones hidrogeológicas de acuerdo a las investigaciones llevadas a cabo en terreno. El rango de valores del factor de seguridad que se usan en minería presentan variaciones que van desde 1.1 para taludes que no son críticos hasta valores de 1.6. Este valor va a depender de la escala para la cual se esté evaluando el factor de seguridad (banco, inter-rampa o talud global), así como de las consecuencias en el caso que se produzca una falla. De esta forma, en taludes que presentan infraestructura asociada como chancados o correas, el valor del factor de seguridad aceptable suele ser más alto

que en el caso de taludes que no presenten infraestructura crítica. Otro concepto que se ha incorporado recientemente como criterio de aceptabilidad en el diseño minero y que normalmente es utilizado en mecánica de rocas en conjunto con el factor de seguridad, es una componente estadística definida como probabilidad de falla. La forma más común para definir la probabilidad de falla viene dada por la siguiente expresión:

$$PoF = (FS \leq 1)$$

Donde

PoF: Probabilidad de falla, considerando el FS como una variable aleatoria. No hay un criterio fijo para definir el criterio de aceptabilidad que relaciona el PoF y FS. Comúnmente este criterio varía dependiendo del autor y de la operación minera. En efecto, tanto el factor de seguridad, la probabilidad de falla o el desplazamiento aceptable que es usado en el diseño debe ser apropiado para cada operación.

En la Tabla 6 se muestra un resumen que muestra rangos de los valores del factor de seguridad y de la probabilidad de falla a distintas escalas y que típicamente son usados como criterios de aceptabilidad en la industria minera.



Tabla 6.  
*Rango de valores de factor de seguridad.*

Escala de Talud	Consecuencia de la falla	FS	PoF (P[FS ≤ 1])
<b>Banco</b>	Baja – Media	1.1	25% - 50%
<b>Inter-Rampa</b>	Baja	1.15 - 1.2	25%
	Media	1.2	20%
	Alta	1.2 - 1.3	10%
<b>Global</b>	Baja	1.2-1.3	15% - 20%
	Media	1.3	5% - 10%
	Alta	1.3-1.5	≤ 5%

Nota: (Madariaga, 2015).

(Madariaga, 2015) La evaluación del riesgo de desprendimiento en una explotación minera, como en cualquier obra civil que afecte a la integridad del terreno, viene vinculada necesariamente a la previa determinación de la estabilidad geotécnica del escenario donde se realizan las operaciones mineras (excavación, voladuras, etc.). De forma preliminar a la realización del estudio de estabilidad, se han de distinguir preliminarmente los tipos de terreno donde pueden desarrollarse la actividad extractiva y en consecuencia los fenómenos de inestabilidad. En función de esta tipología existen formaciones competentes o macizos rocosos y formaciones blandas o suelos, ambas objeto de aprovechamiento minero.

Las inestabilidades de los taludes en minería se producen mayoritariamente siguiendo discontinuidades favorablemente orientadas, con la especificidad que en minería los taludes evolucionan rápidamente. La existencia de discontinuidades, en una determinada orientación, por si solas no suelen representar situaciones de riesgo de inestabilidad. Es en general la presencia concurrente de varias familias de discontinuidades con relación al plano o planos

de talud los que infieren condiciones de inestabilidad al macizo, en especial cuando su rumbo coincide de manera aproximada con el del talud.

En minería la orientación de los taludes suele variar con el tiempo, además de concurrir en el tiempo diferentes orientaciones del frente (cortas mineras), por lo que resulta relativamente frecuente la aparición de fenómenos de inestabilidad.

Existen diferentes tipos de rotura desde el punto de vista del mecanismo:

- Roturas por deslizamiento según uno o varios planos de discontinuidad que afloran en el talud y que incluirán roturas planas y en cuña.
- Roturas por movimientos relativo de bloques a través de planos de discontinuidad preexistentes que no afloren necesariamente y que incluirán las roturas por vuelco, algunas roturas que siguen discontinuidades paralelas al talud (de muro) y las roturas de varios bloques.
- Roturas producidas parte por deslizamiento a lo largo de planos de discontinuidad y parte por rotura de la roca y que incluirán las roturas en escalón, roturas mixtas, roturas complejas (como roturas por deslizamiento y vuelco o el denominado kink-band slumping) y otras roturas que siguen parcialmente discontinuidades paralelas al talud (rotura por pandeo).
- Roturas que se producen siguiendo una superficie circular, sin relación importante con los planos de junta, y que en términos generales se denominan roturas circulares.

Los mecanismos de rotura más frecuentes son:

- Rotura plana: Se produce siguiendo una discontinuidad con dirección similar a la del talud, que buza en el mismo sentido del talud, y cuya dirección es sensiblemente paralela a la de este, pero que buza menos que este, quedando descalzado por tanto un prisma de roca. Requiere la preexistencia de una superficie lateral de despegue, y se produce fundamentalmente debido a que el buzamiento de este plano es menor que el del talud, con lo que el rozamiento movilizado no es suficiente para asegurar la estabilidad.

Los deslizamientos planares suelen ocurrir en:

- Rocas sedimentarias que tengan un buzamiento similar o menor a la inclinación de la cara del talud.
  - Discontinuidades, tales como fallas, foliaciones o diaclasas que forman largos y continuos planos de debilidad que interceptan la superficie del talud.
  - Intersección de diaclasas o discontinuidades que dan como resultado la falla de un bloque en forma de cuña.
- Rotura en cuña: Se produce siguiendo dos planos de discontinuidad, de diferente orientación, de manera que el buzamiento de la línea de intersección de ambos planos tenga un buzamiento inferior al ángulo de

talud, lo que hace que se descalce un tetraedro o cuña que podrá eventualmente deslizar.

- Rotura por vuelco: Se produce si se tiene una familia de discontinuidades muy persistentes y relativamente poco espaciadas que tengan un rumbo paralelo al del talud (típicamente estratificación, y en menor medida esquistosidad) pero que bucen contra este con una inclinación más bien alta. A veces, este fenómeno se ve catalizado por la presencia de otra familia de discontinuidades perpendicular a la anterior que permita la formación de una base escalonada sobre la que vuelquen los prismas de roca que se formen.
- Rotura circular: Se produce por deslizamiento del material siguiendo una trayectoria circular. Suele tener lugar en macizos rocosos de mala calidad, meteorizados, en suelos, y también en estructuras granulares como las escombreras.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo influye la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha Cajamarca, 2017?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cuál es la influencia de la longitud perforada y el explosivo adicional por sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha -Cajamarca, 2017?

¿Cómo influye el terreno suave en la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha - Cajamarca, 2017?

¿Cuál es la influencia en las vibraciones de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha -Cajamarca, 2017?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha Cajamarca, 2017

#### **1.3.2. Objetivo Específico**

Determinar la influencia de la longitud perforada y el explosivo adicional por sobreperforación en la reducción de costos operativos en terrenos suaves del Proyecto Quecher Main, mina Yanacocha Cajamarca, 2017.

Determinar la influencia del terreno suave en la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha -Cajamarca, 2017.

Determinar la influencia en las vibraciones de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha -Cajamarca, 2017.

#### **1.4. Hipótesis**

##### **1.4.1. Hipótesis general**

La sobreperforación en taladros de producción influye para la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha Cajamarca, 2017.

##### **1.4.2. Hipótesis específicas**

La longitud perforada y el explosivo adicional por sobreperforación influyen en la reducción de costos operativos en terrenos suaves del Proyecto Quecher Main, mina Yanacocha Cajamarca, 2017.

El terreno suave en la sobreperforación en taladros de producción influye en la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha - Cajamarca, 2017.

Las vibraciones de la sobreperforación en taladros de producción influyen en la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Main, Yanacocha - Cajamarca, 2017.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), la investigación es No Experimental, pues se no manipulan las variables, solamente se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. Es de tipo Aplicada, ya que según el autor (Valderrama, 2013) está estrechamente asociada con la investigación de carácter básico, debido a que va a depender de sus aportes teóricos y sus descubrimientos para efectuar la solución de problemas, con el fin de fomentar el bienestar hacia la sociedad. Asimismo, es Transversal, para ello (Cortés & Iglesias, 2004) dicen que recolectan los detalles e información en un tiempo y momento determinado. Busca explicar variables y analizar su interrelación e incidencia en un momento específico El nivel de investigación es Explicativo Causal. Respecto a este tipo de investigación, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) señalaron que va más lejos que una simple descripción de nociones o problemas, o incluso de solo establecer relaciones entre nociones; en otras palabras, este tipo de investigación está orientada a responder por los motivos de los fenómenos sociales o físicos. Tal como lo menciona su nombre, su fin es explicar el motivo de ocurrencia de un fenómeno y las condiciones en las que se manifiesta, o por qué se relacionan las variables.

## **2.2. Materiales, instrumentos y métodos**

### **2.2.1. Materiales e instrumentos**

Los materiales e instrumentos utilizados en la presente investigación fueron las hojas de Excel, imágenes, hojas resumen y gráficos para la evaluación y análisis de los datos recolectados y seleccionados en campo y en gabinete. Entre estos datos están la cantidad de taladros, los costos reales de perforación y de la sobreperforación, el tipo de material, como se muestra en el Anexo 1.

### **2.2.2. Métodos**

El método que se utilizó en la presente investigación fue el análisis documental que consiste en la toma de datos de los reportes de guardia, hojas de carguío de los camiones fábrica o camiones mezcladores, de los reportes de carguío.

La observación, pues consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, es por esto que se ha usado este método para saber el comportamiento y las características del terreno en la pre y post voladura.

Se diseñaron formatos de evaluación en Excel, los cuales se van a utilizar para analizar y procesar los datos obtenidos.



### **2.3. Procedimiento**

El proceso para la recolección de datos duró aproximadamente tres meses, período en el cual se obtuvieron los datos de los reportes de perforación y costos operativos asociados, información obtenida en campo, etc. Esta información se obtuvo mientras se llevaban a cabo las operaciones, se hacían registro de los costos asociados a cada procedimiento, con énfasis en la sobre perforación. Luego con esta información se procederá a cuantificarlos y a evaluar la posibilidad de omitir la sobreperforación, de acuerdo a la revisión bibliográfica y técnica.

Para el análisis de datos, se tabularon los resultados y se empleó la estadística descriptiva con el uso de tablas de frecuencias y gráficos simples; así como tablas de contingencia y gráficos cruzados.

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

**Determinar la influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha Cajamarca, 2017.**

Los objetivos desarrollados posteriormente demuestran que el procedimiento de sobreperforación en caso de terrenos suaves, influyen en la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha Cajamarca, 2017 y que, además, no sería estrictamente necesario para el caso de estudio. Mediante la presente investigación se demuestra que la longitud perforada y el explosivo adicional utilizado en la sobreperforación generan un costo operativo adicional que no es obligatorio llevarlo a cabo. Además, el procedimiento de voladura asociado a la sobreperforación en terrenos suaves afecta la eyección de partículas y polvos, así como también la fragmentación del material, lo que dificulta la entrada de la maquinaria y, por consiguiente, la recuperación del material; lo que se traduce en mayor costo y tiempo.

Tabla 7.  
Costos operativos asociados a la voladura en el banco QM-4040.

MALLA	Nº TALADROS	ALTURA EXPLOSIVO	DENSIDAD	TIPO DE MEZCLA	CANTIDAD DE EXPLOSIVO (Kg)	NITRATO	DIESEL	EMULSIÓN	COSTO VOLADURA (\$)	ALTURA EXPLOSIVO SIN SOBRE PERFORACIÓN (m)	COSTO VOLADURA SIN SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)
51	14	3.5	2.0	70/30 EMUL-Q	3368	1010.4	0.0	2357.6	1758.64	2.5	1256.17	502.47
53	30	3.5	2.0	70/30 EMUL-Q	6118	1835.4	0.0	4282.6	3796.14	2.5	2691.79	1104.35
53	1	6.5	2.0	EMULSION Q	227	0.0	0.0	227.0	235.00	5.5	198.85	36.15
54	56	6.5	2.0	ANFO	10555	9921.7	633.3	0.0	9485.93	5.5	8026.56	1459.37
54	12	6.5	2.0	70/30 EMUL-Q	2344	703.2	0.0	1640.8	2799.46	5.5	2368.78	430.69
54	46	6.5	2.0	ANFO	8241	7746.5	494.5	0.0	7,792.01	5.5	6,593.24	1198.77
54	28	6.5	2.0	ANFO	4053	3809.8	243.2	0.0	4,742.97	5.5	4,013.28	729.69
	<b>187</b>								<b>30610.15</b>		<b>25148.66</b>	<b>5461.49</b>

Elaboración propia, 2018

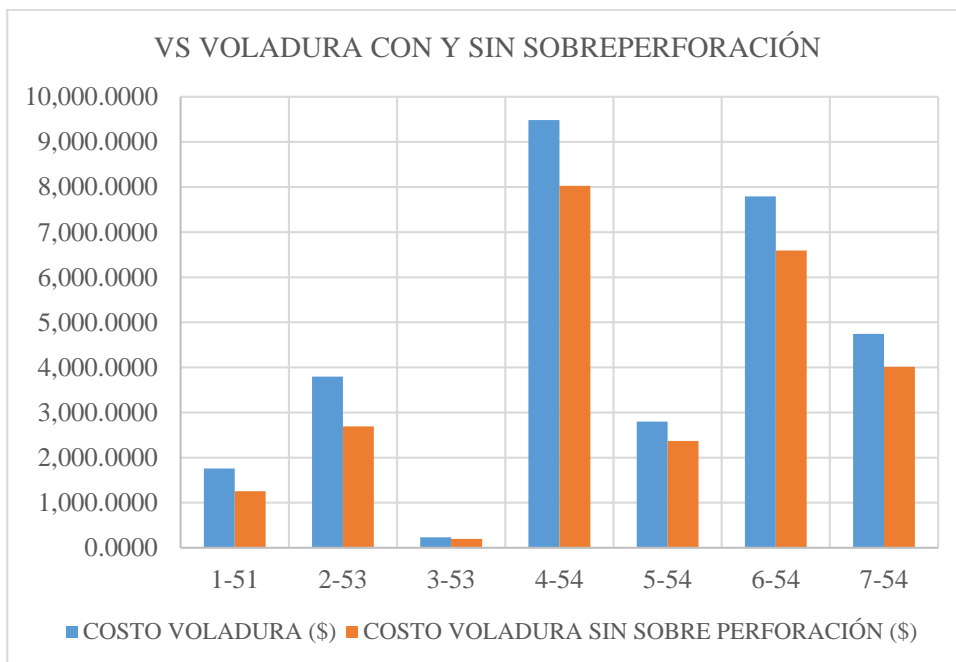


Figura 13. Costos del proceso de voladura vs. Las Mallas QM-4040. Elaboración propia, 2018.

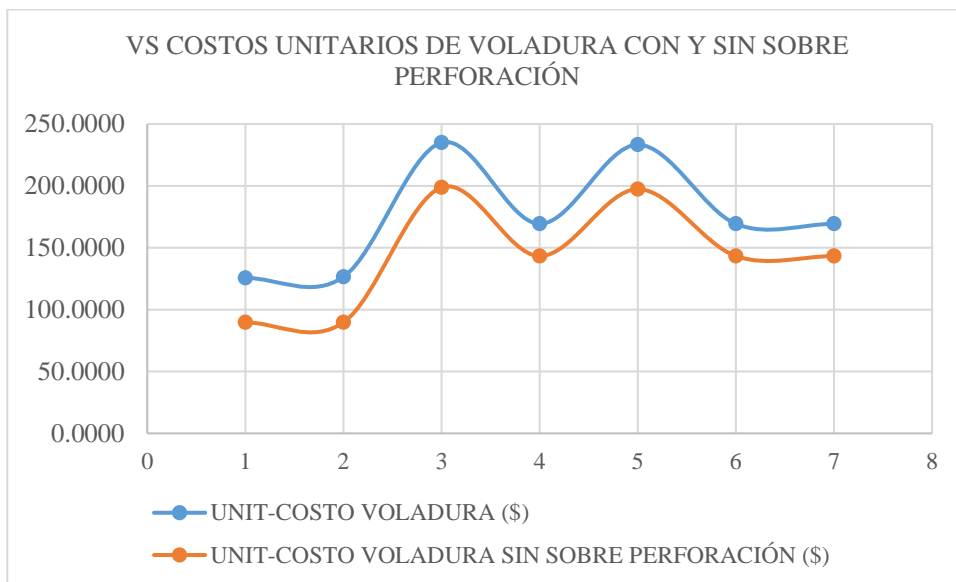


Figura 14. Costo unitario del proceso de voladura por taladro vs. Las Mallas QM-4040. Elaboración propia, 2018.

Tabla 8.

Costos operativos asociados a la sobreperforación en el banco QM-4040.

MALLA	Nº TALADROS	ALTERACION/TIPO DE MATERIAL	COSTO REAL	COSTO SIN SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)
51	14	Suave	1756.90	1600.254614	156.645061
53	30	Suave	3655.42	3319.7564	335.667988
53	1	Suave	121.85	110.6585467	11.1889329
54	56	Suave	5770.80	5144.223804	626.580244
54	12	Suave	1236.60	1102.333672	134.267195
54	46	Suave	4740.30	4225.61241	514.690915
54	28	Suave	2885.40	2572.111902	313.290122
	<b>187</b>		<b>20167.28</b>	<b>18074.95135</b>	<b>2092.33046</b>

Elaboración propia, 2018.

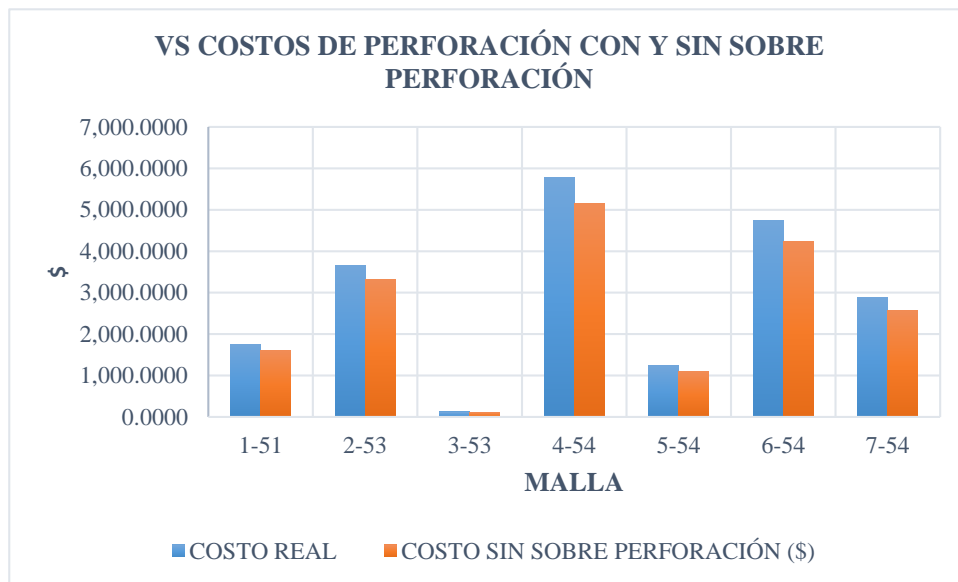


Figura 15. Costos del proceso de perforación vs. Nº Mallas QM-4040. Elaboración propia, 2018.

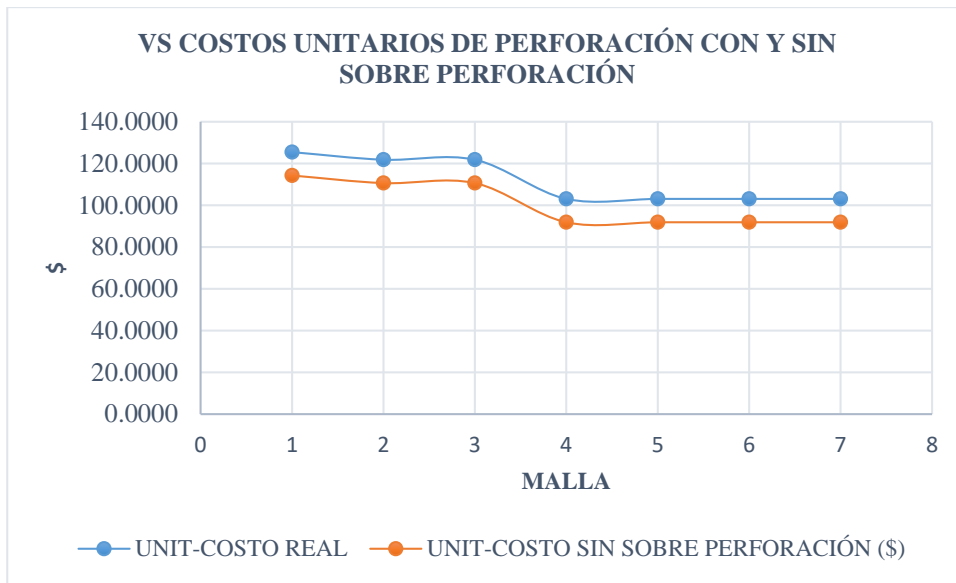


Figura 16. Costo unitario del proceso de perforación por taladro vs. Mallas s QM-4040. Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 8 se muestran los datos operativos durante la voladura en el banco QM-4040, en la misma se observa que se manejó un metro de sobreperforación para cada día, en los diferentes taladros. Los costos del proceso de voladura durante el período mostrado en la tabla suman \$/. 30,610.15, mientras que el costo asociado en el mismo proceso sin considerar la sobreperforación es de \$/. 25,148.66; es decir, una diferencia de \$/. 5,461.49, lo que representa una reducción del 17.84% en los costos operativos de voladura. Además, en las curvas de la figura 13 se aprecian las diferencias de los costos asociados a este proceso con y sin sobreperforación. La figura 14 muestra el costo unitario de la voladura por taladro, cuyo valor promedio es de \$/. 175.00/taladro con sobreperforación y de \$/. 144.00/taladro sin sobreperforación, generando una diferencia de ahorro de \$/. 31.00/taladro, lo que representa el 17.71% del costo promedio por taladro considerando el procedimiento de sobreperforación.

En la Tabla 9 se muestran los datos operativos durante la perforación en el banco QM-4040. Los costos del proceso de perforación durante el período mostrado en la tabla suman \$/. 20,167.28, mientras que el costo asociado en el mismo proceso sin considerar la sobreperforación es de \$/. 18,074.95; es decir, una diferencia de \$/. 2,092.33, lo que representa una reducción del 10.37% en los costos operativos por sobreperforación. Al igual que en el proceso de voladura, la figura 15 muestra las curvas de comportamiento de los costos con y sin sobreperforación en función del número de taladros, notándose mayor cuando se practica este procedimiento, como es esperado. La figura 16 se muestran los costos unitarios por taladro, cuyo valor promedio es de \$/. 111.63/taladro con sobreperforación y de \$/. 100.44 sin sobreperforación, haciendo una diferencia de \$/. 11.19, lo que representa el 10% del costo unitario considerando la sobreperforación.

Tabla 9.  
*Costos operativos de voladura del banco QM-4030*

MALLA	N° TALADROS	ALTURA EXPLOSIVO	DENSIDAD	TIPO DE MEZCLA	CANTIDAD DE EXPLOSIVO	NITRATO	DIESEL	EMULSIÓN	COSTO VOLADURA	ALTURA EXPLOSIVO CON SOBRE PERFORACIÓN (m)	COSTO VOLADURA CON SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$) (CON SOBRE PERFORACIÓN)
59	25	5.5	2.0	ANFO	4063	3819.2	243.8	0.0	3,583.28	6.5	4,234.79	651.51
59	10	5.5	2.0	ANFO	2231	2097.1	133.9	0.0	1,433.31	6.5	1,693.92	260.60
61	15	5.5	2.0	EMULSION Q	3530	0.0	0.0	3530.0	2,982.68	6.5	3,524.99	542.31
61	44	5.5	2.0	EMULSION Q	7321	0.0	0.0	7321.0	8,749.20	6.5	10,339.96	1590.76
62	23	5.5	2.0	ANFO	5357	5035.6	321.4	0.0	3,296.62	6.5	3,896.01	599.39
62	42	5.5	2.0	ANFO	8186	7694.8	491.2	0.0	6,019.92	6.5	7,114.45	1094.53
62	4	5.5	2.0	EMULSION Q	686	0.0	0.0	686.0	795.38	6.5	940.00	144.61
62	33	5.5	2.0	EMULSION Q	6041	0.0	0.0	6041.0	6,561.90	6.5	7,754.97	1193.07
62	19	5.5	2.0	EMULSION Q	3778	0.0	0.0	3778.0	3,778.06	6.5	4,464.98	686.92
	<b>215</b>								<b>37,200.36</b>		<b>43,964.06</b>	<b>6763.70</b>

Elaboración propia, 2018.



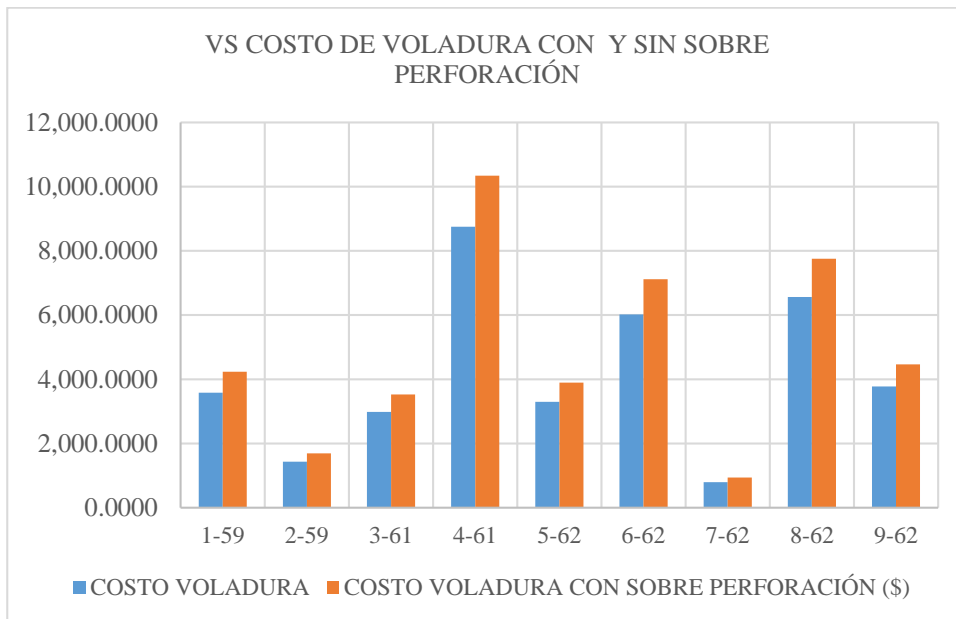


Figura 17. Costos del proceso de voladura vs. Mallas en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.

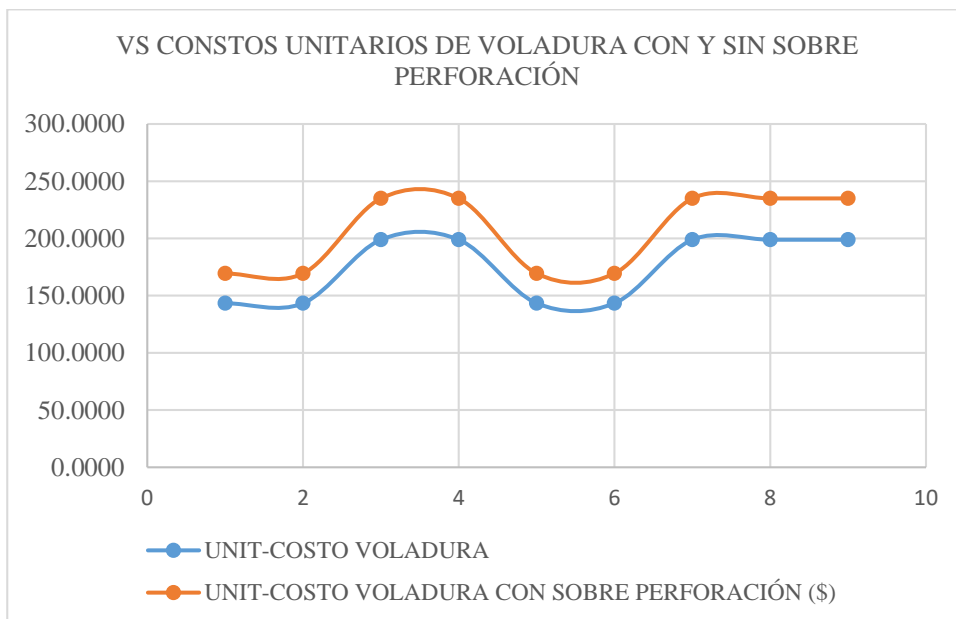


Figura 18. Costo unitario del proceso de voladura por taladro vs. Mallas QM-4030. Elaboración propia, 2018.

Tabla 10.  
Costos operativos de perforación en el banco QM-4030

MALLA	Nº TALADROS	ALTERACION/TIPO DE MATERIAL	COSTO REAL	COSTO CON SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)
59	25	Suave	3216.82	3496.54	279.723323
59	10	Suave	1140.15	1252.04	111.889329
61	15	Suave	1530.65	1698.48	167.833994
61	44	Suave	4489.90	4982.21	492.313049
62	23	Suave	2835.95	3093.29	257.345457
62	42	Suave	4417.39	4887.33	469.935183
62	4	Suave	420.70	465.46	44.7557317
62	33	Suave	3463.42	3832.66	369.234787
62	19	Suave	1994.09	2206.68	212.589726
	<b>215</b>		<b>23509.07</b>	<b>25914.69</b>	<b>2405.62058</b>

Elaboración propia, 2018.

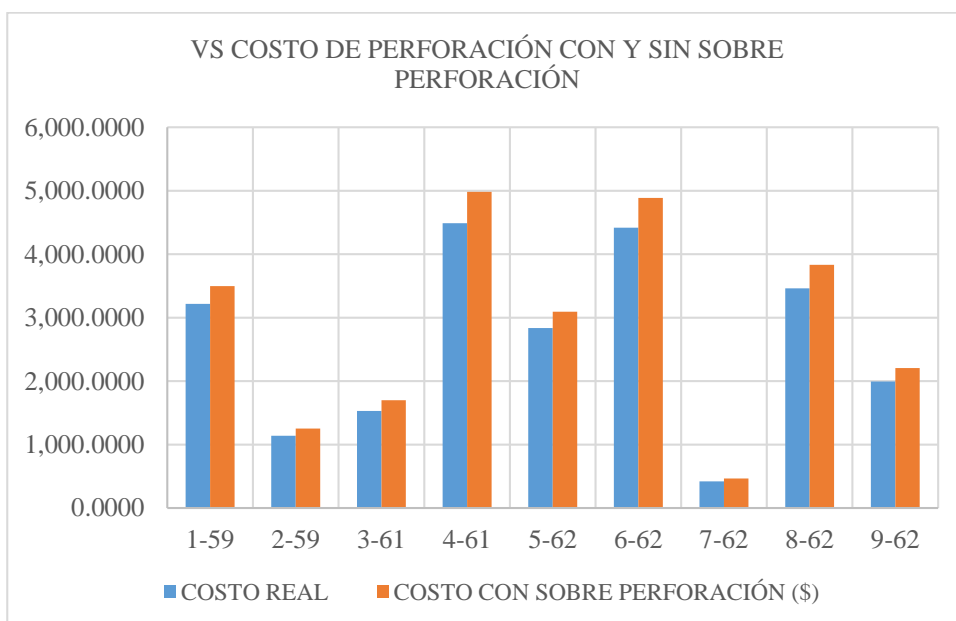


Figura 19. Costos del proceso de perforación vs. Mallas QM-4030. Elaboración propia, 2018.

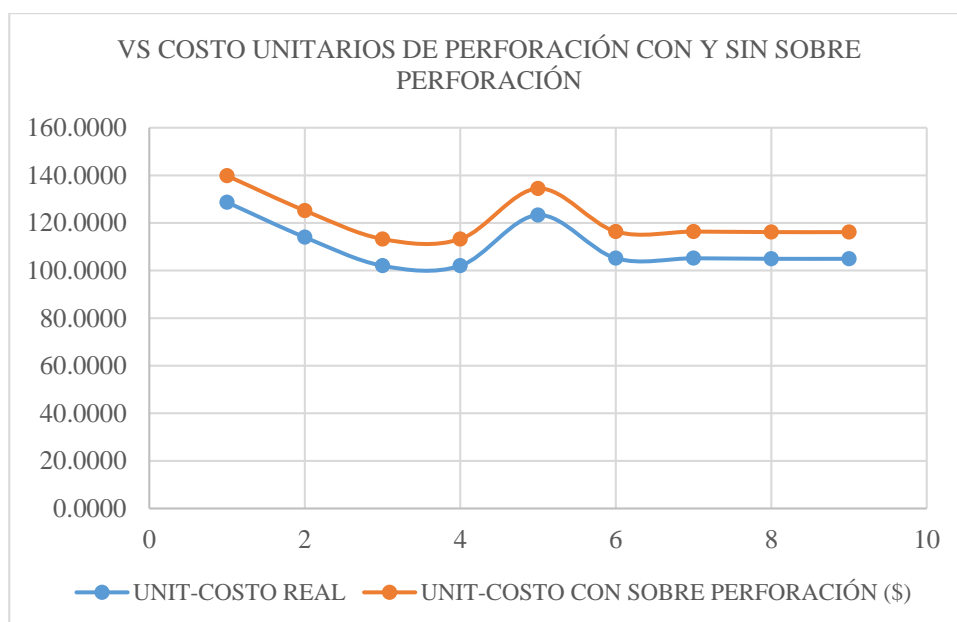


Figura 20. Costo unitario del proceso de perforación por taladro vs. Mallas en el Banco QM-4030. Elaboración propia, 2018.

En Tabla 10 se muestran los costos operativos asociados a la voladura del banco QM-4030, en el cual no se realizó sobreperforación, totalizando \$/. 37,200.36. Si este costo se compara con el caso de que se hubiese realizado sobreperforación, los mismos ascenderían a 43,964.06 \$; es decir, una diferencia de \$/. 6,763.7, lo que representa un aumento de 18.18%. La figura 17 muestra los costos del proceso de voladura cuando se aplica sobreperforación y cuando no se aplica, notándose una diferencia en todos los puntos, siendo mayor en el caso cuando se realiza el procedimiento en estudio. La figura 18 muestra los costos unitarios de la voladura por taladro, cuyos valores promedios se sitúan en \$/. 205.84/taladro en caso de llevar a cabo la sobreperforación y en \$/. 174.17/taladro en caso de no realizarla, generando una diferencia de \$/. 31.67/taladro, lo que representa un 18.18% sobre \$/. 205.84.

Por otra parte, al analizar los costos operativos del mismo banco en el proceso de perforación, este tiene un costo de \$/. 23,609.07; en cambio, se hizo el ejercicio si se

Influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto quecher main, Yanacocha Cajamarca, 2017

hubiese realizado la perforación, totalizando 25914.69 \$; es decir, una diferencia de 2405.62 \$, lo que representa un 10%. Esta diferencia se ve representada en la figura 19, evidenciándose que la curva de costos con el procedimiento de sobreperforación es mayor. La figura 20 muestra los costos unitarios del proceso de perforación por taladro, indicando que en el caso de realizar la sobreperforación en terrenos suaves este costo tiene un valor promedio de \$/. 121.23/taladro; en cambio al no realizarlo su valor promedio es de \$/. 110.04/taladro, generando una diferencia de \$/. 11.19, lo que representa un 9.23% del costo con sobreperforación.

**Determinar la influencia de la longitud perforada y el explosivo adicional por sobreperforación en la reducción de costos operativos en terrenos suaves del Proyecto Quecher Main, mina Yanacocha Cajamarca, 2017.**



*Figura 21.* Proceso de pre-voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017)



Figura 22. Proceso de voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017)



Figura 23. Proceso de pos-voladura del banco QM-4030. (Minera Yanacocha SRL, 2017)

En las figuras 21, 22 y 23 se muestran los procesos de pre-voladura, voladura y pos-voladura del banco QM-4030, cuyos procedimientos no contemplaron sobreperforación. La figura 21 muestra baja eyección de partículas y polvos y, la figura 23 muestra un correcto esponjamiento del material, a pesar de tratarse de un terreno suave.



*Figura 24.* Proceso de pre-voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017)



*Figura 25.* Proceso de voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017)



Figura 26. Proceso de voladura del banco QM-4040. (Minera Yanacocha SRL, 2017)

Las figuras 24, 25 y 26 muestran el proceso de voladura del banco QM-4040, cuyos procedimientos contemplaron un metro de sobreperforación. Durante el proceso de voladura, la figura 25 muestra mayor eyección de partículas y polvos en comparación con el mismo procedimiento practicado en el banco QM-4030, en el cual no se realizó sobreperforación (figura 22). Además, en la figura 26 se muestra mayor fragmentación del material, en comparación con el banco QM-4030.

**Determinar la influencia en las vibraciones de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos del proyecto Quecher Mine, Yanacocha -Cajamarca, 2017.**

Tabla 11.  
Velocidad pico partícula del Banco QM-4040.

Banco	Fecha	Distancia (m)	PPV real (mm/s)	Carga promedio del explosivo detonado (kg)	Distancia Constante (m)	PPV estimada (mm/s)
4040	09/10/2017	770	2.43	422.79	500	4.85
	08/10/2017	545	4.14	412.27	500	4.75
	02/10/2017	408	2.40	116.88	500	1.73
<b>Promedio</b>						<b>3.78</b>

Elaboración propia, 2018.

Tabla 12.  
*Velocidad pico partícula del Banco QM-4030*

Banco	Fecha	Distancia (m)	PPV real (mm/s)	Carga promedio del explosivo detonado (kg)	Distancia Constante (m)	PPV estimada (mm/s)
4030	26/10/2017	200	27.9	602.84	500	6.44
	20/10/2017	850	2.74	598.64	500	6.40
	18/10/2017	850	2.41	509.91	500	5.63
	16/10/2017	350	5.34	233.72	500	3.02
<b>Promedio</b>						<b>5.37</b>

Elaboración propia, 2018.

Las tablas 12 y 13 muestran las velocidades pico partículas en los bancos QM-4040 y QM-4030, información obtenida de los reportes de operaciones (Anexo 3), en el cual se aprecia la velocidad pico partícula estimada promedio. Este valor es de 3.78 mm/s en el caso del banco QM-4040 cuyos procedimientos contemplaron sobreperforación, en cambio en el banco QM-4030 no realizó tal procedimiento y la velocidad pico partícula promedio estimada resultó en 5.37 mm/s, contrario a lo establecido en la teoría, lo cual tenga causa en las especificaciones del detonador usado en cada banco, es decir, electrónico o pirotécnico.

También se observa en la tabla 12 que en Banco 4030 en la fecha 26/10/2017 hubo un excesivo valor de la PPV pues se utilizó ANFO en vez de emulsión, además del detonador pirotécnico.



## APÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación han permitido demostrar que las operaciones de sobreperforación en taladros de producción influyen en la reducción de costos operativos del Proyecto Quecher Main, Yanacocha – Cajamarca.

En relación con la hipótesis general, se puede afirmar la influencia de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos; lo cual se demuestra en el análisis de costos operativos de los dos bancos estudiados (QM-4030 y QM-4040) y en las evidencias fotográficas pre y post voladura.

De igual manera, en la investigación de (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007) se concluyó que la sobreperforación en la malla de perforación de producción en minería superficial puede reducirse o eliminarse mediante el uso de cámaras de aire en el fondo de los taladros de producción. Esto permite incrementar la rentabilidad de las operaciones mineras superficiales debido a: menor costo de perforación y voladura, disminución de las vibraciones dentro y fuera del tajo, mayor estabilidad en bermas y taludes, incremento de la productividad de los equipos de perforación, carguío, acarreo, y chancado por mejora en la fragmentación del mineral de mina. En la investigación se realizaron pruebas en una cantera de caliza con roca de dureza media, evidenciando la factibilidad del método, mostrando una mejora en la fragmentación del material y en los pisos a nivel.

Con respecto a la primera hipótesis específica, se puede afirmar que la longitud adicional perforada y el explosivo adicional asociados a la sobreperforación en taladros de producción influyen en los costos operativos. Los costos asociados a la longitud adicional perforada representan alrededor del 10% de los costos en ambos bancos estudiados; mientras que el costo operativo asociado al explosivo adicional requerido en el proceso de voladura representa el 18%. En total, se estaría reduciendo un 28% el costo operativo total, lo que puede impactar de manera significativa en la rentabilidad de un proyecto. Por lo tanto, es necesario evaluar la posibilidad de eliminar el procedimiento de sobreperforación, en la medida que las condiciones técnicas lo permitan.

Dentro de los beneficios de eliminar la sobreperforación donde no sea estrictamente necesario, impactaría en el procedimiento de perforación como tal y en la eliminación de la voladura que amerita, resultando en un menor costo. (Ortiz, Canchari, & Postigo, 2007)

En el caso de la segunda hipótesis específica, se puede afirmar, al comparar los procesos de voladura y pos-voladura de los bancos QM-4030 y QM-4040 en los terrenos suaves de a Minera Yanacocha, se observa que en el primero (en el cual no se realizó sobreperforación) una correcta fragmentación, lo que facilita la entrada de la maquinaria y, así mismo, la recuperación del mineral sería en un menor tiempo y menor costo. A diferencia del segundo, el banco QM-4040 (en el que sí se realizó la sobreperforación), que presentó una fragmentación más deficiente, dificultando la entrada de la maquinaria y, por consiguiente, la recuperación del material; lo que se traduce en menor costo y tiempo.

(Poma, 2012) en su investigación *Importancia de la fragmentación de la roca en el proceso Gold Mill (Minera Yanacocha)*, expone que tiene un significativo impacto en la rentabilidad de la mina, un desarrollo óptimo es denominada ROM (Run Of Mine), para ello se requiere una adecuada distribución de tamaño para maximizar el desempeño de los procesos posteriores. Si la distribución de tamaño de roca fragmentada es modelada y controlada, la operación habrá hecho un avance significativo hacia la mejora de su desempeño.

Además, agrega que distintos procesos de tratamiento de especies mineralógicas requieren de diferentes grados de fragmentación del mineral, para de esa forma extraer el material de valor de la manera más eficiente, es así que la perforación y la voladura es la primera operación del ciclo minero y sus resultados condicionan en gran medida los rendimientos y los costes de las operaciones subsiguientes, por ello es un proceso clave dentro de la cadena. La perforación y voladura es un importante paso en el proceso global y los resultados como la fragmentación, la forma de la pila, esponjamiento, dilución, daño y ablandado de la roca afecta la eficiencia de los procesos posteriores.

Tradicionalmente, el proceso total en la industria minera es clasificado dentro de dos grupos como mina y molienda. Estos son gestionados con centro de costos separados dada una “supuesta” independencia, es así que cada proceso tiene un presupuesto y producción asignada y su gestión se enfatiza en lograr la maximización de la producción (toneladas) a un mínimo costo. Así la eficiencia de cada subproceso es considerada satisfactoria con tal de que ellos estén dentro del presupuesto y se

encuentre dentro de los objetivos de producción. La gestión de la mina y molienda usualmente apuntan a optimizar cada proceso independientemente en lugar de una gestión integral. Los resultados de las operaciones la voladura afecta las entradas en los procesos de chancado, molienda, recuperación y precio final del producto (Poma, 2012).

En la tercera hipótesis específica, la cual es determinar la influencia en las vibraciones de la sobreperforación en taladros de producción para la reducción de costos operativos, se observa que para el caso del banco donde no se llevó a cabo la sobreperforación (QM-4030), la velocidad pico partícula es mayor en comparación con el banco en el que se había realizado sobreperforación (QM-4040) teniendo como resultados 5.37 mm/s y 3.78 mm/s, respectivamente; este se obtuvo del análisis de los valores obtenidos en la toma de datos en las voladuras realizadas en los correspondientes bancos. Estos efectos lo atribuimos al uso de diferentes detonadores para cada banco ya que en el banco QM-4030 se utilizó un detonador pirotécnico, a diferencia del banco QM-4040 en el que se utilizó un detonador electrónico, en este último banco se obtuvo una velocidad pico partícula menor a pesar de haber incluido la sobreperforación en sus procedimientos.

Los detonadores electrónicos presentan la ventaja de un mejor apilamiento del material volado, mejora la productividad de los equipos de minado, mejor control de proyección de rocas, mejor control de estabilidad de taludes, mejor control de las vibraciones y mejor control de la carga operante. (Romero Paucar, 2016)

## 4.2. Conclusiones

1. Por el estudio realizado con cada dimensión, se concluye que la sobreperforación en taladros de producción influye en la reducción de costos operativos, ya que se ahorró un total de \$ 9'169.32 para el Proyecto Quecher Mine, Yanacocha Cajamarca, 2017.
2. La longitud adicional perforada y el explosivo adicional asociados a la sobreperforación en taladros de producción del Proyecto Quecher Mine, Yanacocha-Cajamarca, 2017 influyen en los costos operativos. Los costos asociados a la longitud adicional perforada representan alrededor del 10% de los costos en ambos bancos estudiados; mientras que el costo operativo asociado al explosivo adicional requerido en el proceso de voladura representa el 18%, lo que impacta de manera significativa en la rentabilidad del proyecto. Por lo tanto, es necesario evaluar la posibilidad de eliminar el procedimiento de sobreperforación, en la medida que las condiciones técnicas lo permitan.
3. Realizar el procedimiento de sobreperforación en terrenos suaves del Proyecto Quecher Mine, Yanacocha -Cajamarca, 2017 influye directamente en la obtención de una fragmentación no conveniente (muy fina), comparado con el caso de no aplicar el procedimiento, dificultando la entrada de la maquinaria y, por consiguiente, la recuperación del material; lo que se traduce en menor costo y tiempo.

4. La sobreperforación influye en el aumento de las vibraciones en el área adyacente; sin embargo, en la presente investigación se determinó una mayor vibración en el banco donde se realizó la sobreperforación (3.78 - 5.37 mm/s). Esto se debe al tipo de detonador utilizado (pirotécnico) y el uso del explosivo (ANFO).

## RECOMENDACIONES

1. A minera Yanacocha se le recomienda que, antes de realizar el plan de perforación y voladura en los terrenos suaves del Proyecto Quecher Main, Yanacocha-Cajamarca; reconsiderar el procedimiento de sobreperforación, sobre si es estrictamente necesario o no.
2. Para futuras investigaciones sobre el tema, considerar usar los mismos materiales (detonadores y tipo de explosivo) en los proyectos a evaluar para poder obtener datos más apegados a la realidad de campo.
3. Realizar un correcto seguimiento en la toma de datos de campo y de informes de cada voladura

## REFERENCIAS

- Arshad, M. 2009. Jara, L y Roldán, E (2017). Minera Yanacocha SRL. Manual de Salud Y seguridad en el Trabajo. Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro. *Mapeo de Blastholes*.
- Arshad, M. (2009). *The Effect of Fragmentation Specification on Blasting Cost*. Canadá: Queen's University.
- Correa, L., & Iparraguirre, L. (2016). *Reducción de costos operativos mediante la estandarización de malla de perforación – voladura, para labores horizontales: sección 4.0 m. x 4.0 m., Mina Socorro – Uchucchacua*. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. México: Universidad Autónoma del Carmen.
- Cruzado, F., & Díaz, K. (2017). *ANÁLISIS DE LA MÁXIMA CARGA OPERANTE EN LAS VIBRACIONES A CAMPO LEJANO GENERADAS POR VOLADURA, EN MINERA CERRO NEGRO S.A. CAJAMARCA – 2017*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Gómez, R. (2012). *Optimización de la perforación y voladura para la minimización de los costos operativos en la unidad El Porvenir de la Compañía Minera Milpo S.A.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Guzmán&Hidalgo. (2016). *Gestión de costo minero*. Quito.
- Guzmán, V. &. (2016). *Gestión de costo minero*. Quito.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Jara, L., & Roldán, E. (2017). *Minera Yanacocha SRL. Manual de Salud y Seguridad en el Trabajo. Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro*. Cajamarca: Minera Yanacocha.
- Kwaku, J. (2018). *Optimization of drilling and blasting practices AT A Western US open pit copper mine*. Estados Unidos: Universidad de Montana.
- Madariaga, L. O. (2015). *Guía sobre control geotécnico en minería a cielo abierto*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España.
- Minera Yanacocha SRL. (2017). *Reporte de voladura electrónica*. Cajamarca.
- Minera, Á. (2016). *Mineras en riesgos por altos costos. Área Minera*.
- Mineras en riesgo por altos costos. (2016). *Área Minera*.
- Mishra, A. (2009). *Design of surface blasts- a computational approach*. India: Instituto Nacional de Tecnología Rourkela.
- Mwafulirwa, K. (2014). *Methodology for characterising the efficacy of blasting in open-pit mines; video and imagen analysis*. Portugal: Universidad de Porto.
- Ortiz, O., Canchari, G., & Postigo, A. (2007). *Incremento de la rentabilidad de operaciones mineras a cielo abierto por eliminación de sobreperforación*. Lima.
- Pacahuala, M. (2015). *Reducción de costos operativos en desarrollos mediante actualización de estándares de perforación y voladura, caso de la empresa especializada Mincotroll S.R.L.* Lima: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Palma, M., & Palma, E. (2013). *Análisis de los costos operativos y su incidencia en los resultados de las operaciones de la compañía de automatización y control Genesys S.A. periodo 2013*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Poma, J. (2012). *Importancia de la fragmentación de la roca en el proceso de Golg Mill (Caso Minera Yanacocha)*. Cajamarca.
- Quispe, J. (2015). *Determinación de costos y rentabilidad de las empresas de transporte interprovincial de pasajeros en la ruta de las provincias de San Román y Lampa, periodo 2012*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.



- Rodríguez, L. (2004). *Análisis de los costos operativos y financieros y su incidencia en la rentabilidad de la Policlínica Maturín S.A., período 1999-2002*. Maturín: Universidad de Oriente.
- Romero Paucar, R. (2016). *Voladura con detonadores electrónicos para optimizar la fragmentación y seguridad en el tajo Toromocho-Minera Chinalco Perú S.A.* Huancayo.
- Taufic, Bochori, & Waluyo. (2017). *Diseño de voladura sin sobreperforación en rocas calizas para optimizar la fragmentación y el costo de voladura*. Indonesia: Universidad de Sriwijaya.
- Umaña, E. (2014). *Reducción y optimización de costos operativos en perforación y voladura minera Yanaquihua S.A.C.E.E. ADGEMINCO S.A.C.* . Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta* . Lima: San Marcos.
- Yanacocha. (2011). *Manual de seguridad y salud en el trabajo*. Cajamarca: Minera Yanacocha.
- Yanacocha, M. (2015). *Reporte de sostenibilidad*. Recuperado el 14 de Julio de 2018, de Minera Yanacocha: <http://www.yanacocha.com/wp-content/uploads/2010/04/Yanacocha-GRI-2015.pdf>

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Hoja de carguío camión 29, nivel 4030 - 16.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES																																							
Operador: <u>Gerardo Valencia</u>					Operario: <u>Leonil Tamburro</u>					Guardia: <u>B</u>					Tajo: <u>4030</u>					SVE-F-27																			
Supervisor: <u>J. Cruz</u>					Fecha: <u>16-10-17</u>					Camión: <u>29</u>					Hoja: <u>01</u>					Viaje: <u>01</u>					Turno: <u>Di</u>					Nivel: <u>4030</u>					Edición 01-2016				
N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS				ACCESORIOS VOL																		
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produc	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)																
1	59	23	11.5	11.3					258																														
2	11	2	11.5	11.4					262																														
3	14	74	11.5	11.4					255																														
4	14	9	11.5	11.3					243																														
5	14	25	11.5	11.3					255																														
6	14	10	11.5	11.4					263																														
7	14	20	11.5	11.3					256																														
8	14	11	11.5	11.3					248																														
9	14	20	11.5	11.4					250																														
10	14	12	11.5	11.3					252																														
11	14	28	10.0	10.8					235																														
12	14	13	12.5	12.5					221																														
13	14	57	6.5	6.5					81																														
14	14	54	6.5	6.5					81																														
15	14	73	6.5	6.5					86																														
16	14	21	6.5	6.5					88																														
17	14	27	6.5	6.5					88																														
18	14	34	6.5	6.5					88																														
19	14	22	6.5	6.5					88																														
20	14	36	6.5	6.5					88																														
21	14	108	6.5	6.5					88																														
22	14	93	6.5	6.5					88																														
23	14	93	6.5	6.5					88																														
24	14	91	6.5	6.5					88																														
25	14	91	6.5	6.5					88																														
26																																							
27																																							
28																																							
29																																							
30																																							
31																																							
32																																							
33																																							
34																																							
35																																							

Consumo de explosivos y accesorios					TOTALES					
Malla	N° TAL	Muestra	Dens. inicial	Dens. Final 20mm	N° TAL	Dg Mezcla	G. Inicial	G. Final	G. Total	% D-2
59	2	ANISO		0.39	24	300	4.0	4.9	145	6%

Agentes	Inicial	Saldo	Consumo
Nitrato	251	269	3819
Emulsion	251	269	0
D-2	251	269	0

Diametro de los taladros: 9 7/8

Observaciones: De Cargo 25 Taladros / De Muestra 11 Taladros ENAEX / De Operarios y Disparadores

ANEXO n.º 2. Hoja de carguío camión 26, nivel 4030.

**EXSA**

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES

Operador: Paul Zava Chavez Operario: Walter Gonzalez Guardia: 0 Tajo: Quecher SVE-F-27  
 Supervisor: José Patino Fecha: 16-10-17 Camión: A.26 Hora: 01 Viaje: 01 Turno: 01 Nivel: 4030 Edición 01-2016

N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL				
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produc.	Taco Inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Bposter (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)
1	55	610	9.30	9.30		ANFO	ANFO	139	6.20														
2	"	611	9.30	9.50				140	6.0														
3	"	612	9.30	9.60				140	6.20														
4	"	613	9.30	9.50				141	6.10														
5	"	614	9.30	9.60				140	6.20														
6	"	615	9.30	9.60				142	6.30														
7	"	616	9.40	9.40				153	5.40														
8	"	617	9.50	9.50				139	6.0														
9	"	510	9.30	9.60				140	6.20														
10	"	511	10.0	10.0				150	6.10														
11	"	512	10.0	9.50				139	6.0														
12	"	513	10.0	9.60				141	6.30														
13	"	514	10.0	9.50				140	6.20														
14	"	514	10.0	10.0				160	6.10														
15	"	516	9.50	9.50				141	6.0														
16	"	512	7.50	9.50				140	6.0														
17	"	722	10.00	10.00			41																
18	"	720	10.20	10.20			41																
19	"	717	10.90	10.90			40																
20	"	713	10.60	10.60			40																
21	"	714	10.30	10.30			41																
22	"	715	10.30	10.30			40																
23	"	716	10.30	10.30			40																
24	"	717	10.30	10.30			41																
25	"	717	10.30	10.30			40																
26	"	719	10.30	10.30			40																
27	"	721	10.30	10.30			41																
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							

Consumo de explosivos y accesorios

Malla	N° TAL	Mezcla	Dens. Inicial	Dens. Final 20 mm	N° TAL	Kg por corte	Gr. Inicial	Gr. Final	Gr. Total	% D-2
55	612	ANFO	0.39		612	140	2.9	2.5	2.6	90.596
					616	153	15.7	18.7	2.9	2.932

TOTALES: 445 2295

Agentes	Inicial	Saldo	Consumo
Nitrato		3484	2376
Emulsión		1100	0
D-2			31.2

Firma Supervisor: [Firma] Firma operador: [Firma]

Dímetro del los taladros: 9 1/8

Observaciones: \* Intento ENFO, se usó en carguío en taladro 610 y 611 solo en taladro 721  
\* Proyectado ANFO 5.2 x 6.5 adyacente BIS 3.5 x 5.2  
\* Proyecto carguío y disparo el 16-10-17

ANEXO n.º 3. Hoja de carguío camión 29, nivel 4030 - 17.

**XELSA** CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES

Operador: Seundo Valencia C. Operario: Walter Gonzales Guardia: B Tajo: Quecher H. SVE-F-27  
 Supervisor: Luis Balvin Fecha: 17-10-17 Camión: 29 Hoja: 01 Viaje: 01 Turno: D Nivel: 4030 Edición 01-2016

N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.					
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Producc.	Taco Inicial (m)	Taco Final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)	
1	58	433	10	9.7			40																	
2	11	626	10	9.8				155																
3	11	732	10	9.8			40																	
4	11	625	10	10				162																
5	11	525	10	10				166																
6	11	524	10	10				168																
7	11	624	10	10				165																
8	59	201	10	10					225															
9	58	523	10	10				165																
10	59	204	10	10					222															
11	58	522	10	9.7				151																
12	11	203	10	10					222															
13	11	34	10	10					220															
14	11	16	10	10					222															
15	11	32	10	10					220															
16	11	15	10	10					225															
17	11	30	10	10					229															
18	11	29	10	10					225															
19	11	14	10	10					225															
20	58	518	9.5	9.5				156																
21	11	817	9.5	9.5				155																
22	11	618	10	10				163																
23	11	619	9.5	9.5				174																
24	11	724	9.5	9.5			40																	
25	11	723	10	10			40																	
26	11	725	9.5	9.5			40																	
27	11	520	9.5	8				120																
28	11	620	9.5	9.5				142																
29	11	726	9.5	9.5			90																	
30	11	621	9.5	9.5				143																
31	11	521	10	9.5				143																
32	11	722	9.5	9.5			40																	
33	11	723	9.5	9.5			40																	
34	11	622	9	9				130																
35	11	724	10	10			40																	

Consumo de explosivos y accesorios

Malla	N° TAL	Mezcla	Dens. Inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	kg Mezcla	Gl. Inicial	Gl. Final	Gl. Total	% D-2
58	226	ANFO		0.792						

TOTALES: 5753, 360, 2078, 2231

Agentes: Inicial 25.6, Medio 11.0, Emulsión 11.0, D-2 11.0

Salida: 25.6, 11.0, 11.0, 11.0

Entrada: 44.2, 22.0, 22.0, 22.0

Fecha Supervisor: 17/10/17, Firma operador: [Firma]

Observaciones: De Carga 38 taladros / Se W. lro Emox. ANFO. / Cargados y disparados

Diametro del los taladros: 9 5/8

ANEXO n.º 4. Hoja de carguío camión 29, nivel 4030 – 17 - 2.

**CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES**

Operador: *Severdo Valencia* Operario: *Walter Gonzales* Guardia: *B* Tajo: *Quecher* SVE-F-27  
 Supervisor: *Levi Balboa* Fecha: *13-10-17* Camión: *29* Hoja: *02* Viaje: *01* Turno: *04* Nivel: *4030* Edición 01-2016

N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MESCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.				
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Producc.	Taco Inicial (m)	Taco Final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)
1	SB	623	10	10																			
2	u	330	10	10			40	164															
3	w	331	10	10			40																
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							

**Consumo de explosivos y accesorios**

Malla	N° TAL	Mescla	Dens. Inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	Kg Mescla	GA Inicio	GA Final	GA Total	% D-2
SB	623	MANTA		0.237	30	164				

**TOTALES**

Agentes	Inicial	Saldo	Consumo
Mirap	Mirap	3	3
Emulsión	Emulsión		
D-2	D-2		

Firma Supervisor: *[Signature]* Fecha Supervisor: *[Signature]*

Diametro del los taladros: *97/8*

Observaciones: \_\_\_\_\_

ANEXO n.º 5. Hoja de carguío camión 29, nivel 4030 - 18.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES																										
Operador: Segundo Valencia		Operario: Erminio Mejia		Guardia: B		Tajo: Quecher M.		SVE F-27																		
Supervisor: Luis Balboa		Fecha: 18-10		Camión: 29		Hoja: 01		Viaje: 02		Turno: Dia		Nivel: 4030		Edición 01-2016												
N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES						CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL								
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Advacente	1ra y 2da	Produc.	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonei (Pz)	Elect. (Pz)			
1	60	701	9.2	9.2			50			10.4																
2		702	10	10			50			10.2																
3		703	10	10			50			10.2																
4		704	9.8	9.7			50			10.2																
5		705	9.9	9.9			50			10.2																
6		706	10	10			50			10.2																
7		707	10	10			50			10.2																
8		708	10	10			50			10.2																
9		601	10.5	10.4				168		10.4																
10		602	10.5	10.4				192		10.4																
11		603	10.5	10.4				163		10.4																
12		604	10.5	10.4				135		10.4																
13		605	10.5	10.4				156		10.4																
14		606	10.5	10.4				181		10.4																
15		502	10.5	10.4				183		10.4																
16		503	10.5	10.4				184		10.4																
17		504	10.5	10.4				139		10.4																
18		505	10.5	10.4				180		10.4																
19		506	10.5	10.4				133		10.4																
20		507	10.5	10.4				190		10.4																
21		607	10.5	10.4				191		10.4																
22	68	709	10	10			50			10.2																
23		710	10	10			50			10.2																
24		608	9	9				160		10.2																
25		609	9.3	9.3				130		10.2																
26	4	711	10	10			50			10.2																
27		712	10	10			50			10.2																
28		713	10	10			50			10.2																
29		610	9.3	9.3				175		10.2																
30	81	3	10.5	10.5					282	6.4																
31		8	10.5	10.5					290	6.4																
32		12	10.5	10.5					282	6.4																
33		1	10.5	10.5					289	6.4																
34		201	10.5	10.5					238	6.4																
35		70	10	10					233	6.4																

Consumo de explosivos y accesorios		TOTALES		6998	650	2818	1703
N° Malla	N° TAL	Mezcla	Dens. Inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	Ig Mezcla	Gl. Inicio
68	705	100%	1.23	0.98			
		Emul.					

Agentes	16	Agente	30	Salin	35	Consumo	35
Nitrato	705	Emulsion	705	3054	3054	6998	
D-2		D-2					

Diametro del los taladros 9 3/8

Observaciones: Se cargo 44 taladros / Se utilizo Emulsion Q. / Se cargó en bandeja y sobre cargados y disparados / 100% clasificada / Se cargó en el yaludro 40 sobre Detritus

ANEXO n.º 6. Hoja de carguío camión 29, nivel 4030 – 18 - 2.

**EXSA** CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES

Operador: *Secondo Valencia* Operario: *Kenny* Guardia: *B* Tajo: *Quecher Mo* SVE F-27  
 Supervisor: *Luis Colman* Fecha: *18-12-17* Camión: *29* Hora: *02* Vial: *02* Turno: *Prim* Nivel: *4030* Edición 01-2016

N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MESCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.				
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produc.	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Mañiga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonei (Pz)	Elect. (Pz)
1	61	21	9.6	9.5					261	5.8	4.5										/	/	
2	u	22	9	8.2					218	5.5	4.5										/	/	
3	v	26	9	9					225	5.6	4.5										/	/	
4	v	22	9	9					219	5.6	4.5										/	/	
5	v	38	10.2	10.6					205	5.5	4.5										/	/	
6	u	23	10.5	8.5					200	5.5	4.5										/	/	
7	u	29	10	8					129	5.4	4.5										/	/	
8	u	24	10	8					126	5.4	4.5										/	/	
9	u	40	7.5	7.5					150	5.2	4.5										/	/	
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							

Consumo de explosivos y accesorios **TOTALES** *182+*

Malla	N° TAL	MajM	Dens. Inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	Kg Mezcla	Gl. Inicial	Gl. Final	Gl. Total	% D-2
60	40	100%	1.33	0.90						

Agentes Inicial Sado *9* *9* Consumo  
 Nitrate Nitrate  
 Emulsion Emulsion  
 D-2 D-2  
 Firma Supervisor Firma Operario *[Firma]*

Diametro del los taladros *9 7/8*

Observaciones:

ANEXO n.º 7. Hoja de carguío camión 26, nivel 4030.

**EXSA** CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES

Operador: Paul Enzo Chavez Operario: Jorge Gallo Guardia: B Tajo: Quetcher SVE F-27  
 Supervisor: dis Pabini Fecha: 18-10-17 Camión: 0.26 Hoja: 01 Vial: 03 Turno: 0.8 Nivel: 4030 Edición 01-2016

N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.					
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produce.	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tullipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)	
1	6	6	11.0	11.0				100x8	100x0	310	6.60	5.20												
2	"	5	10.0	10.0						282	5.20	4.50												
3	"	4	10.0	10.0						283	5.20	4.60												
4	"	19	10.0	10.0						284	5.20	4.60												
5	"	18	10.0	10.0						287	5.20	4.60												
6	"	33	10.50	10.50						286	6.40	5.10												
7	"	34	9.40	9.50						286	5.30	4.50												
8	"	35	9.40	9.40						260	6.10	5.0												
9	"	50	9.60	9.60						261	5.20	4.30												
10	"	35	6.0	6.0						100	4.50	4.0												
11	"	69	6.50	6.50						119	4.20	4.0												
12	"	74	6.50	6.50						115	4.20	4.0												
13	"	56	6.10	6.30						112	5.0	4.30												
14	60	710	7.20	9.30				809		6.30	5.30													
15	"	504	7.30	9.30				808		6.30	5.30													
16	"	508	9.0	9.0				802		6.0	5.0													
17	61	68	7.0	7.0						121	5.10	4.60												
18	"	55	7.50	7.50						129	5.60	5.10												
19	"	67	7.50	7.50						130	5.60	5.0												
20	"	73	7.0	7.0						122	5.70	4.60												
21	"	74	7.0	7.0						139	6.0	5.30												
22	"	77	7.0	7.0						137	6.0	5.30												
23	"	53	7.60	9.60						145	6.70	5.60												
24	"	84	7.0	8.0						141	6.0	5.30												
25	"	"	8.0	8.0						142	6.0	5.30												
26	"	"	6.0	7.0						143	6.10	5.50												
27	"	"	2.0	2.0						144	6.10	5.40												
28	"	"	2.0	2.0						143	6.10	5.40												
29	"	"	2.0	2.0						144	6.10	5.30												
30	"	"	2.0	2.0						143	6.10	5.30												
31	"	"	2.0	2.0						144	6.10	5.30												
32	"	"	2.0	2.0						144	6.10	5.30												
33	"	"	2.0	2.0						147	6.20	5.40												
34	"	"	2.0	2.0						143	6.10	5.30												
35	"	"	2.0	2.0						143	6.10	5.30												

Consumo de explosivos y accesorios

Malla	N° TAL	Mezcla	Dens. Inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	Rg Mezcla	Ql. Inicial	Ql. Final	Ql. Total	% D-2
61	19	602A	1.323	0.908	624	5600				

TOTALES: 624 5600

Agentes	Inicial	Sello	Consumo
Nitrato	4020	4029	9
Emulsion	4000	4336	336
D-2	D-2		

Firma Supervisor: [Signature] Firma Operador: [Signature]

Observaciones: \* Emulsion Q se inicio en taladro 6.  
 \* Producción OXS 7x8 Procedi. 5.2 x 1.5 Ranja 11.5 x 5.5  
 \* Proyecto cargado y disporados el 18-10-17

Diametro del los taladros: 7 1/2



ANEXO n.º 8. Hoja de carguío camión 26, nivel 4030 - 2.

EXSA		CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES																						
Operador: <u>Paul Inga Chavez</u>		Operario: <u>Jorge Gallo</u>			Guardia: <u>B</u>		Tajo: <u>Quecher</u>		SVE-F-27															
Supervisor: <u>David Balbin</u>		Fecha: <u>18-10-17</u>			Camión: <u>226</u>		Hoja: <u>02</u>		Viaje: <u>03</u>		Turno: <u>D-4</u>		Nivel: <u>4030</u>		Edición 01-2016									
N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPADAS		ACCESORIOS VOL					
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produc.	Taco Inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuflex (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	Nonel (Pz)	Elect. (Pz)	
1	61	908	8.0	8.0					142	6.10	5.30													
2	"	907	8.0	8.0					143	6.20	5.40													
3	"	906	8.0	8.0					144	6.10	5.30													
4	"	905	8.0	8.0					143	6.10	5.30													
5	"	904	8.0	8.0					145	6.30	5.50													
6	"	902	8.0	8.0					142	6.30	5.50													
7	"	903	8.0	8.0					143	6.10	5.40													
8	"	901	8.0	8.0					142	6.20	5.40													
9	"	84	8.0	8.0					143	6.10	5.30													
10	"	24	8.0	8.0					142	6.10	5.30													
11	"	24	8.0	8.0					143	6.20	5.40													
12	"	52	8.60	8.60					149	6.30	5.60													
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
34																								
35																								

Consumo de explosivos y accesorios				TOTALS				1721				12				12			
Malla	N° TAL	Mezcla	Dens. inicial	Dens. Final 20 min	N° TAL	Rg Mezcla	Ql. Inico	Ql. Final	Ql. Total	% D-2	Agentes	Inicial	Saldo	Consumo	Agentes	Inicial	Saldo	Consumo	
61	14	100.0	1.323	0.901							Nitrato	7000	7000		Nitrato	7000	7000		
											Emulsion	7000	7000		Emulsion	7000	7000		
											D-2				D-2				

Observaciones: Emulsion Q, se solo en taladro 52 9 7/8

proyecto cerrado y disparado el 18-10-17

ANEXO n.º 9. Hoja de carguío camión 26, nivel 4040.

**CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES**

Operador: Pau zaga chavez Operario: Jaime Gallo Guardia: 8 Tajo: Quecher  
 Supervisor: Luis Galbin Fecha: 10-10-17 Camión: 6-26 Hoja: 02 Vial: 01 Turno: 8:00 Nivel: 4040 SVEIF-27 Edición 03-2016

Nº	Malla	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MALLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES							CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.					
		Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Adyacente	1ra y 2da	Produc.	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Px)	Cartulinas (Px)	Manga (m)	Reten (Px)	Tulpan (Px)	Explos (Px)	Separá (Px)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Px)	Harrel (Px)	Elect. (Px)	
1	53	653	7.20	7.20			ANFO	ANFO															
2	"	552	7.30	7.30			83		5.20												1	2	
3	"	652	7.30	7.20			103		5.20												1	2	
4	"	551	8.0	8.0			87		5.20												1	2	
5	"	651	8.50	8.50			103		5.20												1	2	
6	"	650	8.90	8.90			123		5.90												1	2	
7	"	550	9.0	9.0			105		5.60												1	2	
8	54	23	8.0	8.0				149	4.60												1	2	
9	"	23	8.10	8.10				149	4.70												1	2	
10	"	302	8.0	8.0				148	4.50												1	2	
11	"	46	8.20	8.20				147	4.80												1	2	
12	"	27	8.0	8.0				148	4.50												1	2	
13	"	23	8.10	8.10				149	4.70												1	2	
14	"	23	8.0	8.0				150	4.60												1	2	
15	"	49	8.40	8.40				149	5.0												1	2	
16	"	307	8.60	8.60				170	4.60												1	2	
17	"	303	8.0	8.0				151	4.60												1	2	
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							

Consumo de explosivos y accesorios

Malla	Nº Tal	Ag. Mezcla	Consumo Inicial	Consumo Final (litros)
53	21	ANFO	0.903	

TOTALES: 736 Kg Mezcla, 1507 Litros

Nº Tal	Ag Mezcla	Consumo Inicial	Consumo Final	Consumo Total	Nº S
21	ANFO	0.903	0.903	0.903	1

Agente: ANFO, Precio: 11000, Consumo: 2110  
 Nivel: 4040, Cantidad: 11000, Nivel: 4040, Consumo: 2110  
 B-3, B-3, Fecha: 10/10/17, Operador: [Firma]

Observaciones: \* Nitrota mas  
\* Produccion Bx5 7.0 x 8.0 Procedimiento Bx5 4.5 x 6.5  
\* Proyecto Nitrota sp 10-10-17

Diametro del los taladros: 7.38

ANEXO n.º 10. Hoja de carguío camión 29, nivel 4040.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE AGENTES DE VOLADURA, CAMIONES MEZCLADORES																								
Operador: <i>Leonardo Valencia</i>			Operario: <i>Leonardo Campiano</i>			Guarda: <i>B</i>		Tajo: <i>Quecher H</i>		SVEF-27														
Supervisor: <i>Raul Valencia</i>			Fecha: <i>10-10-13</i>			Camión: <i>29</i>		Hala: <i>01</i>		Vista: <i>01</i>		Turno: <i>dia</i>		Nivel: <i>4040</i>		Edición: 01-2016								
N°	Malla	N° TAL	IDENTIFICACIÓN TALADRO			MAILLA Y MEZCLA EXPLOSIVA				ACCESORIOS ADICIONALES						CARGAS DESACOPLADAS		ACCESORIOS VOL.						
			Diseño (m)	Real (m)	Agua (m)	Pre corte	Asyacente	1ra y 2da	Produc.	Taco inicial (m)	Taco final (m)	Tpx (Pz)	Cartuchos (Pz)	Manga (m)	Reten (Pz)	Tulipan (Pz)	Explo (Pz)	Separa (Pz)	DECK Kg	DECK Kg	Booster (Pz)	None! (Pz)	Elect. (Pz)	
1	S1	44	10	8				132	5.3	4.5												1	2	
2	U	28	10	8				122	5.3	4.5												1	2	
3	U	30	10	8				123	5.3	4.5												1	2	
4	U	23	10	8				122	5.3	4.5												1	2	
5	U	68	10	8				121	5.3	4.5												1	2	
6	U	67	10	8				122	5.3	4.5												1	2	
7	U	25	10	8				122	5.3	4.5												1	2	
8	U	46	10	8				121	5.3	4.5												1	2	
9	U	121	10	8				120	5.3	4.5												1	2	
10	U	122	10	8				121	5.3	4.5												1	2	
11	U	123	10	8				122	5.3	4.5												1	2	
12	U	150	10	8				123	5.3	4.5												1	2	
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
34																								
35																								

Consumo de explosivos y accesorios						TOTALES					
Malla	N° TAL	Sección	Dens. inicial	Dens. Final 20 min	% D.2	N° TAL	Kg Mezcla	Q. Mezcla	Q. Agua	Q. Total	% D.2
53	45	100%	1.32	1.00		2234					

Agente	Inicial	Final	Tallos	Camión
Aluminio	5000	5000	12	24
Emulsión	1000	1000	2228	2238
D.2				

Observations: *De Cargo 12 Taladros Cargados y Disparados* / *Diametro de los taladros 97/8* / *Se usó emulsión Q 100% Gasificado* / *Se perforo en Rueda. Se solo en Pie como*





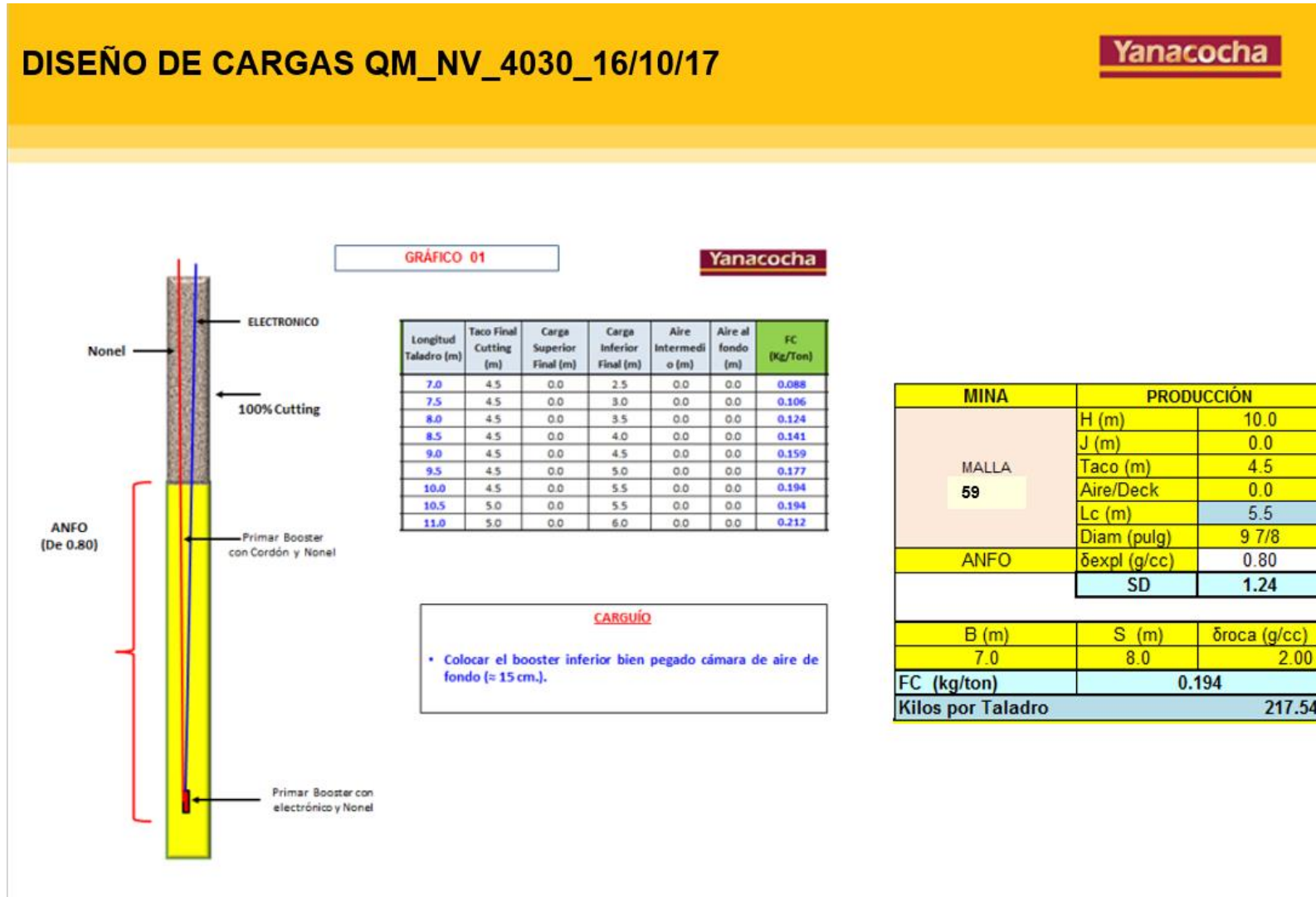
ANEXO n.º 13. Costos de perforación y voladura.

Cod Sap	Item Name	UOI	Price/USD 31/ener															
62040355	EMULSION, TYPE: POWERSPLIT, DIM: 1-1/2" X 16" 15	KG	3.6															
60313120	CORD,TYPE: 10P & 5P, USE: CORD DETONANT	M	0.3															
60349566	BOOSTER,DEMOLITION CHARGE, TYPE DESIGNATION: BM-450-3H, 1 LB	EA	4.1477															
61176277	DETONADOR Digishot Plus	EA	21.5															
60213465	DETONATOR, TYPE: NONEL, TIME DELAY: 600 MS, LENGTH: 13.4 MT	EA	2.5147															
60343008	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 100 LENGHT: 10.3 MTS	EA	3.455															
60374278	CONNECTOR, SURFACE, BI-DIRECCIONAL, TIME_DELAY: 200 MS, LENGTH: 0.9 MT	EA	2.0064															
60213463	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 17 MS LENGHT: 12.2 MTS	EA	3.695															
60213477	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 25 MS, LENGHT: 12.2 MTS	EA	3.5918															
60213482	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 35 MS, LENGHT: 12.2 MTS	EA	3.198															
60213485	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 67/65 MS, LENGHT: 12.2 MTS	EA	3.9989															
60213470	DETONATOR, NONEL EZTL, TIME DELAY: 42 MS, LENGHT: 12.2 MTS	EA	3.7289															
60358907	SHOT-SHELL, TYPE: PRIMER, USE: DETONATOR FOR 400 MT LSEF LINE	EA	0.3477															
60367737	LINE, TYPE: LSEF 500 MT, PRESENT: BX X 2 EA	EA	130.0458															
60359716	NITRATE, TYPE: AMMONIUM NITRATE, ADDITION: GRADE ANFO	KG	0.63621															
60372743	EMULSION SLURREX MA	KG	0.51727															
61177070	EMULSION SLURREX G	KG	0.54603															
62037075	EMULSION SLURREX TC	KG	0.53103															
60337789	CONE:BLASTING, DIM: 10-5/8, COVIACI	EA	6.5282															
60318960	SEPARATOR:BLASTING, COVIACI	EA	3.8086															
61071352	TAPONEX, DIM: 10-5/8 IN	EA	7.49															
60373841	EXPLODECK, W/ NONFLAMMABLE AEROSAL	EA	9.5															
62040308	SLEEVE,TYPE:FLEX ANTISTATIC;CONSTRUCTION:CARTRIFLEX, ROLLO X 15 MTS	EA	15.82															
62040309	PLUG,TYPE:STEMMING;LENGTH:5IN;CONSTRUCTION:TULIP TAPONEX	EA	5.35															
82044484	NITRATO DE AMONIO QUANTEK	KG	0.50821															
	DIESEL	KG	0.8847352										GL					2.84
					0.269875	0.250825	0.200025											
	CCOSTO DE LA MEZCLA EXPLOSIVA	\$/ Kg		\$/ m (10 5/8")	\$/ m (9 7/8")	\$/ m (7 7/8")	NITRATO (%)	EMULSION (%)	DIESEL (%)	DENSIDAD (TM/m3)	Esponjamiento							
	ANFO	KG	0.651	30.17	26.06	16.57	0.94	-	0.06	0.81	0%							
	HA 37	KG	0.615	36.94	31.91	20.30	0.66	0.30	0.04	1.05	0%							
	HA 46	KG	0.603	41.05	35.46	22.55	0.56	0.40	0.04	1.19	0%							
	HA 55	KG	0.591	42.94	37.09	23.59	0.47	0.50	0.03	1.27	0%							
	HA 64	KG	0.579	42.73	36.91	23.47	0.38	0.60	0.02	1.29	0%							
	HA 73 (G+Q)	KG	0.534	41.55	35.89	22.82	0.30	0.70	-	1.36	13%							
	EMULSION	KG	0.546	41.85	36.15	22.99	-	1.00	-	1.34								

ANEXO n.º 14. Reporte de guardia banco 4030.



ANEXO n.º 15. Reporte de guardia banco 4030.

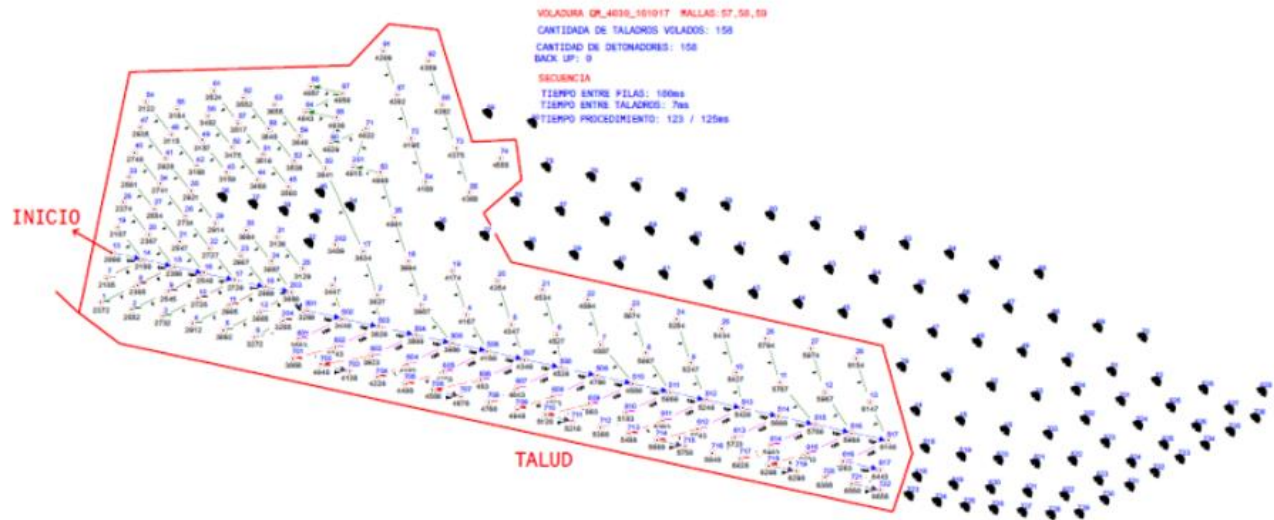




ANEXO n.º 16. Reporte de guardia banco 4030.

## PLANO DE SECUENCIA\_ VOLADURA QM\_NV\_4030\_16/10/17

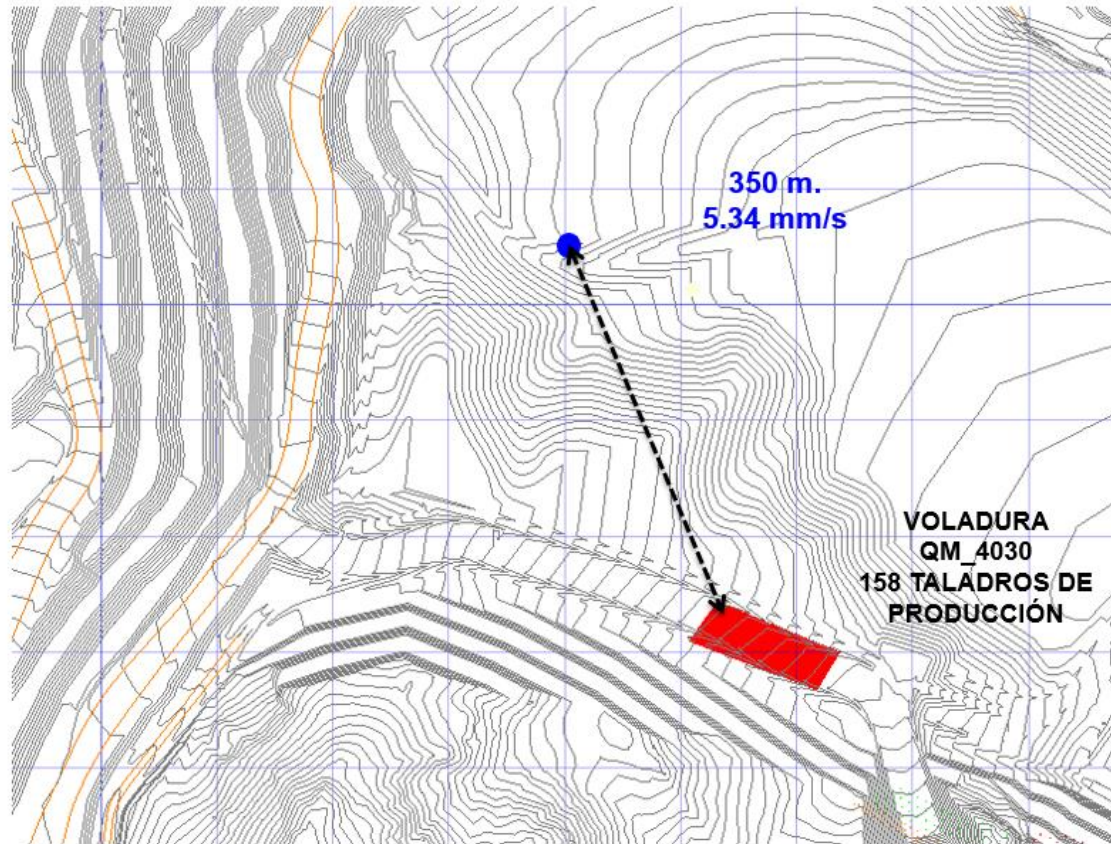
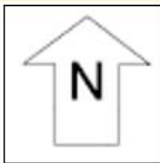
**Yanacocha**



ANEXO n.º 17. Reporte de guardia banco 4030.

## UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO DE VIBRACIONES QM\_NV\_4030\_16/10/17

**Yanacocha**



ANEXO n.º 18. Reporte de guardia banco 4030.

## RESULTADOS DEL MONITOREO QM\_NV\_4030\_16/10/17

Yanacocha

### Sismógrafo instalado en perímetro de poza.

Date/Time Tran at 09:57:14 October 16, 2017  
 Trigger Source Geo: 0.500 mm/s  
 Range Geo: 31.7 mm/s  
 Record Time 10.0 sec at 1024 sps  
 Job Number: 1

Serial Number BE10581 V 10.72-8.17 MiniMate Plus  
 Battery Level 6.1 Volts  
 Unit Calibration May 19, 2017 by Geoinstruments  
 File Name L581H42J.NEO

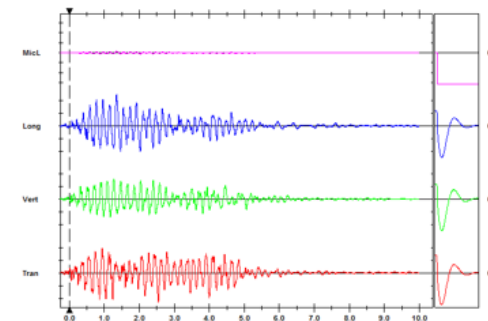
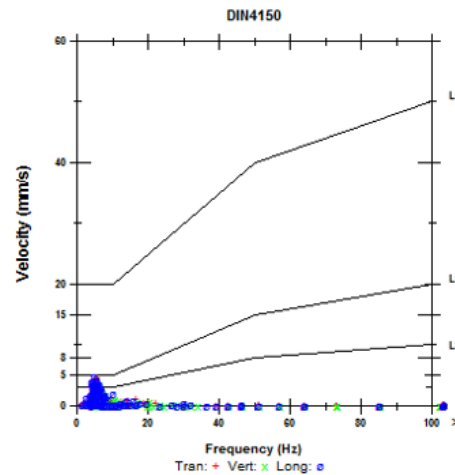
Notes  
 Location: Cajamarca  
 Client: Yanacocha  
 User Name: Asistencia T onica EXSA  
 General:

Extended Notes  
 Tajo YANACOCCHA MV\_3862

Microphone Linear Weighting  
 PSPL 1.50 pa.(L) at 1.470 sec  
 ZC Freq 6.8 Hz  
 Channel Test Check (Freq = 0.0 Hz Amp = 0 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	4.54	3.19	4.92	mm/s
ZC Freq	5.8	6.9	4.9	Hz
Time (Rel. to Trig)	2.543	1.275	1.350	sec
Peak Acceleration	0.0249	0.0182	0.0232	g
Peak Displacement	0.122	0.0849	0.154	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.4	7.6	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.9	3.5	4.2	

Peak Vector Sum 5.34 mm/s at 1.350 sec



PPV= 5.34 mm/s

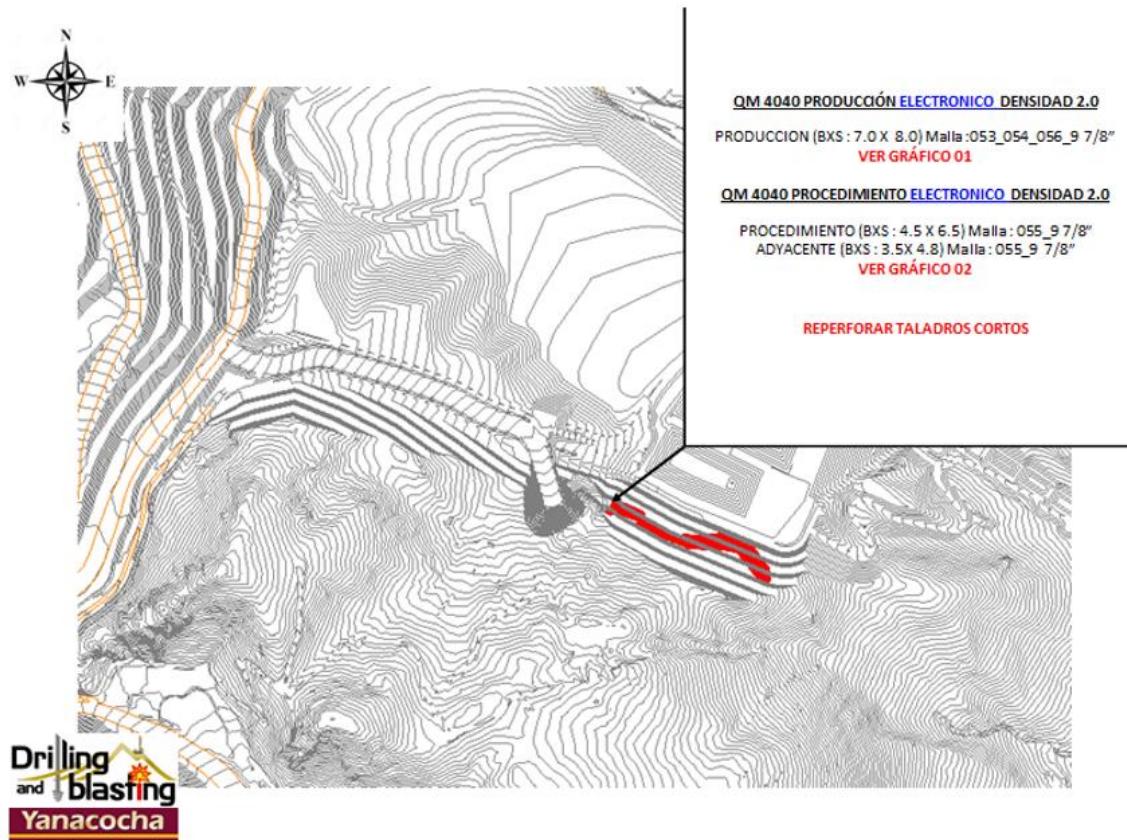
SISMÓGRAFO INSTALADO A 350 metros  
DEL DISPARO ELECTRÓNICO

Coordenadas:  
X: 18410  
Y: 28052

ANEXO n.º 19. Reporte de guardia banco 4040.

## UBICACIÓN DEL DISPARO QM\_NV\_4040\_08/10/17

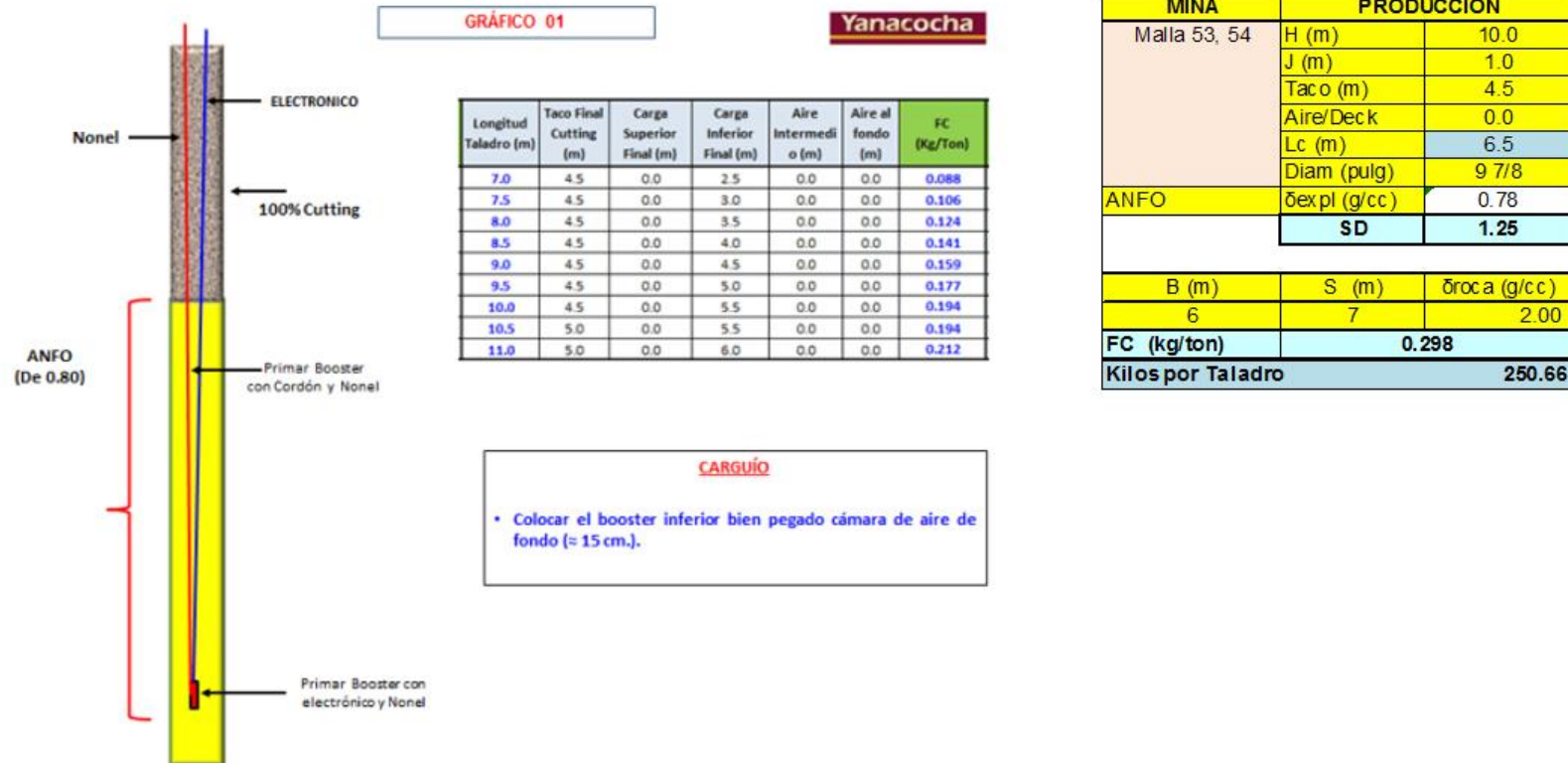
**Yanacocha**



ANEXO n.º 20. Reporte de guardia banco 4040.

## DISEÑO DE CARGAS QM\_NV\_4040\_08/10/17

**Yanacocha**

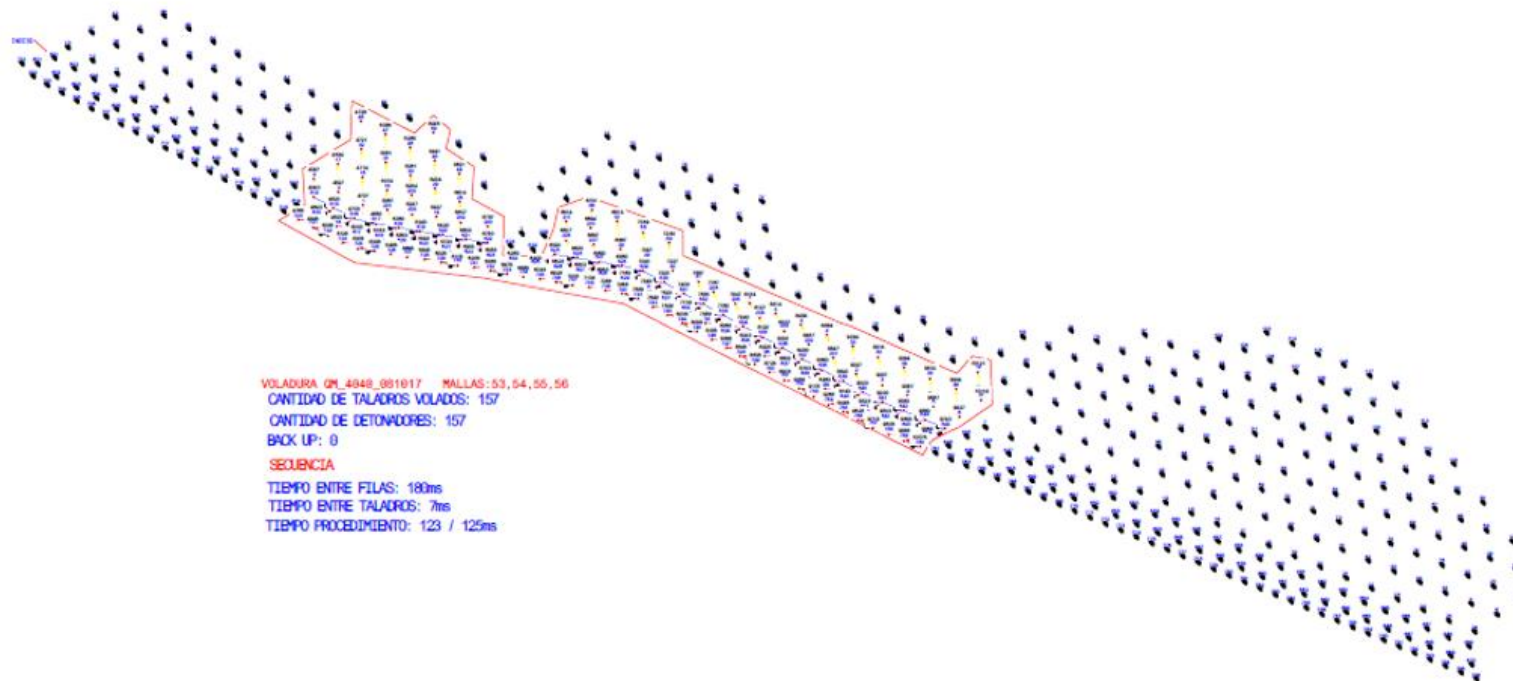


ANEXO n.º 21. Reporte de guardia banco 4040.

## PLANO DE SECUENCIA\_ VOLADURA QM\_NV\_4040\_08/10/17

Yanacocha

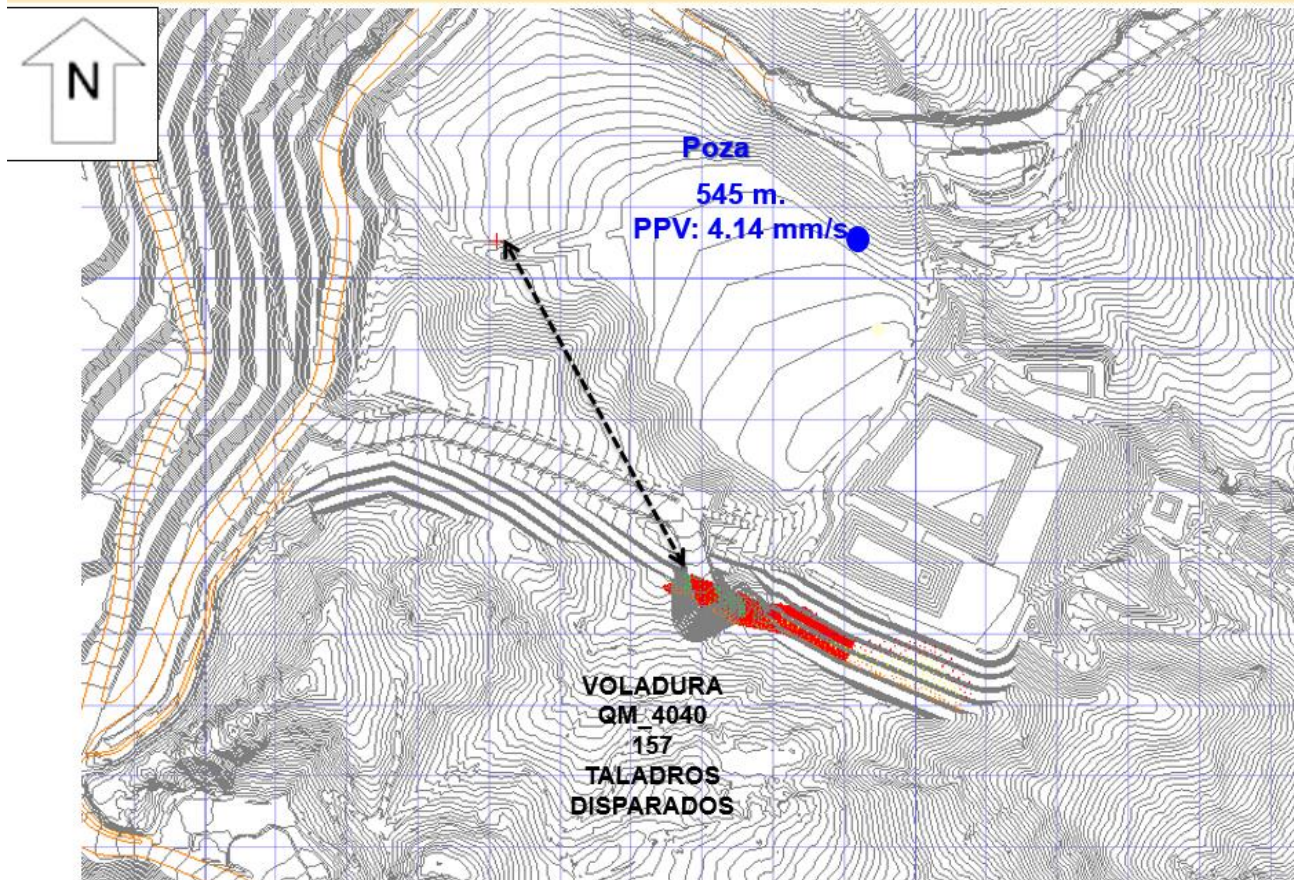
ROW	ROW	NO. TALADROS	DM
1	1	43	4
2	2	72	5
3	3	234	6
4	4	210	7
5	5	4	8
6	6	137	9
7	7	50	10
8	8	20	11
TOTAL	N	157	157
NAI	CM	157	157



ANEXO n.º 22. Reporte de guardia banco 4040.

## UBICACIÓN PUNTOS DE MONITOREO DE VIBRACIONES QM\_NV\_4040\_08/10/17

**Yanacocha**



ANEXO n.º 23. Reporte de guardia banco 4040.

## RESULTADOS DEL MONITOREO TO\_NV\_3312\_08/10/17

**Yanacocha**

### Sismógrafo instalado cerca a poza

Date/Time Tran at 17:37:42 October 8, 2017  
 Trigger Source Geo: 0.410 mm/s  
 Range Geo: 31.7 mm/s  
 Record Time 7.0 sec at 1024 sps  
 Job Number: 1

**Notes**

Location: Cajamarca  
 Client: Yanacocha  
 User Name: Asistencia Técnica EXSA  
 General:

**Extended Notes**

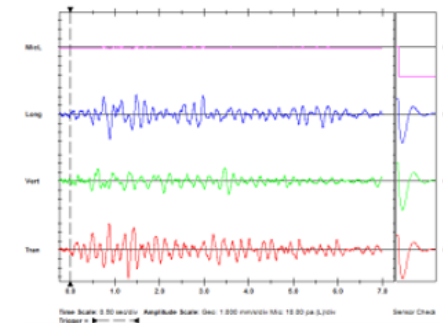
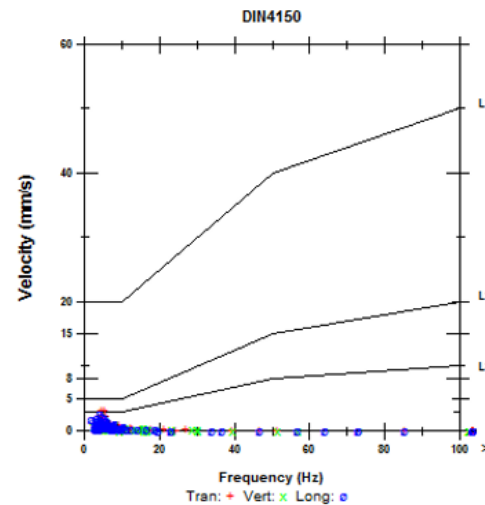
Tajo YANACOCCHA MV\_3882

Microphone Linear Weighting  
 PSPL 1.00 pa.(L) at 0.874 sec  
 ZC Freq 6.9 Hz  
 Channel Test Check (Freq = 0.0 Hz Amp = 0 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.25	1.52	2.79	mm/s
ZC Freq	5.6	4.5	4.2	Hz
Time (Rel. to Trig)	1.298	3.480	0.880	sec
Peak Acceleration	0.0149	0.00829	0.0116	g
Peak Displacement	0.0946	0.0542	0.0881	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.5	7.6	Hz
Overswing Ratio	4.1	3.7	4.2	

Peak Vector Sum 4.14 mm/s at 0.876 sec

Serial Number BE10581 V 10.72-8.17 MiniMate Plus  
 Battery Level 6.0 Volts  
 Unit Calibration May 19, 2017 by Geoinstruments  
 File Name L581H30B.MU0



PPV= 4.14 mm/s

SISMÓGRAFO INSTALADO A 545 metros  
DEL DISPARO ELECTRÓNICO

Coordenadas:  
X: 18410  
Y: 28052



ANEXO n.º 24. Procesamiento de datos.

DATOS GENERALES							
FECHA	BANCO	ALTURA DE BANCO	ALTURA DE TACO	SOBRE PERFORACIÓN	ALTURA DE DISEÑO	MALLA	ALTURA PROMEDIO POR MALLA
02-oct-17	QM-4040	10	5.5	1.0	11	51	11.22
04-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	53	10.89
08-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	53	10.89
08-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	54	9.21
09-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	54	9.21
09-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	54	9.21
14-oct-17	QM-4040	10	4.5	1.0	11	54	9.21

ANEXO n.º 25. Procesamiento de datos.

VOLADURA															
ALTURA PROMEDIO POR MALLA SIN SOBRE PERFORACIÓN	DISEÑO DE TALADROS	Nº TALADROS	ALTURA EXPLOSIVO	DENSIDAD	TIPO DE MEZCLA	CANTIDAD DE EXPLOSIVO (Kg)	NITRATO	DIESEL	EMULSIÓN	COSTO VOLADURA (\$)	ALTURA EXPLOSIVO SIN SOBRE PERFORACIÓN (m)	COSTO VOLADURA SIN SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)	DIFERENCIA COSTOS %	
10.22	PROD 9 7/8 7.0X8.0	14	3.5	2.0	70/30 EMUL-Q	3368	1010.4	0.0	2357.6	1758.64	2.5	1256.17	502.47	140%	
9.89	PROD 9 7/8 7.0X8.0	30	3.5	2.0	70/30 EMUL-Q	6118	1835.4	0.0	4282.6	3796.14	2.5	2691.79	1104.35	141%	
9.89	PROD 9 7/8 7.0X8.0	1	6.5	2.0	EMULSION Q	227	0.0	0.0	227.0	235.00	5.5	198.85	36.15	118%	
8.21	PROD 9 7/8 7.0X8.0	56	6.5	2.0	ANFO	10555	9921.7	633.3	0.0	9485.93	5.5	8026.56	1459.37	118%	
8.21	PROD 9 7/8 7.0X8.0	12	6.5	2.0	70/30 EMUL-Q	2344	703.2	0.0	1640.8	2799.46	5.5	2368.78	430.69	118%	
8.21	PROD 9 7/8 7.0X8.0	46	6.5	2.0	ANFO	8241	7746.5	494.5	0.0	7,792.01	5.5	6,593.24	1198.77	118%	
8.21	PROD 9 7/8 7.0X8.0	28	6.5	2.0	ANFO	4053	3809.8	243.2	0.0	4,742.97	5.5	4,013.28	729.69	118%	
		187											5461.49		

ANEXO n.º 26. Procesamiento de datos.

PERFORACIÓN				
ALTERACION/TIPO DE MATERIAL	COSTO REAL	COSTO SIN SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)	DIFERENCIA COSTOS %
Suave	1756.90	1600.254614	156.645061	110%
Suave	3655.42	3319.7564	335.667988	110%
Suave	121.85	110.6585467	11.1889329	110%
Suave	5770.80	5144.223804	626.580244	112%
Suave	1236.60	1102.333672	134.267195	112%
Suave	4740.30	4225.61241	514.690915	112%
Suave	2885.40	2572.111902	313.290122	112%
			2092.33046	

7553.82

ÉSTE ES EL VALOR QUE SE AHORARÍA SÍ SE ELIMINA EL METRO DE SOBRE PERFORACIÓN

ANEXO n.º 27. Procesamiento de datos.

DATOS GENERALES							
FECHA	BANCO	ALTURA DE BANCO	ALTURA DE TACO	SOBRE PERFORACIÓN	ALTURA REAL	MALLA	ALTURA PROMEDIO POR MALLA
16-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	59	11.5
17-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	59	10.19
18-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	61	9.12
18-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	61	9.12
20-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	62	11.02
21-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	62	9.4
21-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	62	9.4
26-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	62	9.38
26-oct-17	QM-4030	10	4.5	0.0	10.0	62	9.38

ANEXO n.º 28. Procesamiento de datos.

VOLADURA														
ALTURA PROMEDIO POR MALLA SIN SOBRE PERFORACIÓN	DISEÑO DE MALLA	TALADROS	ALTURA EXPLOSIVO	DENSIDAD	TIPO DE MEZCLA	CANTIDAD DE EXPLOSIVO	NITRATO	DIESEL	EMULSIÓN	COSTO VOLADURA	ALTURA EXPLOSIVO CON SOBRE PERFORACIÓN (m)	COSTO VOLADURA CON SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$) (CON SOBRE PREFORACIÓN)	DIFERENCIA COSTOS % (CON SOBRE PREFORACIÓN)
12.50	PROD 9 7/8 7.0X8.0	25	5.5	2.0	ANFO	4063	3819.2	243.8	0.0	3,583.28	6.5	4,234.79	651.51	118%
11.19	PROD 9 7/8 7.0X8.0	10	5.5	2.0	ANFO	2231	2097.1	133.9	0.0	1,433.31	6.5	1,693.92	260.60	118%
10.12	PROD 9 7/8 7.0X8.0	15	5.5	2.0	EMULSION Q	3530	0.0	0.0	3530.0	2,982.68	6.5	3,524.99	542.31	118%
10.12	PROD 9 7/8 7.0X8.0	44	5.5	2.0	EMULSION Q	7321	0.0	0.0	7321.0	8,749.20	6.5	10,339.96	1590.76	118%
12.02	PROD 9 7/8 7.0X8.0	23	5.5	2.0	ANFO	5357	5035.6	321.4	0.0	3,296.62	6.5	3,896.01	599.39	118%
10.40	PROD 9 7/8 7.0X8.0	42	5.5	2.0	ANFO	8186	7694.8	491.2	0.0	6,019.92	6.5	7,114.45	1094.53	118%
10.40	PROD 9 7/8 7.0X8.0	4	5.5	2.0	EMULSION Q	686	0.0	0.0	686.0	795.38	6.5	940.00	144.61	118%
10.38	PROD 9 7/8 7.0X8.0	33	5.5	2.0	EMULSION Q	6041	0.0	0.0	6041.0	6,561.90	6.5	7,754.97	1193.07	118%
10.38	PROD 9 7/8 7.0X8.0	19	5.5	2.0	EMULSION Q	3778	0.0	0.0	3778.0	3,778.06	6.5	4,464.98	686.92	118%
		215											6763.70	

ANEXO n.º 29. Procesamiento de datos.

PERFORACIÓN				
ALTERACION/TIPO DE MATERIAL	COSTO REAL	COSTO CON SOBRE PERFORACIÓN (\$)	DIFERENCIA COSTOS (\$)	DIFERENCIA COSTOS %
Suave	3216.82	3496.54	279.723323	109%
Suave	1140.15	1252.04	111.889329	110%
Suave	1530.65	1698.48	167.833994	111%
Suave	4489.90	4982.21	492.313049	111%
Suave	2835.95	3093.29	257.345457	109%
Suave	4417.39	4887.33	469.935183	111%
Suave	420.70	465.46	44.7557317	111%
Suave	3463.42	3832.66	369.234787	111%
Suave	1994.09	2206.68	212.589726	111%
			2405.62058	

9169.32

Chart Title

ÉSTE ES EL VALOR QUE SE AHORRÓ AL NO USAR SOBRE PERFORACIÓN

ANEXO n.º 30. Procesamiento de datos.

D	E	F	G	H	I	J	K	L
		BANCO	DISTANCIA	PPV (mm/s)	CARGA DEL EXPLOSIVO DETONADO	DISTANCIA CTTE	PPV MDF	
		4040	770	2.43	422.7920463	500	4.848858	
			545	4.14	412.2692538	500	4.752069	
			408	2.4	116.8750728	500	1.733467	
						PROMED.	3.778131	
		BANCO	DISTANCIA	PPV (mm/s)	CARGA DEL EXPLOSIVO DETONADO	DISTANCIA CTTE	PPV MDF	
		4030	200	27.9	602.8409724	500	6.440212	
			850	2.74	598.6370212	500	6.404258	
			850	2.41	509.9136888	500	5.632942	
			350	5.34	233.7223134	500	3.017853	
						PROMED.	5.373817	

ANEXO n.º 31. Configuración de los taladros banco 4040 y 4030.

