



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
GEOLOGIA Y METALURGIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**USO DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO  
DEL PROCESO DE CONTROL EN LA MINA COMARSA - ANDEAN  
MANAGEMENT S.A.C. - AÑO 2013**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. LOPEZ YAURI, Junior Manuel**

**HUARAZ, 2014**

**A mis padres, Rafael Lopez y Betty Yauri quienes como padres me brindaron todo su amor, comprensión y valores necesarios para afrontar los retos que me ha puesto la vida. A mi Esposa e Hijo en quienes siempre he encontrado un apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, porque con sus consejos y palabras de aliento formaron el hombre que soy. A mi hermano Alex por estar presente con su apoyo, amor, comprensión y sobre todo paciencia para con su hermano.**

**Junior López**

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, quienes con su experiencia y dedicación encaminaron mi formación profesional.

Agradecimiento al Ing. Julio Poterico Huamayalli y al Ing. Arnaldo Ruiz Castro, quienes han contribuido con el asesoramiento del presente trabajo de investigación, del mismo modo al Gerente de Operaciones, Ing. Amadeo Chirinos Vogl, al Jefe de Perforación, Ing. Alayo Valverde Juan y a todo el equipo del departamento de Perforación de Andean Management S.A.C Mina Comarsa por su apoyo incondicional.

**EL AUTOR**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación contiene un análisis a la importancia de efectuar un adecuado control de los aceros de perforación en la Mina Comarsa-Andean Management S.A.C, mediante observación y recopilación de información in situ, datos e información extraídos de todo el proceso que involucra el cambio de los aceros de perforación el cual se visualiza en el sistema de reportes Exactus Erp, para calcular la vida útil de cada elemento de la columna de perforación, el costo de cada elemento y el costo total de perforación.

Con este proceso y en base a los datos disponibles, se calculó la incidencia que tiene el costo total de perforación, el costo de los aceros de perforación y se determinó los aceros más aptos para alcanzar los rendimientos programados

**El Autor**

### **PALABRA CLAVE**

Control, vida útil, costo y rendimiento de los aceros de perforación.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de aceros de perforación es un rubro minero importante en el cálculo del costo unitario de perforación. Por lo que su eficiente control y administración requiere de especial atención, ya que ello, ayuda a disponer de datos exactos y reales sobre su rendimiento.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo optimizar el uso de los aceros de perforación mediante el mejoramiento del proceso de control.

Para poder cumplir con el objetivo general de esta investigación se realizó observaciones in situ para conocer el procedimiento que ejecuta el operador de la perforadora al momento de cambiar los aceros, de manera que se pueda identificar las fallas que su accionar generan en el proceso, así como efectuar muestreos de los aceros cambiados para medir el rendimiento de los mismos.

Una vez registrado in situ el proceso de control de los aceros, se verificó si efectivamente esos datos se registran en el sistema Exactus Erp.

Con los resultados obtenidos se concluyó que las fallas de control del uso de los aceros de perforación están reflejadas en el mal manejo de llenado de información por parte de los operadores en los formatos de perforación, así mismo

se verificó errores de digitación al momento de ingresarlos al Sistema Exactus.

El primer capítulo consta de las generalidades, el cual contiene el acceso, ubicación, recursos naturales, minería y el entorno geológico de la Mina Comarsa en donde se realizó la investigación.

El segundo capítulo consta de los antecedentes de la investigación, conceptos o definiciones básicas y la fundamentación teórica que respaldan la investigación como la descripción de los equipos de perforación, los aceros que se utilizan, el análisis del TDC, los parámetros de perforación, así como también el proceso actual de control y sus respectivas debilidades.

El tercer capítulo consta del planteamiento del problema, formulación de hipótesis, variables, justificación de la investigación, limitaciones, alcances, los objetivos (general y específico), tipo y diseño de investigación, los instrumentos de recolección y el tratamiento de los datos.

El cuarto capítulo se describe los resultados de la investigación respecto al análisis e interpretación de las informaciones, discusión de los resultados y aportes del tesista en cuanto a las mejoras que se realizó al reporte de perforación, el procesamiento de los datos, análisis de los datos, análisis de la velocidad de penetración, análisis del TDC y la interpretación de los resultados.

**El Autor**

## SUMARIO

<b>PORTADA</b> .....	I
<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	III
<b>RESUMEN</b> .....	IV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	V-VI
<b>SUMARIO</b> .....	VII-IX

### **CAPITULO I: GENERALIDADES**

<b>1.1. Entorno Físico</b> .....	01
<b>1.1.1. Ubicación y Acceso</b> .....	01
<b>1.1.2. Topografía</b> .....	02
<b>1.1.3. Recursos Naturales y Humanos</b> .....	03
<b>1.1.4. Clima</b> .....	03
<b>1.1.5. Minería</b> .....	04
<b>1.2. Entorno Geológico</b> .....	18
<b>1.2.1. Geología Regional</b> .....	18
<b>1.2.2. Geología Local</b> .....	20

1.2.3. Geología Estructural.....	23
1.2.4. Geología Económica.....	25

## **CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN**

2.1. Marco Teórico.....	29
2.1.1 Antecedentes de la Investigación.....	29
2.1.2 Definiciones Básicas.....	30
2.1.3 Fundamentación Teórica.....	40

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

3.1. El Problema.....	60
3.1.1 Descripción del Problema.....	60
3.1.2 Planteamiento y Formulación del Problema.....	61
3.1.3 Objetivos.....	63
3.1.4 Justificación.....	63
3.1.5 Limitaciones.....	64
3.1.6 Alcances.....	64
3.2. Hipótesis.....	65
3.3. Variables.....	65
3.4. Diseño de la Investigación.....	65
3.4.1. Tipo de Investigación.....	65
3.4.2. Población y Muestra.....	66
3.4.3. Instrumentos de Recopilación de Datos.....	66
3.4.4. Tratamiento de datos.....	66

## **CAPITULO IV: RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. Procesamiento de Datos.....	67
4.2. Análisis e Interpretación de Información.....	73

4.3. Discusión de Resultados.....	81
4.4. Aportes del Tesista.....	82

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

**ANEXOS**

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES<sup>1</sup>**

#### **1.1. ENTORNO FISICO**

##### **1.1.1. Ubicación y Acceso.**

La Compañía Minera Aurífera Santa Rosa “COMARSA”, se encuentra ubicado en el paraje del Cerro Pampa Larco, a una altura promedio de 3,500 m.s.n.m, Distrito de Angasmarca, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad

Las coordenadas geográficas del cuadrante en la que se ubica la Compañía Minera Comarsa son las siguientes (Ver Cuadro N° 1.1):

**CUADRO N° 1.1:** Coordenadas UTM de La Mina Comarsa

<b>Coordenada UTM</b>	<b>Coordenada UTM</b>
<b>830,000 E</b>	<b>9'105,000 N</b>

Fuente: [www.comarsa.com.pe](http://www.comarsa.com.pe)

---

<sup>1</sup>COMPañÍA MINERA AURIFERA COMARSA, AREA DE GEOLOGIA

Accesible desde la ciudad de Trujillo, a través de una carretera afirmada, aproximadamente 225 Km. hasta la mina.

- Lima – Trujillo: Por vía terrestre, con un recorrido de 560 Km. de carretera asfaltada, sobre la Panamericana Norte.
- Trujillo – Santiago de Chuco: Por vía terrestre, con un recorrido de 280 Km. de carretera asfaltada.
- Santiago de Chuco – Angasmarca: Por vía terrestre, con un recorrido de 104 Km. de carretera afirmada.
- Angasmarca – Mina: Por vía terrestre, con un recorrido de 36 Km. de carretera afirmada.

Por vía Aérea desde la ciudad de Lima hasta el Altipuerto de Tulpo, y desde este pueblo por vía terrestre hasta la unidad minera, tomando este recorrido dos horas aproximadamente.

### **1.1.2. Topografía**

El relieve en el área de emplazamiento de la Unidad Minera de COMARSA es el resultado de la diferente composición de las rocas aflorantes y de la acción del intemperismo sobre las condiciones geológicas locales. Prueba de esto es que la formación Chicama con su constitución predominante lutítica presenta formas suaves mientras que las areniscas cuarcíferas de la Formación Chimú, que tiene rocas más duras, muestran un relieve con perfiles más angulosos formando crestas y colinas alargadas. Presenta una fuerte pendiente y una topografía muy irregular, escabrosa y fuertemente disectada, la cual desciende, en forma escalonada, hacia el Océano Pacífico con un promedio de pendiente de 9.5%.

### **1.1.3. Recursos Naturales y Humanos**

En las formaciones vegetales típicas se tiene: pajonal, vegetación ribereña, césped de puna y roquedal.

Entre las especies típicas de flora se tiene: helechos, cola de caballo, palo sonso, aliso, quiswar, trébol, zarzamora, paja, etc.

En las zonas aledañas se cultivan papas, oca, maíz, trigo. En la fauna se puede observar aves como: Gorrión, semillero, bandurria, jilguero encapuchado, sallador, etc.; Mamíferos como: zorros, venados, vizcachas, etc.

En las zonas aledañas se crían animales como: ganado vacuno, caprino, ovino, caballar, auquénidos.

El personal que labora en la mina es generalmente poblador del Distrito de Angamarca.

Las viviendas (campamentos) a cargo de la compañía están construidas de material noble y techados con eternit generalmente, y están ubicadas en Llamo Llamo y en el distrito de Angamarca.

### **1.1.4. Clima**

El clima en la región varía de acuerdo a su altitud. En el fondo de los valles así como en la parte inferior de los tributarios, existe un clima cálido y seco, las temperaturas en éstos valles oscilan generalmente entre 20°C - 30°C y las precipitaciones son menores. En las partes altas denominadas también Jalca el clima es templado a frío. Las temperaturas máximas son de 15°C - 16°C y las mínimas de 5°C - 6°C; frecuentemente descienden durante las noches por debajo de 0°C. En estas zonas altas las precipitaciones pluviales son abundantes durante los meses de diciembre a marzo.

## 1.1.5. Minería

### 1.1.5.1 Capacidad de Producción

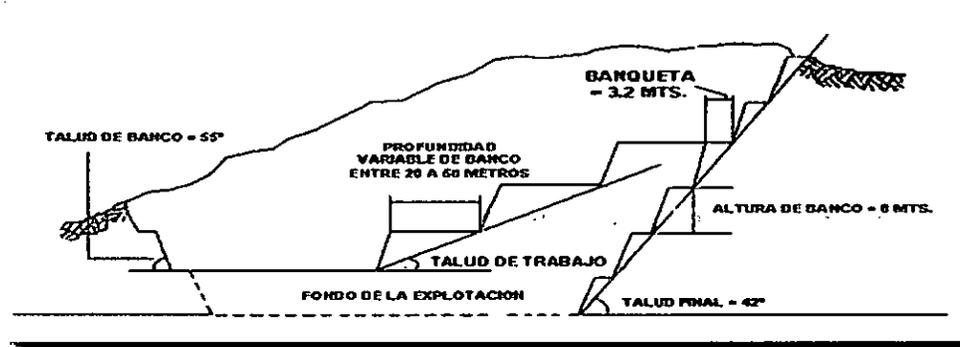
La Mina produce barras alrededor de 158,000.00 gr/ton de Au, su planta está diseñada para un nivel de producción anual de 160,000.00 gr/ton de Au. El cual lo comercializa en forma de barras de Dore y la ubica como una importante empresa productora de Oro del Perú.

### 1.1.5.2 Parámetros Geotécnicos de Diseño:

Según el tamaño de los equipos y el planeamiento de minado en COMARSA se determinan los siguientes parámetros de diseño más importantes en la explotación a tajo abierto (Ver Figura N° 1.1):

- *Talud de Banco*, para este parámetro la línea trazada desde la cresta del banco hasta el piso o Toe hace un ángulo con la horizontal de  $55^\circ$  determinando un talud Mínimo de banco de 0.7: 1 para bancos de 8 metros de altura.
- *Talud de Operación*, actualmente se está trabajando con un ángulo de operación de  $42^\circ$  manteniendo una relación de talud del tajo de 1.1 : 1

Figura N° 1.1: Parámetros Geotécnicos Comarsa



Fuente: Área Planeamiento / Comarsa

### 1.1.5.3 Parámetros Operativos de Diseño<sup>2</sup>:

- **Banquetas, o Bermas de Operación**, quedan definidas por diseño a través del ángulo de operación. generalmente en COMARSA son de 3.2 metros desde el pie de un banco superior a la cresta de un banco Inferior.
- **Muro de Seguridad**, por regla general la altura de los Muros de Seguridad deben ser las  $\frac{3}{4}$  partes de la llanta, en COMARSA se ha determinado como altura estándar de 1.20 m
- **Rampas**, por diseño se determinan rampas de hasta 12 metros de ancho de acuerdo al ancho máximo de los equipos de transporte de material de 2.5 metros, permitiendo el pase para tres equipos de acarreo, en cuanto a sus pendientes y gradientes pueden variar de 10% a 15%, debido al uso de volquetes de 15m<sup>3</sup> de capacidad los cuales representan equipos no tan pesados como en otras minas.
- En cuanto a los radios de curvatura de las vías y rampas en el cambio de dirección de las rutas en COMARSA, estas tienen un radio promedio de 2 veces el ancho más la cuarta parte de la misma, para una velocidad mínima de 7 km/hr.

---

<sup>2</sup>PARA MAYOR INFORMACION VER ANEXO N° 02

- Todo radio de curvatura que desciende de una rampa o vía debe tener un peralte que equilibre la fuerza centrífuga y gravitacional que origina la velocidad del equipo de acarreo, esta debe ser de 0.30 metros de altura, por otro lado las longitudes de las mismas dependen de a dónde queremos llegar.

#### **1.1.5.4 Operaciones Unitarias de Minado:**

##### **A. PERFORACIÓN:**

Se ejecuta mediante seis perforadoras DRILL MASTER modelo DM45E/HP IR y ATLAS COPCO Perforadora Diesel con sistema de perforación Rotopercusiva (DTH)<sup>3</sup> para mineral y desmonte, con diámetro de taladro de 6 1/8" pulgadas, con barras de perforación de 9m (Ver Figura N° 1.2); penetrando la broca en la roca debido a la combinación de 4 acciones:

- ☛ Percusión.
- ☛ Rotación.
- ☛ Avance
- ☛ Barrido

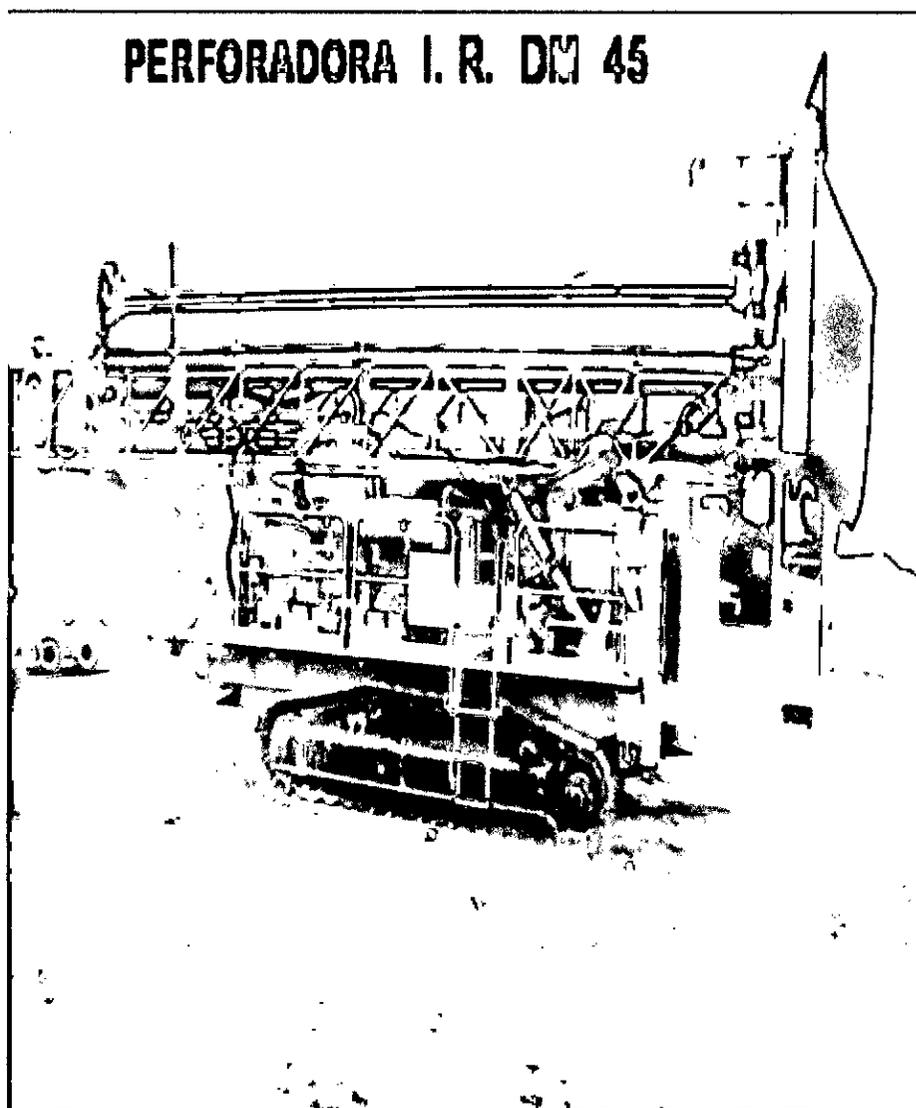
Se cuenta con una compresora de aire lo suficientemente capaz para evacuar el detritus del taladro, accionar el martillo de fondo y poder coleccionar los cuttings o detritus del taladro. Además es versátil, de traslados rápidos y soporta el terreno pesado de la operación minera.

---

<sup>3</sup>DTH:DOWN THE HOLE (PERFORACION EN EL FONDO)

Estas perforadoras cuentan con un sistema de rodamiento de orugas, sin embargo para los traslados respectivos de un tajo a otro tajo son mediante cama bajas, diseñadas específicamente para el transporte de estos equipos, ya que el movilizarse por sus propios medios implicaría mayor consumo de combustible, desgaste de rodamientos y pérdida de tiempo.

Figura N° 1.2: PERFORADORA DM45HP



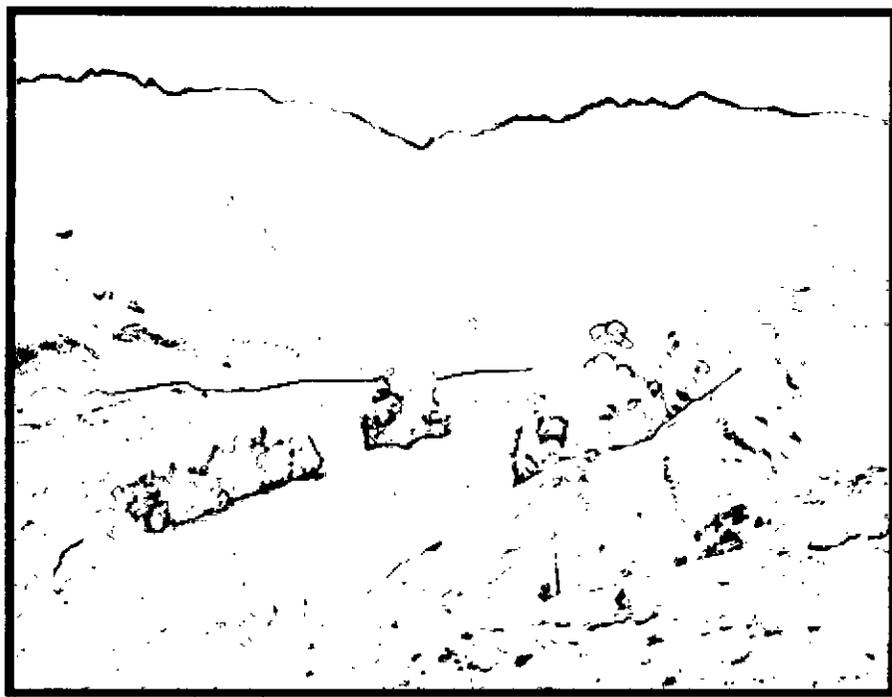
Fuente: Área Perforación y Voladura / Comarsa

**B. VOLADURA:**

El carguío de los taladros se realiza mediante camiones mezcladores, como explosivo de columna se emplea ANFO, HEAVY ANFO y EMULSION GASIFICADA. Para el amarre de las líneas de superficie y las líneas descendentes se emplea el NONEL DUAL UNIDIRECCIONAL ANTIESTATICO siendo sus tiempos de retardo descendentes y de superficie de 800/25 ms, 800/17 ms.

Para iniciar la carga se usa un multiplicador HDP-1 de 0.45 Kg. La calidad de la voladura se mide en base a la mayor o menor fragmentación de la roca. (Ver Figura N° 1.3)

**Figura N° 1.3: Voladura del Tajo Seductora - Comarsa**



**Fuente: Área De Voladura / Comarsa**

### **C. CARGUIO Y ACARREO:**

#### **❖ CLASIFICACION DEL MATERIAL:**

Los materiales antes de ser cargados y acarreados son clasificados según su contenido de oro, para los fines que la empresa COMARSA requiere, ya que conociendo el tipo de yacimiento que proporciona leyes bajas de mineral y que nos muestra en promedio 0.50 gr./Tm; esa variación de leyes obliga que el sistema de explotación en Comarsa sea un minado selectivo, entonces el material que se encuentra por debajo de la ley de corte, actualmente de 0.30 gr./Tm de Au, debe destinarse a los botaderos naturales con que se cuenta en los diferentes tajos de explotación y el material categorizado como mineral es depositado en los Pads Recargables que luego de un tiempo de regado de en promedio de 28 días es nuevamente transportado a los Pads Múltiples. Se tiene una codificación de colores que representa el tipo de mineral en el campo de tal manera que se pueda diferenciar polígono de mineral de alta ley, con el de baja y así mismo con el desmonte. (Ver figura N° 1.4)

Para la extracción diaria se realiza una programación en coordinación estrecha con operaciones Mina teniendo en cuenta el tipo de ley, accesibilidad y granulometría del mineral que se va a extraer.

Figura N° 1.4: Categorización Del Material De Acuerdo A Su Ley

CATEGORIA	Ley (gr. / tm)	
<b>A</b>	> 1.10	LEY ALTA
<b>B</b>	0.60 – 1.10	LEY MEDIANA
<b>C</b>	0.30 – 0.60	LEY BAJA
<b>D</b>	< 0.30	DESMONTE ( Cut- Off )

Fuente: Área Ore Control / Comarsa

#### ❖ CARGUIO:

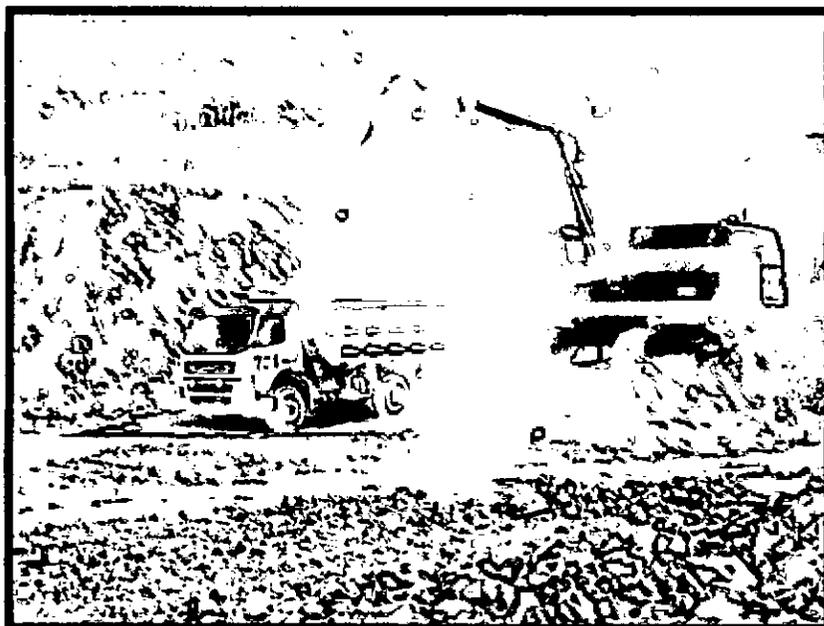
Para esta actividad se cuenta con equipos de carguío de mediana productividad, como excavadoras hidráulicas y cargadores frontales que ejecutan el carguío del material ya sea a un carril o ambos carriles, dependiendo de las condiciones que exija la operación.

La incorrecta selección del equipo de carguío en un frente de trabajo repercute en el avance del planeamiento a corto plazo; trayendo como consecuencia el no cumplimiento de la producción de mineral y desmonte, también repercute en el incremento de los costos unitarios del carguío.

COMARSA en la actualidad cuenta con equipos de carguío en:

**Excavadoras:** Cat( 365CL y 345 CL), Hyundai (R500) y Volvo (EC700BL) ; (Ver Figura N° 1.5)

**Figura N° 1.5: Equipo de Carguío Cat 365**

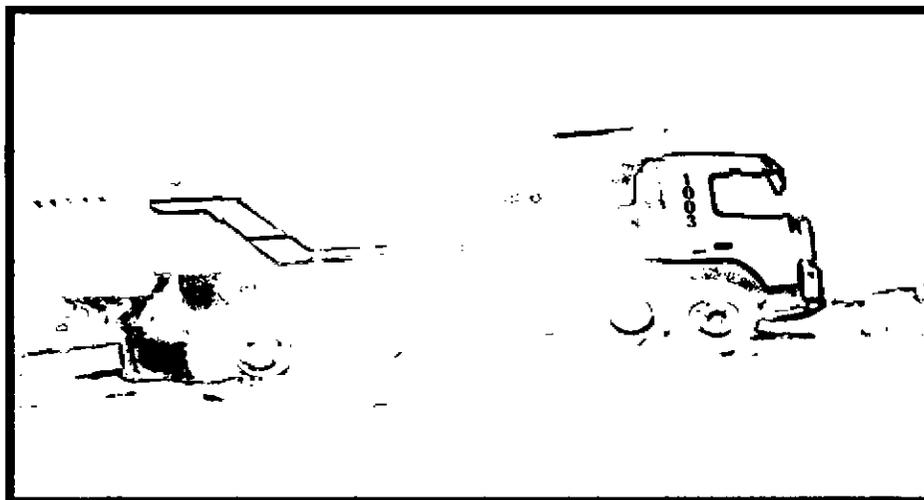


**Fuente: Control De Equipos / Comarsa**

❖ **ACARREO:**

El acarreo en COMARSA de los distintos frentes de trabajo a las descargas de mineral y desmonte se realizan con volquetes de 15m<sup>3</sup> de capacidad. En la actualidad se cuenta con un promedio de 150 volquetes entre Volvo FM, Volvo FMX y Scania 460, (Ver Figura N° 1.6)

**Figura N° 1.6: Unidad De Acarreo**



**Fuente: Control De Equipos / Comarsa**

#### **D. EMPUJE DE MATERIAL:**

Esta actividad se realiza especialmente en los botaderos y en los Pads, ya que simplemente no debe acumularse el material si no extenderse, para esta actividad se cuenta con cargadores y tractores.

- Los Tractores (D6), frecuentemente se utilizan en las descargas de los botaderos, ya que su desventaja es que en los Pads se debe dosificar el mineral con la Cal, muy poco se le utiliza en el banqueteo de material, ya que los movimientos del lampón o la hoja solo se predispone para empuje de material en posición frontal, por esta razón se le usa con frecuencia en los botaderos. Se debe avanzar hacia adelante manteniendo la pendiente de 1% del botadero. Dejando una berma de seguridad en toda la cresta del botadero de 0.8 mts de altura.
- Los Cargadores Frontales, se utilizan tanto en el Pad como en los Botaderos, son más dinámicos que los tractores, la única desventaja de usarlos, es que su costo por hora es más elevado que un tractor, al igual que un tractor debe cumplir su función en los botaderos.

#### **❖ EMPUJE EN BOTADEROS:**

En COMARSA, la plataforma del botadero debe tener una pendiente como máxima de 1% y se descarga en un sistema de módulos con una altura de 8 m.

En la descarga de los volquetes la pendiente impide que estos hagan contrapeso hacia atrás. Se tiene como regla general que en un botadero solo debe ubicarse el equipo de empuje y el vigía o cuadrador de volquetes con sus respectivos implementos de seguridad.

❖ **EMPUJE EN PADS:**

Lugar donde se descarga el mineral, al igual que los botaderos debe asegurarse una pendiente ligera de 1%, con la diferencia de que no se deja berma de seguridad en la cresta del material apilado, ya que por razones de operación el mineral tiene que mezclarse con la cal.

❖ **EMPUJE EN VIAS, BANQUETAS O RAMPAS:**

Para el corte de material en otras zonas, la elaboración de rampas, ampliación de botaderos, ampliación de ancho de las vías como así mismo el banqueteo de los bancos disparados en COMARSA, se usa tractores de mayor capacidad como los D8s y D9 los cuales tienen la capacidad de poder manejar la hoja de corte en distintos ángulos.

**E. SERVICIOS AUXILIARES:**

Adicionalmente COMARSA cuenta con equipos para realizar trabajos auxiliares como:

❖ **MANTENIMIENTO DE VIAS:**

El mantenimiento de las vías es esencial para el tráfico de volquetes, sobre todo para que estos puedan mantener su velocidad de traslado manteniendo un ciclo de acarreo constante, en COMARSA se realiza el mantenimiento, tanto de las rutas de traslado hacia los botaderos y Pads como también las zonas de carguío y descarga.

Para estos trabajos se utilizan Cargadores, Motoniveladoras y Rodillos.

❖ **REGADO DE VIAS:**

Debido al clima que es demasiado seco utilizamos Cisternas para disipar el polvo, tanto en las rutas como en las zonas de carguío y descargas. El regado se realiza con el uso de Aspersores y Regaderas.

❖ **SISTEMA DE DRENAJES:**

Comarsa cuenta con un sistema de Drenajes en todas sus vías con la finalidad de captar las aguas de las lluvias y desviarlo a las quebradas naturales con la finalidad de no afectar a las vías existentes.

Para ello se hace uso de excavadoras de pequeña producción y retroexcavadoras.

**1.1.5.5 Plan de Minado 2013:**

Se considera la elaboración del programa de minado de los siguientes tajos: Clarita, Cochavara, Sacalla y Seductora.

Los objetivos en el Plan de minado 2013, será de cumplir con la obtención de los resultados de la Figura N° 1.7

Figura N° 1.7: Resumen de Objetivos del Plan 2013 - Comarsa

INDICADORES	Plan 2013
TM MINERAL	26,250,000
Ley: g Au/TM	0.266
TM DESMONTE	36,800,000
Relacion: D/M	1.40
TM TOTALES (Mineral + Desmonte)	63,050,000
% Recuperación Metalurgica Ponderada	70%
PRODUCCION Au	157,126
N° FRENTES CARGUIO (Mina)	12
N° VOLQUETES (Mina)	113
N° VOLQUETES TOTALES (Mina + Otras Áreas)	153

Fuente: Área Planeamiento / Comarsa

El programa de trabajo, considera 12 meses de operación de Enero a Diciembre del 2013.

Los días de operación de la mina y planta serán de 365 días.

El periodo de operación de los tajos es como sigue:

- Tajo Clarita : de Enero a Diciembre del 2013.
- Tajo Cochavara : de Mayo a Diciembre del 2013.
- Tajo Sacalla : de Enero a Diciembre del 2013.
- Tajo Seductora : de Enero a Diciembre del 2013.
- El Mineral extraído de los diferentes tajos será depositado de la siguiente forma:
  - Mineral del tajo Clarita al PAD. 20 y PAD 14 SUR.
  - Mineral de tajo Cochavara se enviara al PAD. 14
  - Mineral del tajo Seductora al PAD. 23 y PAD 16
  - Mineral del tajo Sacalla al PAD. 17 y PAD 20.

De acuerdo a una primera evaluación de la capacidad de los Pads, se ha visto poco conveniente para el programa del 2013, el desarrollo de los Pad 17 para el mineral proveniente del Tajo Sacalla, esto básicamente por el incremento de la explotación de mineral en este tajo.

La disposición de desmonte en los Botaderos será de la siguiente forma:

- Desmonte del tajo Clarita en el Bot. SA-09 y Bot. SE-03.
- Desmonte del tajo Cochavara se depositara en el Bot. CO-01.
- Desmonte del tajo Sacalla en el Bot. SA-05.
- Desmonte del tajo Seductora en el Bot. TE-02.

#### **1.1.5.6 Protocolo de perforación**

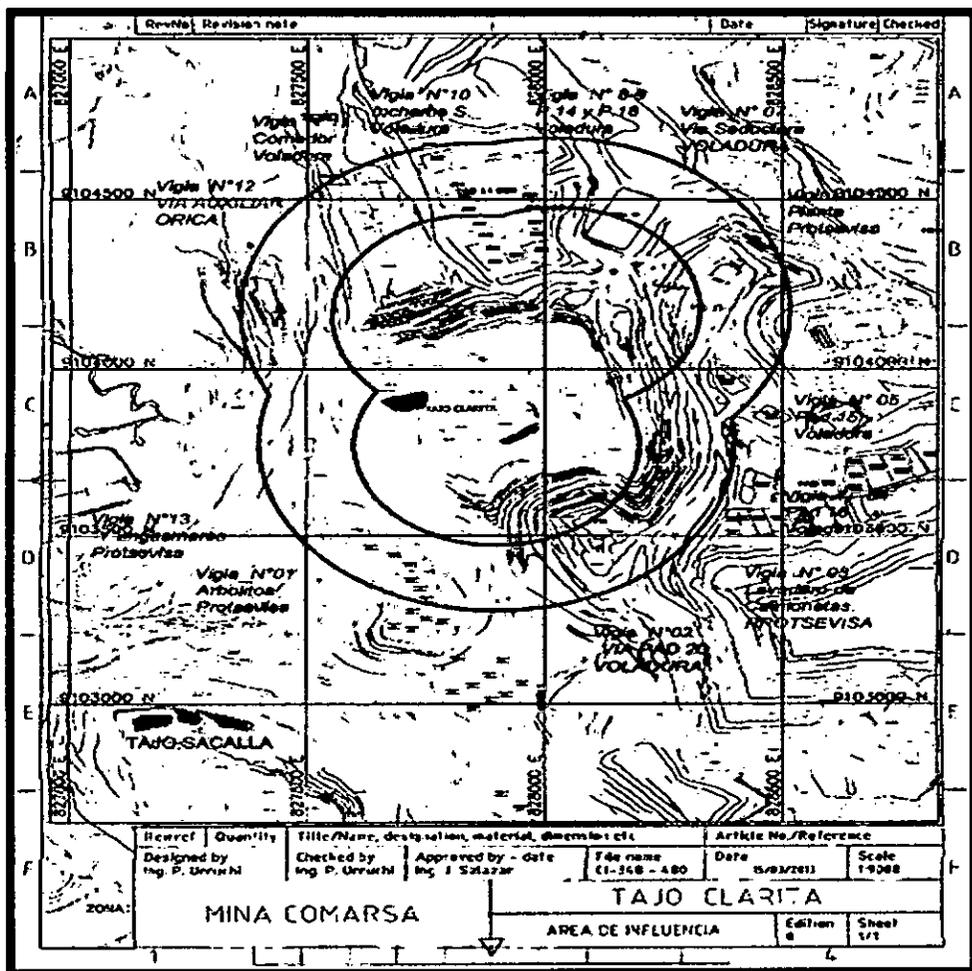
El protocolo de perforación no solo establece el diseño de las mallas de perforación también el procedimiento que se debe seguir durante el desarrollo de la voladura, mismo que contempla:

1. El jefe de turno pide que liberen la señal por radio.
2. El jefe de turno informa por radio a toda la mina (personal operativo y administrativo) el inicio del proceso de voladura.
3. Se colocan conos y vigías para que impidan el ingreso de personal a la zona de influencia de la voladura, para ello se debe controlar las vías de acceso a la zona afectada por la voladura.

4. Se inicia la evacuación de equipos y personal que se encuentre operando en la zona de influencia de la voladura. Para las personas la zona de influencia de la voladura cubre un radio de 500 metros y para los equipos de 200 a 250 metros.

Para poder colocar los vigías se debe revisar el plano de evacuación, en donde se indica las vías de acceso que deben ser cerradas durante el proceso de voladura y consecuentemente la ubicación de los vigías, además señala el área de influencia de la voladura, como se indica en la Figura N°1.8

Figura N° 1.8: Plano de Evacuación de Voladura



Fuente: Comarsa/Área de Planeamiento

## **1.2. ENTORNO GEOLÓGICO**

### **1.2.1. Geología Regional**

La faja volcánica y sedimentaria en el norte del Perú, que corre aproximadamente con rumbo NW-SE, ha merecido preferencial atención. Es importante resaltar las ocurrencias de este nuevo blanco de exploración en rocas sedimentarias que albergan depósitos de mineral aurífero del tipo relleno de fracturas y relacionadas a una actividad hidrotermal en profundidad que se extiende aproximadamente 80 Km. de longitud en el eje NW-SE y 30 Km de ancho promedio. Estas ocurrencias se presentan en Consuzo por el sur, pasando por Angamarca - Huamachuco y terminando en Cajabamba por el norte.

Las rocas están constituidas por el grupo estratigráfico Goyllarisquizga de edad cretáceo inferior, cuyo miembro inferior conocido como Formación Chimú, tiene la roca encajonante más favorable para la ocurrencia de éstos depósitos auríferos, constituidas por areniscas y ortocuarcitas con algunas ínter estratificaciones de Siltitas y Lodolitas, con mantos carbonáceos, generalmente en la parte inferior de esta formación.

Las formaciones Santa, Carhuaz y Farrat, conforman la parte suprayacente del grupo Goyllarisquizga y sus rocas son de similares composiciones petrográficas que las hacen favorables para contener mineralización aurífera; lo que no ocurre con la formación Chicama infrayacente constituida por Lutitas de color gris oscuro.

➤ **FORMACIÓN CARHUAZ:**

Potencia 940m. Hacia la parte inferior es limitado por Bancos de yeso, y la secuencia restante consiste en intercalaciones de lutitas abigarradas con calizas fosilíferas, areniscas limosas gris verde y arenisca blanca crema. Pertenecen al sistema del Cretáceo Inferior de edad Valanginiano superior al Aptiano.

➤ **FORMACIÓN FARRAT:**

Potencia +- 250 m. Son areniscas y cuarcitas blancas crema, intercaladas con areniscas conglomerádicas y horizontes delgados de lutitas negras. Son del Cretáceo Inferior de edad Aptiano.

### **1.2.2. Geología Local**

El Yacimiento ha llegado a definir cinco miembros característicos dentro de la Formación Chimú, habiéndose determinado en cada caso su mayor o menor favorabilidad en el proceso de mineralización (Ver Figura N° 1.9).

La base de la secuencia estratigráfica en el área de trabajo está constituida por una serie monótona de lutitas y limolitas grises con ocasionales intercalaciones de areniscas y cuarcitas lenticulares hacia el techo, correspondiente a la Formación Chicama de edad Jurásico Superior. La Formación Chicama pasa gradualmente a las cuarcitas areniscas y lutitas de la Formación Chimú. Los cinco miembros de la Formación Chimú, de la base hacia el techo son los siguientes:

- **MIEMBRO A:**

Espesor: 150-200 m. delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, limolitas y lutitas gris oscuro, con horizontes de cuarcita y capas lenticulares de carbón hacia el techo. Esta unidad sobryace directamente a la Formación Chicama, se le atribuye una edad Neocomiano Inferior y podría correlacionarse con la Formación Oyón.

- **MIEMBRO B:**

Espesor: 60-150 m. Cuarcitas y areniscas blanco grisáceas de grano medio, en capas decimétricas, con intercalaciones de limolitas y lutitas hacia el techo.

- **MIEMBRO C:**

Espesor: 150-200m. intercalaciones de bancos de cuarcitas con paquetes de limolitas, lutitas grises, areniscas y cuarcitas en capas centimétricas. En la base se desarrollan localmente capas lenticulares de carbón. En el techo finas intercalaciones de lutitas, areniscas y cuarcitas con ocasionales capas lenticulares de calizas micríticas y calcarenitas gris oscuro con restos de turritelidos.

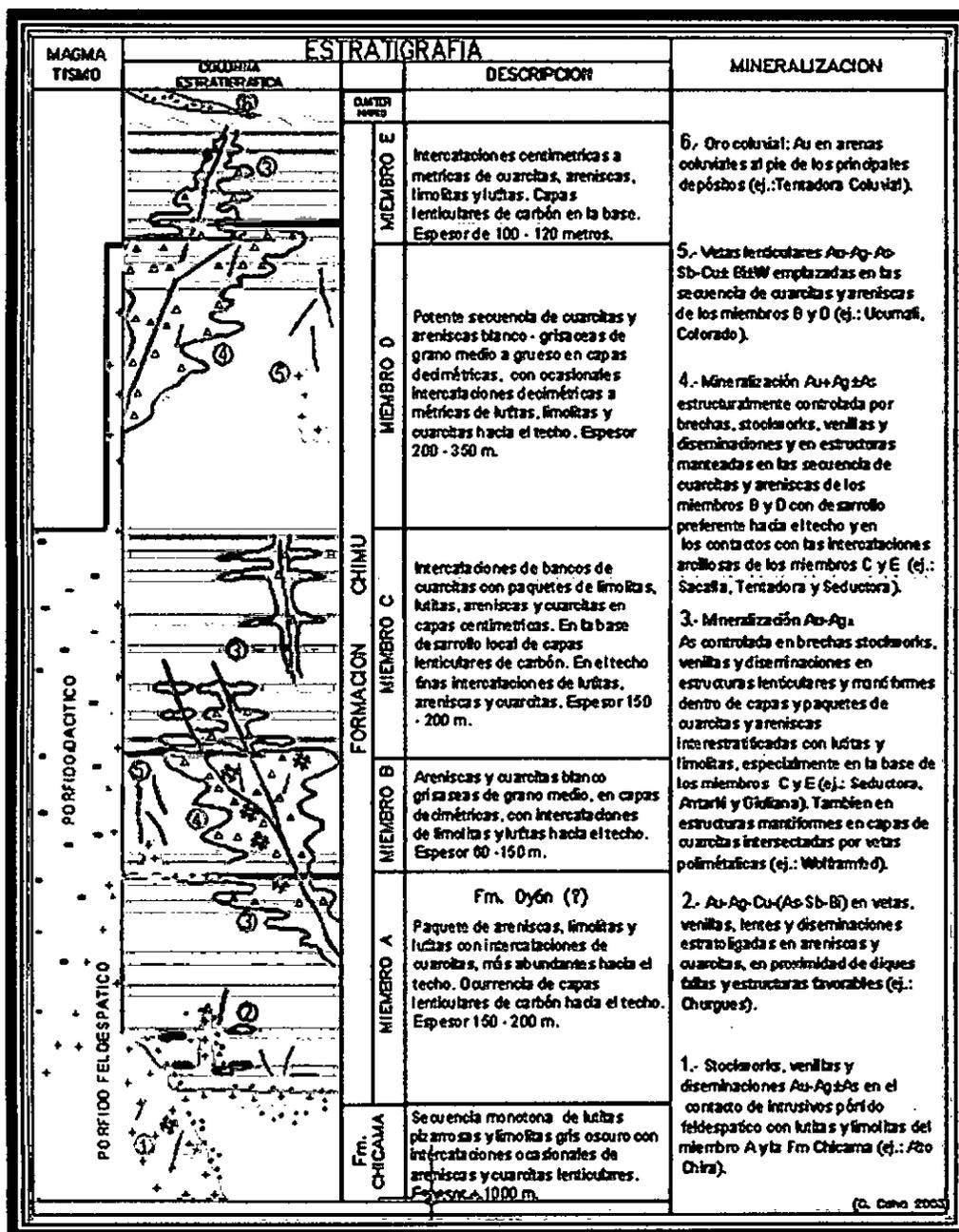
- **MIEMBRO D**

Espesor 200-350 m. Potente secuencia de cuarcitas y areniscas blanco grisáceas de grano medio a grueso en capas decimétricas, con ocasionales intercalaciones decimétricas a métricas de limolitas, lutitas y cuarcitas en el techo. Constituye el horizonte mineralizado más importante (ej.: Tentadora, Seductora)

• MIEMBRO E:

Espesor 100-150 m. Intercalaciones centimétricas a métricas de cuarcitas, areniscas, limolitas, lutitas y esporádicos lentes de calizas gris oscuro donde en la base se desarrollan localmente capas lenticulares de carbón.

FIGURA N° 1.9: Estratigrafía y Mineralización de Comarsa



Fuente: Área de Geología / Comarsa

Fuera del área de estudio, sobre la Formación Chimú se encuentran las calizas de la Formación Santa y las areniscas y lutitas de la Formación Carhuaz, encima se suceden las cuarcitas y areniscas de la Formación Farrat, muy similares a Chimú, y sobre estas las rocas carbonatadas de la Formación Chulec y las calizas bituminosas de la Formación Pariatambo; todas ellas formaciones del Cretácico Inferior. Sobreyaciendo discordantemente a las litologías descritas, se depositaron durante el Cuaternario material detrítico aluvial, coluviales y arcillas glaciales con cantos de cuarcita (tills) ej.: Sector Sacalla-Churges.

### **1.2.3. Geología Estructural**

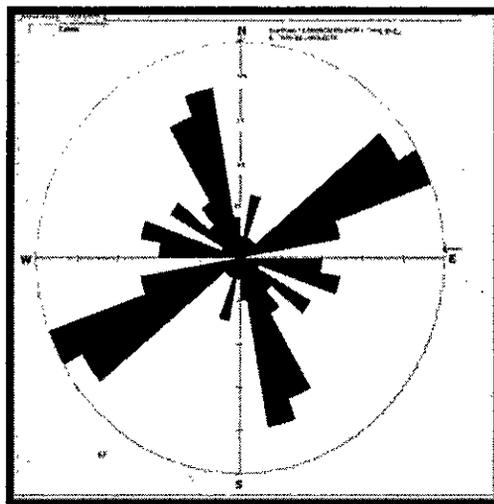
El Distrito minero de Santa Rosa está configurado por un gran sinclinorio de 3.5 km de anchura, con rumbo andino NNW-SSE y que afecta a todos los miembros de la Formación Chimú (mapa geológico y secciones). La diferente competencia de las capas de cuarcitas, las limolitas y lutitas, más plásticas e incompetentes, origina pliegues suaves en la cuarcitas y un plegamiento más complejo y disarmónico en las capas plásticas. De este modo muchas de las fallas observadas tienden a desarrollarse a favor de los contactos de cuarcita con lutita/limolita aprovechando la ductilidad de estas últimas. Igualmente las capas de carbón han funcionado como horizontes de despegue desarrollando fallas dúctiles. Por el contrario las cuarcitas, más competentes, han actuado de forma frágil

frente a los esfuerzos, fracturándose intensamente en las zonas de falla (cataclasis), originando brechas y bandas de cataclasitas. Estos canales de elevada permeabilidad han sido utilizados posteriormente para la circulación de fluidos hidrotermales y como lugares favorables para la deposición mineral. Hemos identificado dos sistemas de fallas principales; uno de rumbo NNW a NNE, paralelo al eje de los pliegues y ortogonal a la dirección de acortamiento andino; y otro sistema de rumbo NE a E-W que corta al anterior (Ver Figura N° 1.10).

Las estructuras NNW a NNE son las más antiguas y posiblemente han funcionado de forma diferente conforme ha variado la orientación del esfuerzo principal: bien como fallas de rumbo, durante periodos de colisión oblicua de las placas, fallas inversas durante episodios de colisión ortogonal, o como fallas normales durante periodos de relajamiento de los esfuerzos. Estas fallas constituyen importantes lineamientos mineralizados como el corredor Tentadora-Seductora-Giuliana en el flanco oriental del Sinclinorio de Santa Rosa. Las estructuras NE a E-W son fallas de transferencia, aproximadamente perpendiculares, al rumbo del arco andino y tienen su mejor expresión en el corredor estructural de la Falla San Francisco que atraviesa el tajo Tentadora. La indudable importancia metalogénica de estas estructuras transversales ha sido recientemente reconocida en este sector de la Cordillera y en otros importantes distritos mineros (Yanacocha, Cerro de Pasco, Antamina). La intersección de fallas de ambos sistemas crea el

espacio necesario para el emplazamiento de los domos volcánicos e intrusivos hipabisales de edad Terciaria y controla la localización de los principales yacimientos minerales conocidos en Santa Rosa.

**Figura N° 1.10:** Diagrama de Orientación de Estructuras - Comarsa



**Fuente:** Área De Geología / Comarsa

#### 1.2.4. Geología Económica

El yacimiento Santa Rosa está clasificado como un depósito epitermal de alta sulfuración emplazado en areniscas y cuarcitas de la Formación Chimú, con vetillas mineralizadas poco espaciadas entre sí. Una fase hidrotermal temprana fracturo y brecho estas rocas y de ella escaparon los gases de la cámara magmática del posible intrusivo emplazado en profundidad. Gran parte del oro fue depositado con pirita y arsenopirita y en muy poca cantidad metales base. Estudios de investigación microscópica demuestran que existió una etapa posterior con oro adicional de una fuente profunda o posiblemente removilizada de la asociación pirita- arsenopirita. Los altos contenidos de arsénico, antimonio, la presencia de diáspora y pirofilita aunque con bajo contenido de cobre permiten clasificar a este depósito como epitermal de alta sulfuración.

## A. TAJO CLARITA

### ❖ UBICACIÓN:

El Tajo Clarita está ubicado entre las siguientes coordenadas:

Norte 9103000      9104500

Este 827500      828500

### ❖ LITOLOGIA:

Los afloramientos presentes en el área de Clarita está constituido por intercalaciones de cuarcitas gris clara de tono pardusco, de textura sacaroidea de grano medio a grueso, con intercalaciones esporádicas de limolitas y lutitas gris claras; esta secuencia de estratificación está definida como el miembro "D", de la Formación Chimú que aflora en la zona.

**Miembro "D".-** Consta de una potente secuencia de cuarcitas y areniscas blanco grisáceas, de grano medio a grueso, en capas decimétricas, con ocasionales intercalaciones decimétricas de limolitas plumizas. Aflora en las partes superiores de la Mina Santa, notándose mejor en los cortes de la carretera que va hacia Huamachuco, como Antarky, Clarita, Cerro blanco, etc. Su potencia es aproximadamente 150 m.

### ❖ ALTERACION:

Caracterizada por la presencia del ensamble cuarzo, sericita, pirofilita, diáspora. dumortierita, indican que las cuarcitas fueron afectadas por actividad hidrotermal.

La silicificación con moderada intensidad, es el tipo de alteración más importante que probablemente ha sucedido en varias etapas como se deduce por una fase temprana de brechamiento hidrotermal o flujo continuo de gas producido por finas y numerosas microvenillas con textura anastomosada rellenas con cuarzo molido que posteriormente fue totalmente cementado por cuarzo hidrotermal; el cuarzo hidrotermal formado en la mina Santa Rosa en la última fase, es de grano grueso y que típicamente rellena espacios abiertos; la roca huésped cuarcita silicificada de grano medio es la más favorable para alojar mineral aurífero económico en Clarita.

La sericitización es un mineral ubicado en todo el recurso en cantidad moderada, y ocurre en finas micas, así como también en venillas por doquier; aparentemente su presencia está asociada a la mineralización aurífera tal como lo reporta el laboratorio de S.G.S valores porcentuales débilmente anómalos de potasio y aluminio.

El ensamble argílico de pirofilita y caolinita es débil y se acentúa eventualmente con los horizontes de lutita, transformándola a esta última en masas de color blanco grisáceo untuosos al tacto.

Esporádicamente, la presencia de diáspora en cristales muy finos, tapizando las caras de algunas fracturas de las diversas unidades de rocas que conforman este paquete

litológico y que se hace más notorio por el contraste de color en las fracturas / caras de la cuarcita.

En conclusión, se puede afirmar con alto nivel de certeza que cantidades adicionales de cuarzo hidrotermal ha sido depositado produciendo un ambiente favorable/positivo para la deposición tardía de los metales preciosos íntimamente asociados con sílice.

❖ MINERALIZACION:

La mineralización aurífera es epitermal del tipo de alta sulfuración (ácido sulfato) que se caracteriza por una omnipresencia de cuarzo, sericita, pirofilita, diáspora que sumado al patrón geoquímico determinado, es muy similar a depósitos de alta sulfuración tales como La Virgen, La Arena, El Toro, Algamarca, Igor, entre otros, dentro de las rocas encajonantes sedimentarias del Cretáceo inferior ligeramente/moderadamente plegadas.

El oro es libre y visible, ocurre en finísimas laminillas entre 5-10 micras de diámetro y con una pureza de aproximadamente 850 basado en la comparación visual de color con muestras de conocida pureza; también existe oro libre invisible.

La ocurrencia del oro de Clarita, en general es de tamaño bastante fino y su fácil accesibilidad al proceso metalúrgico se demuestra por su rápida recuperación con un alto porcentaje de oro extraíble por cianuración. Pruebas de cianuración en botellas y en columnas confirman cuan dócil es este recurso aurífero.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. MARCO TEORICO**

##### **2.1.1. Antecedentes de la investigación:**

**La Tesis: ADMINISTRACION Y CONTROL DE ACEROS DE PERFORACION, MODO COSTO METRO PERFORADO EN LA MINA RADOMIRO TOMIC DE CODELCO-CHILE- AÑO 2012**, sustentado el año 2013 por Rojas Villacis, Cynthia Anali, para optar el título profesional de Ingeniera de Minas en la Universidad Central del Ecuador. La tesis comprende en controlar el uso de los aceros de perforación en la mina Radomiro Tomic de Codelco-chile, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, con el propósito de aumentar la vida útil y minimizar el costo total de perforación.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Rojas Villacis, Cynthia Anali (2013) Tesis: "Administración y Control De Aceros De Perforacion, Modo Costo Metro Perforado En La Mina Radomiro Tomic De Codelco-Chile- AÑO 2012", UCE, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleo y Ambiental.

### 2.1.2. Definiciones Básicas:

A continuación se describe el tipo de perforación que se utilizan en Andean Management S.A.C Mina Comarsa, con su respectivo equipo:

#### ➤ Tipo de Perforación:

##### ❖ Perforación Rotopercutiva:

La perforación a rotopercusión es el sistema más clásico de perforación, se basa en el impacto de una pieza de acero (pistón) que golpea a una barra o barreno que a su vez transmite la energía al fondo del taladro por medio de un elemento final (broca), (Ver Figura N° 2.1). Los equipos rotopercutivos se clasifican en dos grandes grupos, según donde se encuentre colocado el martillo:

- **Martillo en Cabeza:** En estas perforadoras, las dos acciones básicas (rotación y percusión), se producen fuera del taladro, transmitiéndose a través de una espiga y del varillaje hasta la broca. Los martillos pueden ser de accionamiento neumático o Hidráulico.
- **Martillo en Fondo:** La percusión se realiza directamente sobre la broca de perforación, mientras que la rotación se efectúa en el exterior del taladro. El accionamiento del pistón se lleva a cabo neumáticamente, mientras que la rotación puede ser neumática o hidráulica.

#### ➤ Característica Técnico-Operativa de la Perforadora<sup>2</sup>:

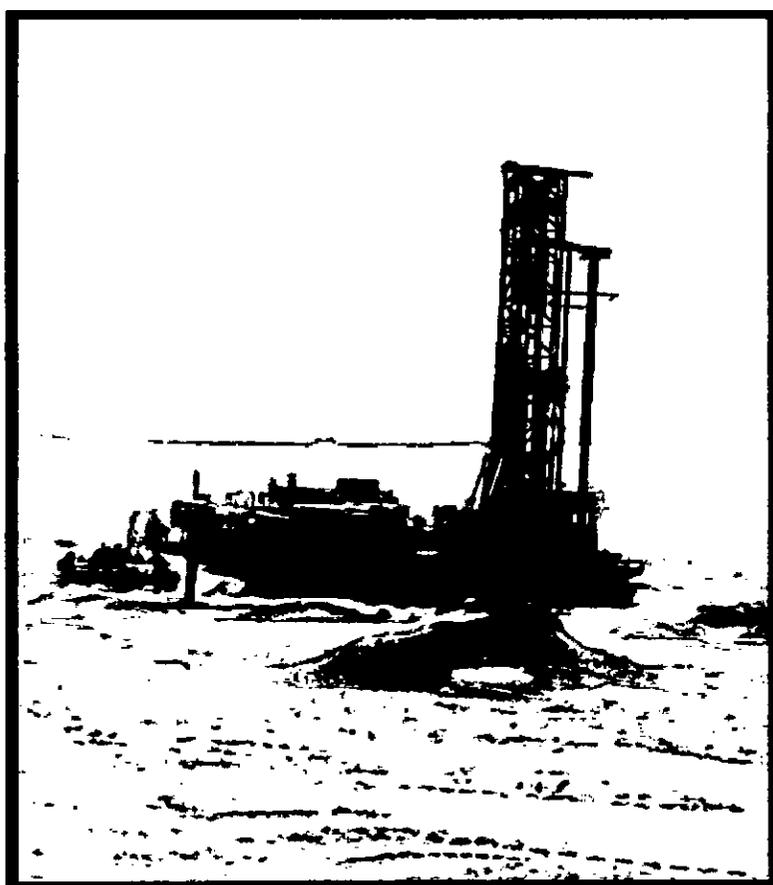
El equipo de perforación va montado sobre una estructura de tipo mecano con las que el operador consigue controlar todos los parámetros de la perforación desde posiciones cómodas.

---

<sup>2</sup>San Martin V., José... Manual de Perforacion (2008) "Manual Atlas Copco", Lima – Perú, pg. 50.

Esta estructura o chasis va montado sobre un sistema de rodamiento tipo oruga. La característica técnico-operativa del equipo de perforación que utiliza Andean Management S.A.C Mina Comarsa se resume en el anexo N° 03.

Figura N° 2.1: Perforadora para Taladros de Producción DM45 HP



Fuente: Andean/Perforación

➤ **Aceros de Perforación<sup>3</sup>:**

Los aceros de perforación son las herramientas para la realización de taladros, las que, para su empleo, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Alta resistencia a la fatiga.
- Alta resistencia a la flexión.
- Alta resistencia al desgaste en las roscas.

---

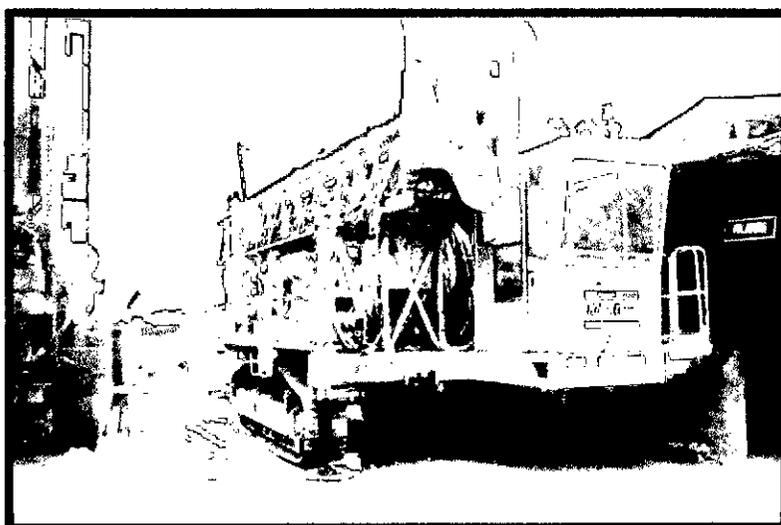
<sup>3</sup>Ídem, PG. 96

Los aceros de perforación usados en Andean Management S.A.C Mina Comarsa son las siguientes:

❖ **COLUMNA DE PERFORACION:**

La columna de Perforación se ubica en la torre o castillo del equipo de perforación, parte lateral izquierdo de la cabina del operador. Esta columna está conformada por el acoplamiento de la barra de perforación, el martillo de fondo, la broca y otros accesorios que conforman el total de la columna, asimismo esto permite alcanzar la longitud óptima para realizar los taladros con las dimensiones definidas y requeridas. (Ver. Figura N°2.2).

**Figura N° 2.2: Columna de Perforadora DM45 HP**



**Fuente: Andean / Perforación**

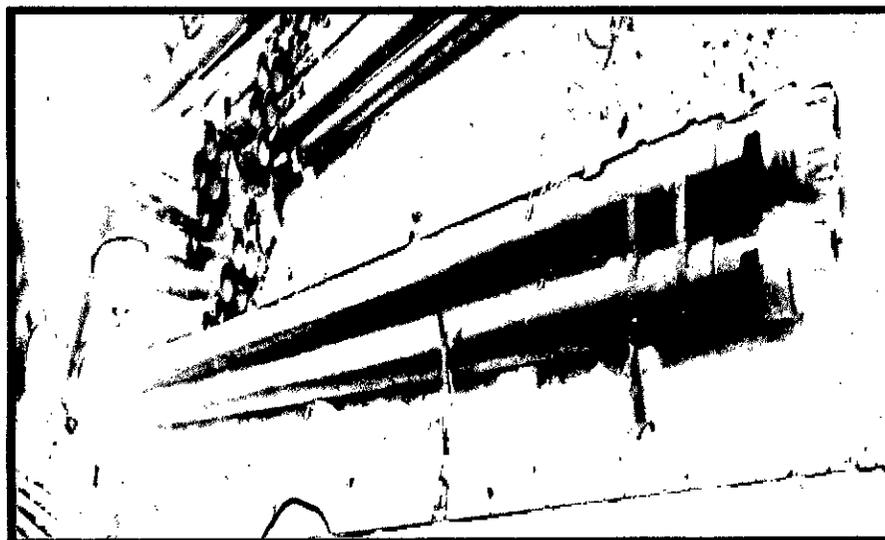
❖ **BARRA DE PERFORACION DRICONEC<sup>4</sup>:**

Es el acero con mayor longitud dentro de la columna, mide aproximadamente 9 mts desde el tope del PIN\* al tope del BOX\*\* y un diámetro de 4 1/2", el BOX va unida al Adaptador Splinder del Cabezal del equipo y el PIN al martillo DTH, (Ver Figura N° 2.3)

<sup>4</sup> Adaptación del Investigador, Andean Management, Área de Perforacion. 2013

\*Parte Superior de la Barra donde se Acopla al Cabezal de la Perforadora

\*\*Parte Inferior de la Barra donde se Acopla hacia el Martillo DTH

**Figura N° 2.3: Barra de Perforación**

**Fuente: Andean/Perforación**

La barra de perforación tiene como función principal la transmisión del empuje y rotación desde el cabezal hacia el martillo, proporcionado por el Sistema Hidráulico del equipo, el flujo de aire dirigido hacia el martillo para la eliminación de detritus, además de brindar la mayor parte del Pull Down que se ejerce sobre el terreno a perforar. Este tipo de barras son fabricadas por varias empresas proveedoras de aceros, actualmente la marca Numa, cuyo representante en PERU es América Sur nos abastece las barras, que son exclusivamente diseñadas para realizar taladros de producción. El rendimiento de la barra depende mucho del manejo operativo, ya que una barra nueva puede quedar inoperativa en el primer uso, debido a que no se toman en cuenta los parámetros de perforación al momento de realizar los taladros.

Generalmente para alargar la vida útil de este acero se considera la reconstrucción y revestimiento del BOX y 50 cm. del cuerpo de la barra, ubicada en la parte del acoplamiento con el martillo.

❖ **MARTILLO DE FONDO RH550:**

Es la parte de la columna de perforación que proporciona la fuerza de percusión el cual recepciona el aire proporcionado por el compresor del equipo y mediante el pistón, que se aloja en su interior, direcciona la fuerza necesaria hacia la broca para la fragmentación de la roca.

Además cumple la función de eliminar el detritus del fondo del taladro mediante el aire que ingresa por la parte interior de la barra y sale por los agujeros de la broca que se alojan en la matriz del mismo. (Ver Figura N° 2.4)

**Figura N° 2.4: Martillo de Perforación DTH.**



**Fuente: Manual de Sandvik DTH Tools**

El seguimiento de producción de estos martillos se realiza mediante series o códigos que vienen inscritas en una hoja adjuntas en la caja. (Ver Anexo N° 04).

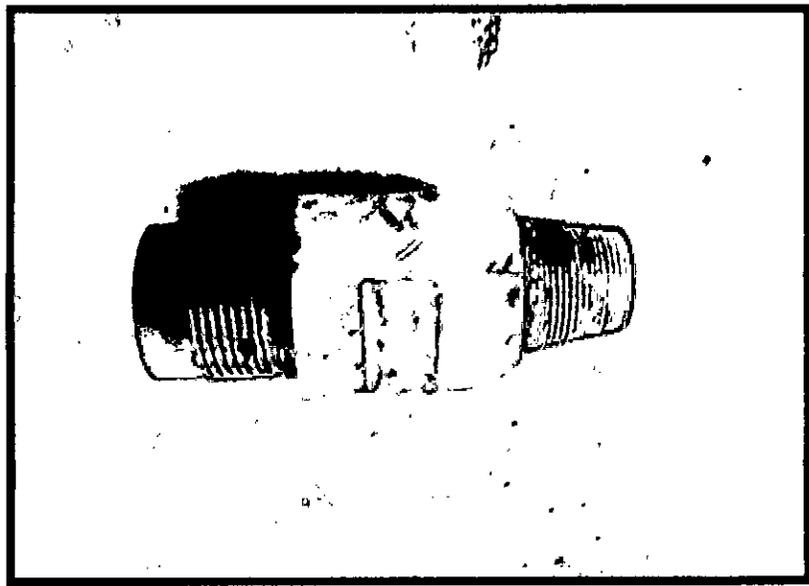
Actualmente se está trabajando con el martillo RH55 marca Sandvik el cual cuenta con las siguientes partes:

❖ TOP SUB:

Llamado también culata o Back Head, ubicada en la parte superior del martillo y donde se aloja la barra de perforación al momento del acoplamiento, interiormente tiene una cavidad hueca para permitir el flujo del aire.

Cuentan con una serie o código plasmado en el cuerpo del mismo para poder realizar el seguimiento de producción y determinar la vida útil de este acero. (Ver Figura N° 2.5)

Figura N° 2.5: Top Sub RH55



Fuente: Andean / Perforación

❖ PISTON CASE:

Llamado también cilindro, ubicada en la parte intermedia del martillo en el cual se alojan interiormente todos los accesorios para realizar el percutamiento y distribución del flujo de aire especificados en el anexo N° 03.

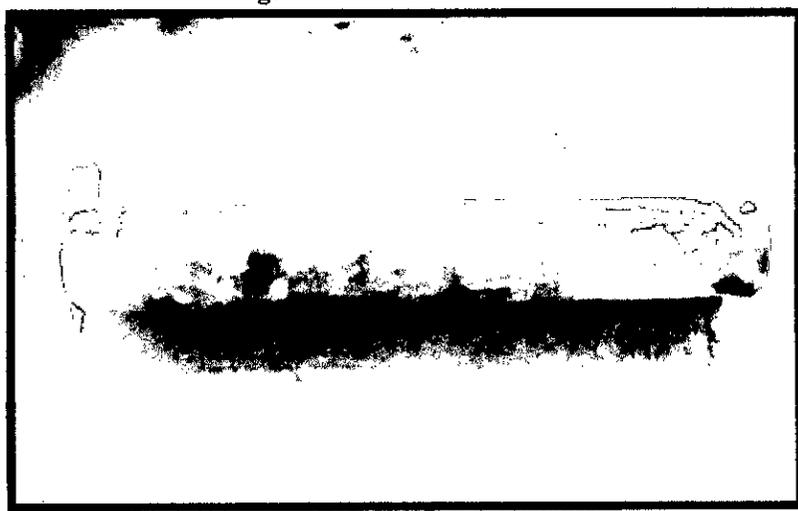
No tiene opción a relleno y revestimiento ya que su vida útil se basa en el grosor del material del cual está elaborado y de realizarse

este trabajo debilitaría al material debido a la longitud a rellenar y ocasionaría pérdidas de tiempo en el proceso de perforación.

Una vez en desuso el Piston Case equivale a decir que culminó la vida útil del martillo.

En el gráfico siguiente se observa un Piston Case o cilindro en desuso el cual muestra un delgado espesor del acero. (Ver figura N° 2.6)

**Figura N° 2.6: Piston Case**



**Fuente: Andean/Perforación**

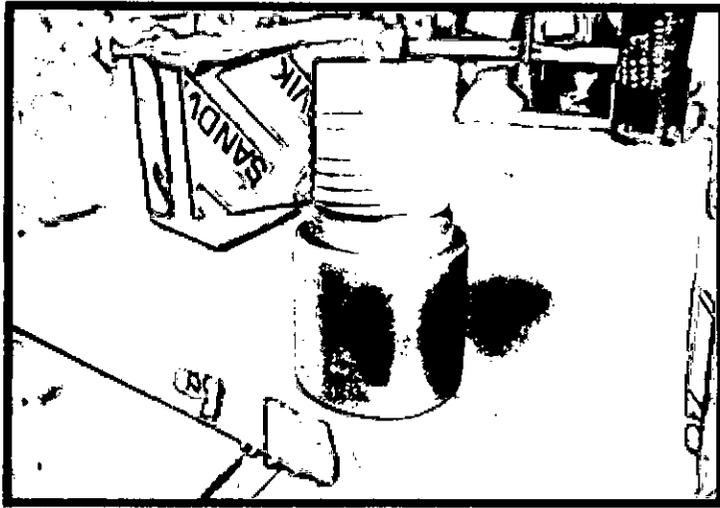
❖ **DRIVE SUB:**

Llamado también chuck, ubicada en la parte inferior del martillo y siendo esta la última parte que conforma un martillo DTH RH55. Este acero lleva un retenedor para poder acoplar la broca con el martillo.

No cuentan con serie o código determinado, siendo esto una dificultad al momento de hacer el seguimiento. (Ver figura N° 2.7 y 2.8)

El acoplamiento de todas las partes descritas anteriormente conforman el Martillo DTH Sandvik, para mayor ilustración, Ver el Anexo N° 05

Figura N°2.7: Drive Sub Nuevo



Fuente: Andean/Perforación

Figura N° 2.8: Shank o Estrías del Drive Sub



Fuente: Andean / Perforacion

## ❖ BROCA M50:

Debido a que se está usando actualmente el martillo Sandvik RH55, se utiliza necesariamente brocas de la misma línea ya que los Shank o Estrías de otras brocas, tal es el caso de las brocas Drillco o Numa, no permiten compatibilidad con el martillo siendo las M50 las únicas compatibles.

Estas brocas tienen un diámetro de 6.1/8", con una matriz convexa de insertos balísticos de 18mm en los periféricos y frontales de la matriz y 16mm en los centrales.

Cuenta también con 03 agujeros para la salida de aire el cual produce la eliminación de detritus, estos agujeros están direccionados hacia las paredes del taladro y no hacia el fondo del mismo. Estas brocas no cuentan con un Canuto, como es el caso de las brocas Drillco o Numa.

Para maximizar el rendimiento de las brocas se procede al afilado de los insertos, el cual proporciona una elongación de vida útil del 50% más de una broca que no recibe el respectivo afilado.

El seguimiento de producción de las brocas se realiza mediante series o códigos inscritas o plasmadas en los Shank de cada broca el cual consta de 09 dígitos a diferencia de las otras brocas Drillco y Numa que son de 08 y 06 dígitos respectivamente. (Ver figura N° 2.9)

**Figura N°2.9: Broca Sandvik**



**Fuente: Andean / Perforación**

➤ **AFILADO DE BROCAS**

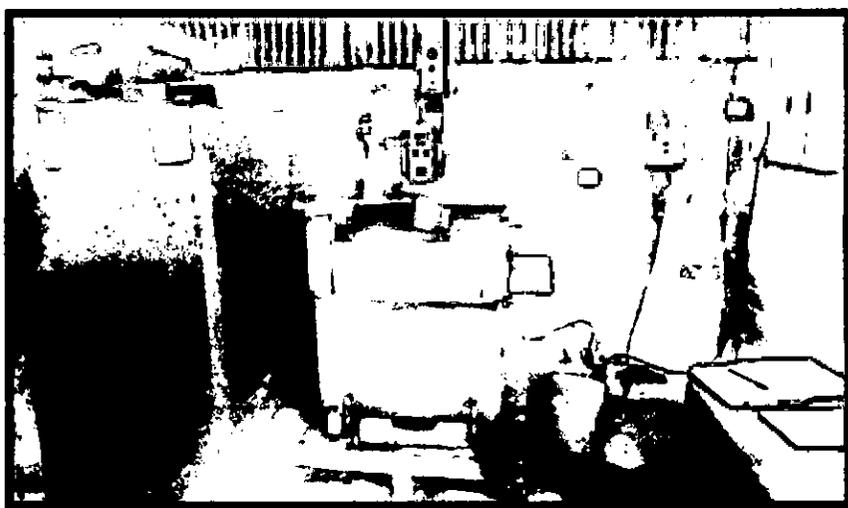
Es el proceso más importante dentro de la operación para alargar la vida útil de las brocas, se realiza mediante un Robot Afilador, este proceso se ejecuta con el apoyo de un martillero debidamente capacitado para operar el Robot Afilador. (Ver figura N° 2.10 y 2.11)

**Figura N° 2.10: Broca Desgastada Broca Afilada**



**Fuente: Andean / Perforación**

**Figura N° 2.11: Robot Afilador**



**Fuente: Andean / Perforación**

❖ **Accesorios de Afilado:**

Para poder desarrollar esta etapa del afilado se requieren ciertos elementos indispensables, como son los siguientes:

- **Las copas de afilar :**

Estas copas están fabricadas específicamente para cumplir la función de moldear los insertos ya sean balísticos o esféricos, en nuestro caso se usan copas balísticas de 18, 16 y 15 mm de diámetro, y está a cargo del martillero. (Ver figura N° 2.12)

**Figura N° 2.12: Copas De Afilar**



**Fuente: Andean / Perforación**

- Escobilla de fierro
- Agua
- Trapo
- Detergente

### **2.1.3. Fundamentación Teórica**

#### **✦ Vida útil de los aceros de perforación**

La duración de los aceros de perforación depende de numerosos factores, por lo que, no pueden darse cifras exactas. Al determinar la vida práctica en un lugar de trabajo determinado, hay que tener en cuenta la fiabilidad de funcionamiento y la seguridad, lo que implica que hay que reemplazar los aceros de perforación antes de que se rompan y perturben la producción.

La vida útil de un acero de perforación, es el tiempo en el cual la herramienta puede operar con eficiencia, es dada por el fabricante y depende del material con el que ha sido elaborada.

El desgaste de los aceros de perforación es un proceso en el que se reduce la vida útil, debido al tipo de roca y los esfuerzos aplicados sobre ellos.

El desgaste de los aceros se produce además por una combinación de los siguientes factores:

- Minerales en la roca; incluyendo su dureza, tamaño, matriz
- Resistencia, dureza, abrasividad de la roca
- Profundidad y velocidad de corte o perforación
- Existencia de fuerzas de impacto en las herramientas (perforación en roca fisurada) “al vacío” o condiciones cambiantes
- Tipo de corte o perforación (percusión, “rasgado”, rotación)
- Presencia de enfriadores entre la roca y la herramienta
- Sistema eficiente de remoción y evacuación de detritus
- Calidad del metal de la herramienta (resistencia, dureza)

De manera general se conoce que la vida útil de los aceros de perforación en Andean Management S.A.C Mina Comarsa, por experiencia es la siguiente, Ver Cuadro N° 2.1:

**Cuadro N° 2.1: Vida Útil de los Aceros**

VIDA UTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACION	
DESCRIPCION	METROS
BROCA	880
MARTILLO	5800
BARRA	8000
ADAPTADOR	2400

Fuente: Andean/Perforación

#### ☛ Muestreo de los aceros de perforación

El muestreo de los aceros de perforación se realizó basándose en los registros de aceros cambiados y del seguimiento realizado a través del Exactus ERP, que se ejecutó desde el mes de Enero 2013 hasta Abril 2013.

Mediante este muestreo se pudo realizar el cálculo del porcentaje de aceros cambiados, registrados en el sistema Exactus ERP, que se indican en la plataforma de reportes del módulo de Operaciones y compararlos con los registros del área de costos, de manera que se pueda identificar el grado de afectación en el control de los cambios de acero que produce el registro incorrecto de los cambios de acero.

#### ✦ **Rendimiento de los aceros de perforación**

Para el cálculo de los rendimientos de los aceros, se procedió a clasificar los datos de los aceros cambiados desde Enero 2013 hasta Abril 2013, de la siguiente, manera:

Para las Brocas: se clasificó primero por tipo de roca que perforó, ya sea sulfuros, óxidos, grava y lastre. A continuación se agrupó dentro del tipo de roca perforada por fabricante y finalmente por modelo, con el fin de poder establecer qué modelo de broca y de qué fabricante es el que mayor rendimiento tiene según el tipo de roca.

En el caso de las brocas de 6 1/8" se realizó la clasificación por fabricante y modelo, por tipo de material no fue posible debido a que no se contó con la información necesaria.

Para las Barras: se clasificó por fabricante y modelo, debido a que para ser cambiado debe transcurrir un mayor lapso que para una broca.

#### ✦ **Costos de los equipos de perforación<sup>5</sup>**

Antes de calcular los costos, es necesario identificar a aquellos costos que intervienen en esta actividad:

---

<sup>5</sup> Novitzki, A., "Minería a Cielo Abierto y su Planificación", Edit. Niedra, Buenos Aires, 1976, p. 136.

**Costos Indirectos:** Son los que no se pueden identificar con un departamento o actividad determinada. Por lo general corresponden a un gasto que es distribuido entre varios departamentos de acuerdo a una determinada proporcionalidad. Por ejemplo, los gastos generales, los gastos del departamento de contabilidad.

**Costos Directos:** Son los costos totalmente identificados con la unidad de referencia. Por ejemplo, los costos de explosivos en la construcción de una galería.

**Costos Fijos:** Representan el gasto monetario total en que se incurre aunque no se produzca nada. No resulta afectado por las variaciones de la cantidad de producción.

Aquí consideraremos a las cuotas de arriendo de equipos, mano de obra directa, entre otras.

**Costo Variable:** Representan los gastos que varían con el nivel de producción y comprenden todos los gastos que no son fijos. En este grupo está el consumo de barras, consumo de explosivos, consumo de combustible y lubricante de los equipos, consumo de agua.

Según lo anterior, los costos variables dependen en gran medida de las características de cada labor, como número y longitud de tiros, tonelaje removido por disparo.

El costo del metro perforado se puede calcular con:

$$CT = \left( \frac{Ca + Ci + Cm + Co + Ce + Cl}{Vm} \right) + Cb \dots (2)$$

Dónde:

**Costos Indirectos:**

Ca: Amortización (US\$/Hr)

Ci: Intereses y Seguros (US\$/Hr)

**Costos Directos:**

Cm: Mantenimiento (US\$/Hr)

Co: Mano de Obra (US\$/Hr)

Ce: Energía (US\$/Hr)

Cl: Engrase y Lubricación (US\$/Hr)

Cb: Aceros (US\$/m)

Vm: Velocidad media de perforación (m/Hr)

**Amortización:** Es un mecanismo contable para recuperar el dinero invertido

La vida operativa estimada es de:

- 50.000 a 100.000 Hr para perforadoras eléctricas.
- 16.000 a 30.000 Hr para unidades Diesel Diesel-Hidráulicas.

Se calcula como:

$C_a = (\text{Precio Adquisición} - \text{Valor Residual}) / \text{Horas de Vida}$

Intereses y seguros: Las máquinas se compran con dinero prestado.

Se calcula como:

$$C_i = \frac{\frac{N+1}{2 \cdot N} + \text{Precio de Adquisición} * \%(\text{Intereses} + \text{Seguros} + \text{Impuestos})}{\text{Horas de Trabajo al Año}}$$

Dónde:

N: número de años de vida

Mantenimiento: Costos de reparación de averías y reparación preventiva

- $5 \times 10^{-5}$  del precio de la perforadora eléctrica
- $6 \times 10^{-5}$  del precio de las unidades diesel

**Mano de obra:** Costo horario del perforista y ayudante.

**Energía:** Puede ser energía eléctrica o diesel, y se calcula según la especificación de los motores.

**Aceite y Lubricador:** Suele estimarse entre un 15 y 20% del costo de energía.

#### ✚ Costo de los aceros de perforación

Para calcular los costos de los aceros de perforación es necesario tener los datos de producción de la mina es decir el plan de minado mensual, además se necesita el promedio de vida útil de cada acero, pues a partir de ellos se podrá calcular el consumo mensual de cada acero de perforación del equipo DM45 HP, como consta en el Anexo N° 06.

El consumo de los aceros de perforación en los cuatro meses del trabajo de investigación se presenta en los siguientes Cuadros N° 2.2 y N°2.3 (Ver anexo N°07 y 08).

**Cuadro N° 2.2: Consumo de Brocas**

<b>RESUMEN</b>				
<b>MES</b>	<b>#BROCAS</b>	<b>MARCA</b>	<b>METRAJE</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>ENERO</b>	13	DRILLCO	10,692	822.46
<b>FEBRERO</b>	44	SANDVIK	40,515	920.79
<b>MARZO</b>	28	SANDVIK	24,888	888.86
<b>ABRIL</b>	37	SANDVIK	43,821	1184.34
<b>PROMEDIO</b>				<b>954.1</b>

**Fuente: Andean/Perforación**

Cuadro N° 2.3: Consumo de Martillos

<b>RESUMEN</b>				
MES	#MARTILLOS	MARCA	METRAJE	PROMEDIO
ENERO	2	DRILLCO	11,509	5754.35
FEBRERO	6	SANDVIK	36,364	6060.69
MARZO	7	SANDVIK	49,833	7118.9
ABRIL	1	SANDVIK	5,895	5894.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>4</b>		<b>25900</b>	<b>6207.14</b>

Fuente: Andean/Perforación

Luego se debe calcular el costo total de los aceros por metro, es decir el costo de la Columna de perforación, que se obtiene dividiendo el valor monetario de cada tipo de acero por el metraje promedio del mismo tipo de acero. Para estos cálculos se han utilizado los datos de cuatro meses: enero, febrero, marzo y abril 2013, para disponer de un valor promedio, como se muestra a continuación en el cuadro N° 2.4:

Cuadro N° 2.4: Costo Total Promedio de los Aceros por metro

DESCRIPCION	Costo x Unidad	RENDIMIENTO PROMEDIO DE ACEROS ENERO-ABRIL	Costo Promedio US\$/MT
	US\$	MTS.	
BROCA	1087.9	954.1	1.14
MARTILLO	5745.3	6207.14	<b>0.93</b>
<b>Costo Total Promedio US\$/MT</b>			<b>2.07</b>

Fuente: Andean/Perforación

Para calcular el costo total por metro perforado, se debe conocer el costo operativo del equipo, que se obtiene realizando los cálculos de acuerdo a la fórmula propuesta en (2), como se muestra en el siguiente cuadro N° 2.5:



Cuadro N° 2.6: Velocidad de Perforación Mes de Enero

<b>ENERO</b>						
RESUMEN	DM45-04	DM45-05	DM45-06	DM45-08	PROMEDIO	TOTAL
MTS PERF.	8072.5	8591.1	13597.8	14181.5	11110.7	44442.9
HRS. PERF.	118.72	127.66	223.6	211.37	170.3	681.35
<b>VP</b>	<b>68</b>	<b>67.3</b>	<b>60.8</b>	<b>67.1</b>	<b>65.8</b>	<b>65.2</b>

Cuadro N° 2.7: Velocidad de Perforación Mes de Febrero

<b>FEBRERO</b>						
RESUMEN	DM45-04	DM45-05	DM45-06	DM45-08	PROMEDIO	TOTAL
MTS PERF.	7598.5	7825.6	12193.5	13200.2	10204.45	40817.8
HRS. PERF.	106.8	125.6	218.4	210.5	165.325	661.3
<b>VP</b>	<b>71.1</b>	<b>62.3</b>	<b>55.8</b>	<b>62.7</b>	<b>61.7</b>	<b>61.7</b>

Cuadro N° 2.8: Velocidad de Perforación Mes de Marzo

<b>MARZO</b>						
RESUMEN	DM45-04	DM45-05	DM45-06	DM45-08	PROMEDIO	TOTAL
MTS PERF.	6450.5	7358.9	11489.7	12897.5	9549.15	38196.6
HRS. PERF.	103.8	121.8	215.8	204.8	161.55	646.2
<b>VP</b>	<b>62.1</b>	<b>60.4</b>	<b>53.2</b>	<b>63.0</b>	<b>59.1</b>	<b>59.1</b>

Cuadro N° 2.9: Velocidad de Perforación Mes de Abril

<b>ABRIL</b>						
RESUMEN	DM45-04	DM45-05	DM45-06	DM45-08	PROMEDIO	TOTAL
MTS PERF.	7985.6	8105.4	13154.9	12478.8	10431.175	41724.7
HRS. PERF.	107.4	125.8	212.4	211.37	164.2425	656.97
<b>VP</b>	<b>74.4</b>	<b>64.4</b>	<b>61.9</b>	<b>59.0</b>	<b>63.5</b>	<b>63.5</b>

Cuadro N° 2.10: Velocidad de Perforación Mes de Enero

<b>RESUMEN</b>					
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	PROMEDIO
MTS PERF.	11110.7	10204.5	9549.2	10431.2	10323.9
HRS. PERF.	170.3	165.3	161.6	164.2	165.4
<b>VP</b>	<b>65.8</b>	<b>61.7</b>	<b>59.1</b>	<b>63.5</b>	<b>62.5</b>

Luego teniendo estos datos, se procede a calcular el Costo total de Perforación (TDC), con la fórmula propuesta en (2).

El cual se muestra en el cuadro N° 2.11.

**Cuadro N° 2.11: Costo Total Promedio de Perforación**

<b>TDC</b>	
Costo Promedio de los Aceros US\$/MT	<b>2.07</b>
Costo de Equipo US\$/HR	<b>261.49</b>
Velocidad de Perforación MT/HR.	<b>62.5</b>
<b>COSTO TOTAL POR METRO US\$/MT</b>	<b>6.25</b>

**Fuente: Adaptación del Investigador**

El resultado quiere decir que hacer o realizar un metro perforado promedio nos cuesta 6.25 US\$/MT y la tarifa por metro perforado que Andean Management S.A.C Mina Comarsa cobra es de 13.2 US\$/MT.

Por tal motivo se buscara reducir el TDC y aumentar la rentabilidad de la empresa.

En base a estos valores se procederá a verificar todo el proceso que involucra la perforación, tomando en cuenta el traslado del equipo, el llenado de los reportes de perforación, la asignación de aceros por operador, el procedimiento de cambio de los aceros, el control de los parámetros de perforación (Pull Down, Hold Back, Velocidad de Rotación y la Presión de Aire), el control del internamiento de brocas y martillos DTH y finalmente el control de llenado en la plataforma de reportes del módulo de operaciones mina dentro del Sistema Exactus ERP.

## ☛ Proceso actual de control de los aceros de perforación

### ➤ Sistema de control

#### ❖ Exactus ERP:

Sistema implementado en Andean Management S.A.C Mina Comarsa, para el registro y control de los aceros de perforación dentro del módulo de Operaciones.

Este sistema permite medir tiempos, metros, registro de operadores, registro de equipos y el control de los aceros de perforación con respecto a las series de las brocas, Martillos, Barras y/u otro acero que se llegue a utilizar.

Permite al personal de la mina tomar decisiones relacionadas a la gestión, rendimiento de la producción, rendimiento del operador, velocidades de penetración tanto por equipo como por operador, planificación y suministro de consumo. Además permite el seguimiento de los datos de producción incluyendo demoras y mantenciones.

En el sistema Exactus ERP, la base de datos es directamente llenado por el área de costos, con respecto al área de operaciones, se encarga de la asignación del personal, llenado de las series de los aceros de perforación y el filtrado de datos para evaluar los rendimientos y las velocidades de perforación efectiva.

A continuación se ilustra el uso del sistema desde el ingreso al propio sistema, el llenado de los datos y el reporte final en el módulo de operaciones.

## 1) Ingreso al Sistema Exactus ERP

**Exactus ERP**  
6.0 R5

Exactus-Desarrollado para Andean Management SAC.

Base de Datos: EXACTUS  
Compañía: ANDEAN  
Usuario: mlopez  
Contraseña: \*\*\*\*\*

Usuario de Red

INGRESAR + SAUR

## 2) Ingreso al Modulo Operaciones Mina

Exactus ERP 6.0 R5

Compañía ANDEAN Opciones Salir Ayuda

**Operaciones de Mina**

Favoritos

Todas las Opciones

- Mina
- Operaciones
- Consultas
- Reportes
- Procesos
- Administración
- Acerca de...

Favoritos

Inventarios

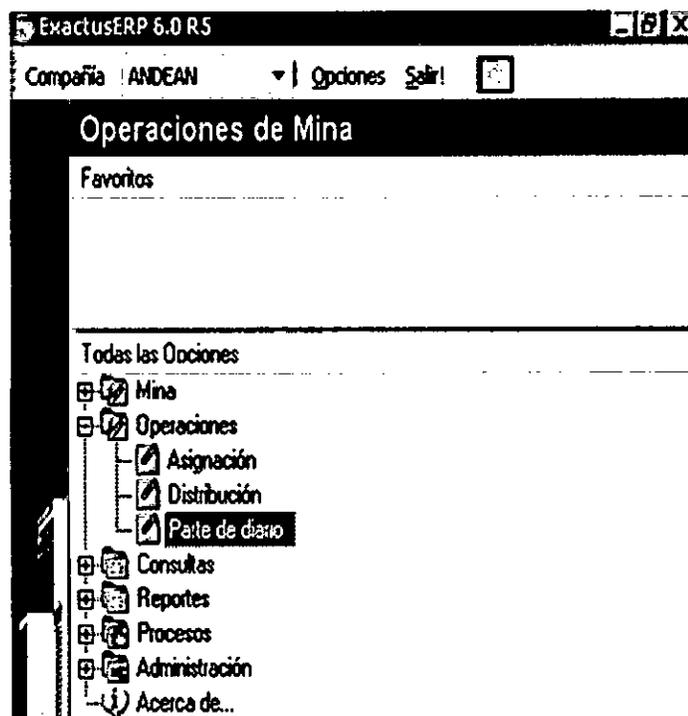
Compras

Requisiciones

Operaciones de Mina

MLOPEZ | EXACTUS | TCV: 2.6270

## 3) Ingreso al Parte Diario



## 4) Ingreso al Llenado del Parte diario

ANDEAN - Parte Diario

Registro Despliegue Reporte! Excel! Ayuda

Mina:

Fecha Desde:  Fecha Hasta:

Equipo	Mina	Parte	Fecha	Turno	Operador	Categoría	Subcate
DMSE-04	COMARSA	97	25/04/2013	D	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	64	26/04/2013	D	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	1	27/04/2013	N	40916241	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	1	12/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	19	13/04/2013	D	45935021	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	1	14/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	61	15/04/2013	D	41822265	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	64	12/04/2013	D	45935021	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	1	13/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	121	08/04/2013	D	41464486	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	117	09/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	121	09/04/2013	D	41464486	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	117	10/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	121	10/04/2013	D	41464486	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	9	11/04/2013	N	04438624	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	61	11/04/2013	D	45935021	PBHD	PERFOR
DMSE-04	COMARSA	8	21/04/2013	N	41464486	PBHD	PERFOR



## 6) Ingreso al llenado General de la perforadora DM45E-05

ANDEA - Parte Diario

Registro Buscar Detalle Despliegue Reporte! Excel! Ayuda

Parte entrada:  Doc. Físico:  ESTADO:

Mina:  Fecha:  Turno:

Operador:

Jefe de Guardia:

Equipo:  Categoría:  Subcategoría:

Puntos de perforación:

Evento	Tajo	Banco	Proyecto	Destino Ubicación	Destino Lugar	Descripción	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo	Unidad tiempo	Metros
100	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	INSPECCION MECANICA	06:35 AM	06:40 AM	0.08	Horas	
707	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	TRASLADO POR DISPARO	11:40 AM	12:00 PM	0.33	Horas	
715	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	PERFORACION	09:40 AM	11:22 AM	1.70	Horas	78.62
715	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	PERFORACION	04:25 PM	06:05 PM	1.67	Horas	75.48
807	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	TRASLADO	06:25 AM	06:35 AM	0.17	Horas	
817	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	TRASLADO A NUEVO PRC	09:20 AM	09:40 AM	0.33	Horas	
817	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	TRASLADO A NUEVO PRC	04:00 PM	04:25 PM	0.42	Horas	
823	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	NIVELACION DE TALADRO	11:22 AM	11:40 AM	0.30	Horas	
823	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	NIVELACION DE TALADRO	06:05 PM	06:20 PM	0.25	Horas	
832	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	CALENTAMIENTO DEL MÓ	06:40 AM	06:50 AM	0.17	Horas	
909	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	FALTA DE PROYECTO	06:50 AM	09:20 AM	2.50	Horas	
909	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	FALTA DE PROYECTO	01:00 PM	04:00 PM	3.00	Horas	
913	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	REFRIGERIO / DESCANSO	12:00 PM	01:00 PM	1.00	Horas	
914	TJCOMD05	389	389	TJCOMD05	389	CAMBIO DE GUARDIA	06:20 AM	06:25 AM	0.08	Horas	

## 7) Ingreso al llenado General de la perforadora DM45E-06

ANEXOS - Parte Usuario

Registro Buscar Detalle Despegue Reporte! Excel Ayuda

Parte entrada:  Doc. Físico:  ESTADO:

Mina:  Fecha:  Turno:

Operador:

Jefe de Guardia:

Equipo:  Categoría:  Subcategoría:  PERFORACION BHD

Puntos de perforación:

General | Control de Accesorios | Control por Equipo | Personal Asignado | ~Detalle Acarreo

Evento	Tajo	Banco	Proyecto	Destino Ubicación	Destino Lugar	Descripción	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo	Unidad tiempo	Metros
100	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	INSPECCION MECANICA	07:50 AM	07:55 AM	0.08	Horas	
707	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO POR DISPARO	11:35 AM	12:00 PM	0.42	Horas	
715	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	PERFORACION	09:00 AM	10:10 AM	1.17	Horas	118.16
715	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	PERFORACION	02:50 PM	05:30 PM	2.67	Horas	273.64
807	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO	07:35 AM	07:50 AM	0.25	Horas	
817	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO A NUEVO PROC	08:00 AM	08:20 AM	0.33	Horas	
817	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO A NUEVO PROC	08:50 AM	09:00 AM	0.17	Horas	
823	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	NIVELACION DE TALADRO	10:10 AM	10:35 AM	0.42	Horas	
823	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	NIVELACION DE TALADRO	05:30 PM	06:30 PM	1.00	Horas	
832	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	CALENTAMIENTO DEL MOTOR	07:55 AM	08:00 AM	0.08	Horas	
851	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO EN CAMABAL	08:20 AM	08:50 AM	0.50	Horas	
851	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	TRASLADO EN CAMABAL	11:10 AM	11:35 AM	0.42	Horas	
909	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	FALTA DE PROYECTO	10:35 AM	11:10 AM	0.58	Horas	
909	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	FALTA DE PROYECTO	01:00 PM	02:50 PM	1.83	Horas	
909	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	FALTA DE PROYECTO	06:30 PM	07:30 AM	13.00	Horas	
913	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	REFRIGERIO / DESCANSO	12:00 PM	01:00 PM	1.00	Horas	
914	TJCOM001	318	318	TJCOM001	318	CAMBIO DE GUARDIA	07:30 AM	07:35 AM	0.08	Horas	

## 8) Ingreso al llenado General de la perforadora DM45E-08

ANDEAN - Parte Diario

Registro Buscar Detalle Despliegue Reporte! Excel! Ayuda

Parte entrada:  Doc. Físico:  ESTADO:

Mina:  Fecha:  Turno:

Operador:  CASIANO RUBIO ELMER JAVIER

Jefe de Guardia:  AGREDA LAUREANO RAUL VICTOR

Equipo:  Categoría:  Subcategoría:

Puntos de perforación:

Evento	Tajo	Banco	Proyecto	Destino Ubicación	Destino Lugar	Descripción	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo	Unidad tiempo	Metros
100	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	INSPECCION MECANICA	06:45 AM	07:00 AM	0.25	Horas	
707	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	TRASLADO POR DISPARO	11:30 AM	12:00 PM	0.50	Horas	
715	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	PERFORACION	09:40 AM	10:15 AM	0.58	Horas	119.00
715	TJCOM005	434	434	TJCOM005	434	PERFORACION	05:35 PM	06:03 PM	0.47	Horas	51.40
807	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	TRASLADO	06:30 AM	06:45 AM	0.25	Horas	
823	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	NIVELACION DE TALADRO	10:15 AM	10:40 AM	0.42	Horas	
823	TJCOM005	434	434	TJCOM005	434	NIVELACION DE TALADRO	06:03 PM	06:15 PM	0.20	Horas	
851	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	TRASLADO EN CAMBALAJE	08:00 AM	08:40 AM	0.67	Horas	
851	TJCOM005	434	434	TJCOM005	434	TRASLADO EN CAMBALAJE	04:50 PM	05:35 PM	0.75	Horas	
909	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	FALTA DE PROYECTO	07:00 AM	08:00 AM	1.00	Horas	
909	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	FALTA DE PROYECTO	08:40 AM	09:40 AM	1.00	Horas	
909	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	FALTA DE PROYECTO	10:40 AM	11:30 AM	0.83	Horas	
909	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	FALTA DE PROYECTO	01:00 PM	04:50 PM	3.83	Horas	
913	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	REFRIGERIO / DESCANSO	12:00 PM	01:00 PM	1.00	Horas	
914	TJCOM001	312	312	TJCOM001	312	CAMBIO DE GUARDIA	06:15 AM	06:30 AM	0.25	Horas	

9) Plataforma de Reporte de Eventos, Metros perforados, Horas Efectivas, Tarifas, Tajos.

ANDEAN CL Comal Miraflores													Fecha							
Reporte Consolidado de Operaciones Mina																				
Desde: 01/04/2013 Hasta: 30/04/2013																				
Mina: COMARSA - COMPAÑIA MINERA SANTA ROSA MINERA																				
Moneda: DOLARES AMERICANOS																				
Mina	Fecha	Tur	Guard	Equipo	Operado	Horo. Id	Horo. F	Horo. U	Categor	Subcate	Evento	Tajo	Empl	Destino	Evento	Tempo	Metros	Tipo Ev	Tarifa	Costo
COMARSA	01/04/2013	D	2	DM41E-04	LAURA CC 22.138.30	22.138.12	0.82	FBHD	PERFOR	909	CLARITA	330	CLARITA	FALTA DE	7.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	2	DM41E-04	LAURA CC 22.138.30	22.138.12	0.82	FBHD	PERFOR	913	CLARITA	330	CLARITA	REFRIGER	1.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	2	DM41E-04	LAURA CC 22.138.30	22.138.12	0.82	FBHD	PERFOR	909	CLARITA	330	CLARITA	FALTA DE	4.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	1	DM41E-04	SILVA JIMI 22.138.10	22.138.30	2.20	FBHD	PERFOR	909	CLARITA	330	CLARITA	FALTA DE	7.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	1	DM41E-04	SILVA JIMI 22.138.10	22.138.30	2.20	FBHD	PERFOR	913	CLARITA	330	CLARITA	REFRIGER	1.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	1	DM41E-04	SILVA JIMI 22.138.10	22.138.30	2.20	FBHD	PERFOR	909	CLARITA	330	CLARITA	FALTA DE	1.83	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	1	DM41E-04	SILVA JIMI 22.138.10	22.138.30	2.20	FBHD	PERFOR	914	CLARITA	330	CLARITA	CAVSIO D	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	914	SACALLA	328	SACALLA	CAVSIO D	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	850	SACALLA	328	SACALLA	TRASLADC	0.25	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	100	SACALLA	328	SACALLA	INSPECCI	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	632	SACALLA	328	SACALLA	CALENTA	0.08	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	715	SACALLA	328	SACALLA	PERFORA	1.82	129.50	TRABAJO	12.10	1,566.90	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	909	SACALLA	328	SACALLA	FALTA DE	1.53	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	823	SACALLA	328	SACALLA	NIVELACK	0.58	0.00	TRABAJO	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	822	SACALLA	328	SACALLA	RE-PERFC	0.20	45.50	TRABAJO	12.10	550.20	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	707	SACALLA	328	SACALLA	TRASLADC	0.55	0.00	TRABAJO	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	122	SACALLA	328	SACALLA	TRASL DE	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	102	SACALLA	328	SACALLA	MANTENIV	1.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	909	SACALLA	328	SACALLA	FALTA DE	1.72	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	617	SACALLA	328	SACALLA	TRASLADC	0.20	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	3	DM41E-05	REBAZA U 10.693.90	10.702.40	3.50	FBHD	PERFOR	909	SACALLA	328	SACALLA	FALTA DE	3.42	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	914	SACALLA	328	SACALLA	CAVSIO D	0.25	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	850	SACALLA	328	SACALLA	TRASLADC	0.25	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	100	SACALLA	328	SACALLA	INSPECCI	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	632	SACALLA	328	SACALLA	CALENTA	0.08	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	633	SACALLA	328	SACALLA	FRUEBAS	0.08	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	715	SACALLA	328	SACALLA	PERFORA	2.67	288.00	TRABAJO	12.10	3,480.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	600	SACALLA	328	SACALLA	CARGADC	0.25	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	636	SACALLA	328	SACALLA	CAVSIO D	0.17	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	715	SACALLA	328	SACALLA	PERFORA	3.42	366.40	TRABAJO	12.10	4,433.40	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	636	SACALLA	328	SACALLA	CAVSIO D	0.12	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	715	SACALLA	328	SACALLA	PERFORA	0.30	32.20	TRABAJO	12.10	389.40	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	913	SACALLA	328	SACALLA	REFRIGER	1.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	715	SACALLA	328	SACALLA	PERFORA	0.60	64.30	TRABAJO	12.10	778.00	
COMARSA	01/04/2013	N	2	DM41E-05	PINEDA A 10.684.70	10.693.90	10.20	FBHD	PERFOR	823	SACALLA	328	SACALLA	NIVELACK	2.65	0.00	TRABAJO	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	2	DM41HP-06	RAMOS FF 3.293.00	3.293.60	0.60	FBHD	PERFOR	909	CLARITA	330	CLARITA	FALTA DE	5.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	
COMARSA	01/04/2013	D	2	DM41HP-06	RAMOS FF 3.293.00	3.293.60	0.60	FBHD	PERFOR	913	CLARITA	330	CLARITA	REFRIGER	1.00	0.00	DEMORA	0.00	0.00	



Por los problemas existentes, la plataforma de reportes en el área de perforación aún no está perfectamente validada.

Es necesario regularizar el registro y control del consumo de aceros, para asegurar:

- El control adecuado de la información que permitirá el acceso a ella sin necesidad de otras fuentes y con un nivel óptimo de calidad.
- El valor agregado que se busca obtener del análisis de los datos ingresados (identificar los aceros que han conseguido mejores resultados, o poder hacer una mejor estimación de consumo a futuro).

A la fecha el registro y control de la información asociada no es el mejor, por tal motivo se plantea lo siguiente:

- Se hace necesario, una vez modificado el módulo de registro, re instruir a los operadores sobre el ingreso de los cambios de aceros para aclarar conceptos y así asegurar la calidad de la información generada.
- Se identifican tres elementos principales en base a los que deberían enfocarse los esfuerzos para mejorar la situación actual:
  - ☛ Correcto registro de los cambios de aceros
  - ☛ Operadores
  - ☛ Información básica sobre el llenado de reporte.

## **CAPITULO III**

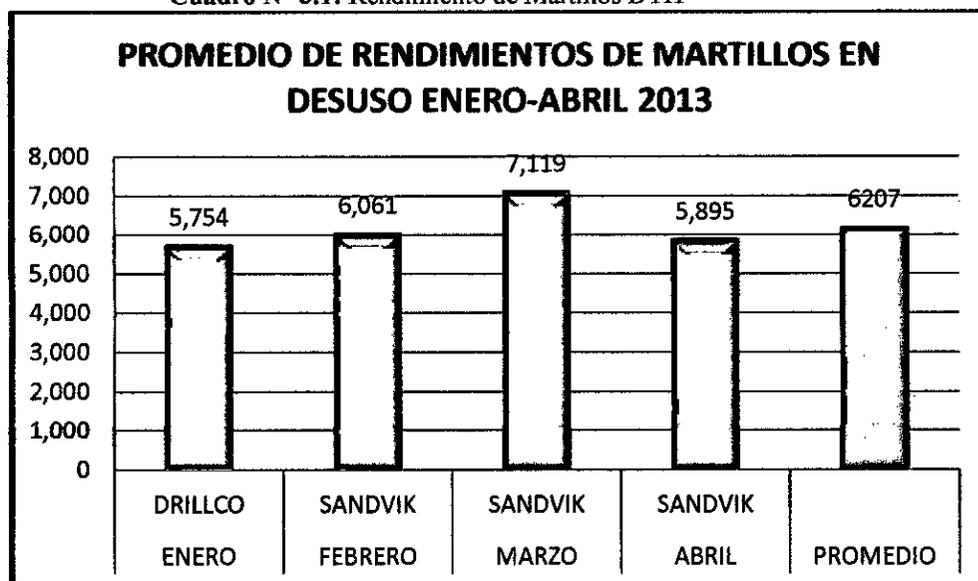
### **METODOLOGIA**

#### **3.1. EL PROBLEMA**

##### **3.1.1. Descripción del Problema**

En la Mina Comarsa-Andean Management S.A.C se han presentado demasiado desgastes con bajos rendimientos en los aceros de perforación en estos 04 últimos meses debido al proceso operacional, por lo que es importante controlar los cambios de los aceros y muestrear sus rendimientos de cada uno de ellos. La perforación es una operación unitaria importante en la industria de la minería y por ende en la Mina Comarsa; la ocurrencia de estos bajos rendimientos incita a un análisis de los aceros de perforación de estos últimos meses del año 2013 (Ver cuadro N° 3.1).

Cuadro N° 3.1: Rendimiento de Martillos DTH



Fuente: Andean/Perforación

### 3.1.2. Planteamiento y Formulación del Problema

Los aceros de perforación, como herramientas mineras especiales deben ser capaces de soportar el fuerte desgaste y las exigentes condiciones de trabajo a los que son sometidos. El sorprendente desarrollo en la construcción de los equipos para perforación de roca, ha ido aparejado con una constante innovación en la calidad y tipo de los aceros de perforación, cuya función es taladrar la roca, mediante la transmisión de ondas de impacto producidas por un embolo (pistón) hidráulico o neumático, en labores de explotación minera, obras civiles o sondajes de exploración.

El empleo de aleaciones metálicas cada vez más resistentes, así como la variación en el diseño y componentes de los aceros de perforación (barras, martillo y brocas) y la incorporación de metales de mayor dureza, son algunos de los avances tecnológicos incorporados a materia de perforación minera, para obtener mayor

vida útil, mayor velocidad de penetración y menor costo de perforación.

El motivo principal para disponer de un plan de control de uso de los aceros de perforación es contar con información real sobre su desgaste (vida útil) pues en base de ello se determinara el costo total de perforación, así como el costo específico de cada componente.

El plan de control de uso de los aceros de perforación proporciona información en tiempo real y permite definir su rendimiento y duración, datos que provienen de un control metódico y sistemático de la longitud (metraje), que perfora cada acero (barras, martillo y brocas).

La empresa Andean Management S.A.C, cuenta con un proceso de control de uso de los aceros de perforación y con su aplicación del sistema de reportes Exactus Erp, se encargara de almacenar datos sobre el trabajo que realizan las perforadoras el cual corresponde al número de perforación, al ciclo de trabajo, al estado del equipo y al cambio de aceros.

El sistema vigente fue implementado en julio del 2012, con la finalidad de poder obtener información sobre el rendimiento de los equipos, los metros perforados y el uso de los aceros de perforación.

A la fecha, el sistema presenta problemas respecto al cambio de los aceros de perforación, ya que los trabajadores tienen dificultad al momento de ingresar datos a los formatos de perforación, ya sea por confusión de términos o por errores personales, falencias que hacen que los datos sobre el uso de los aceros de perforación no sean

confiables y no permitan conocer la duración (vida útil) efectiva de las barras, martillos y brocas, todos estos problemas se reflejan en los reportes deficientes que muestra el sistema de reportes Exactus Erp.

### 3.1.3. Objetivos

#### 📌 **Objetivo General**

Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa- Andean Management S.A.C

#### 📌 **Objetivo Específico**

- Determinar el uso de los aceros de perforación.
- Determinar los procedimientos del mejoramiento del proceso de control.
- Determinar los parámetros aplicados a los equipos de perforación.

### 3.1.4. Justificación

En Andean Management S.A.C, Mina Comarsa, el control de uso de las perforadoras se realiza por medio de un proceso de llenado de formatos, que registra el Ingreso del número de la perforación, ciclo de trabajo, el estado (estatus) del equipo y el cambio de aceros, para determinar su vida útil y el registro de cambio de los aceros de perforación.

Este proceso, durante su aplicación genera dificultades a los operadores de las perforadoras al momento de ingresar los datos en los reportes, puesto que existe confusión en los términos empleados e inadecuada visualización del llenado del formato. Estos inconvenientes dan como resultado datos erróneos sobre el uso de

los aceros y sobre el control de su cambio, presentando casos en los que una perforadora registra que una determinada broca, o martillo DTH alcanza un número irreal de metros perforados. Ante esta situación se requiere presentar una propuesta de mejoramiento del Proceso de Control de uso de los aceros, de manera que el ingreso de los datos del trabajo de las perforadoras sea eficiente, genere datos confiables sobre el uso de los aceros empleados, en su reportabilidad y permitan establecer el rendimiento real de los mismos.

#### **3.1.5. Limitaciones**

La limitación en el presente trabajo de investigación es la poca bibliografía existente sobre el tema.

#### **3.1.6. Alcances**

El presente estudio permitirá implementar los resultados en todos los tajos de la Mina Comarsa y en los diferentes proyectos de exploración ya sea RCD o Diamantina.

### **3.2. HIPÓTESIS**

#### **3.2.1. Hipótesis General**

El uso de los aceros de perforación permitirá el Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa – Andean Management.

#### **3.2.2. Hipótesis Específica**

- El uso adecuado de los aceros de perforación será favorable para mejorar el proceso de control
- Los procedimientos favorecerán el proceso de control en la mina Comarsa – Andean Management S.A.C
- Los parámetros de perforación permitirá mejorar el uso de los aceros de perforación

### 3.3. VARIABLES

#### 3.1.1. Variable Independiente:

- ✓ Uso de los aceros de perforación.

#### 3.1.2. Variable dependiente:

- ✓ Mejoramiento del proceso de control en la mina Comarsa – Andean Management S.A.C – Año 2013.

### 3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.4.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo es un estudio descriptivo, prospectivo y transversal.

**Es descriptivo**, porque aborda todas las características geológicas del sector, las propiedades geomecánicas del macizo rocoso, los parámetros de perforación y voladura, en especial las variables de perforación que permitirán mejorar la reportabilidad de los aceros de perforación y calcular su rendimiento.

**Prospectivo**, debido a que los resultados obtenidos en el estudio serán aplicados a futuro.

**Transversal**, porque este estudio se lo va a desarrollar en un período de seis (6) meses. Este, como todo estudio, comprende las siguientes etapas:

**Trabajo de campo:** Consiste en la observación, descripción y levantamiento de datos del proceso de perforación, en especial del cambio de aceros.

**Trabajo de gabinete:** Consiste en ordenar, tabular y elaborar la información obtenida en el campo. Para cumplir con este trabajo se necesitan técnicas, herramientas y programas de computación y métodos estadísticos para calcular el rendimiento de los aceros, datos que ayudarán a determinar el costo real de un metro de perforación.

### **3.4.2. Población y Muestra**

Debido a que el presente proyecto de investigación de tesis está relacionado con los equipos de perforación, la muestra es la actividad de cambio de aceros en el proceso de perforación en el año 2013, según el departamento de Operaciones.

### **3.4.3. Instrumentos de recopilación de datos**

Para captar las variables de interés de la presente investigación se realizó un muestreo de los aceros de perforación mediante formatos nuevos de reportes diarios de perforación (Ver Anexo N° 09 y 10).

Se empleó también los informes mensuales, cuadros de rendimientos de Enero-Abril y los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) de Andean Management S.A.C Mina Comarsa.

### **3.4.4. Tratamiento de datos**

Los datos obtenidos mediante los instrumentos aludidos se clasificó en información en tiempo real y el procesamiento de datos en gabinete, para procesarlos mediante hoja de cálculo Excel y el Sistema Exactus Erp, con lo que se obtuvieron gráficos de barras, tal como se mostraran en el Capítulo IV de Resultados.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS**

En la Mina Comarsa-Andean Management S.A.C se establecerán acciones para corregir los problemas del control de los aceros, los cuales se plantean de la siguiente manera:

- Se autorizará a un solo trabajador (martillero) para el retiro de los aceros nuevos de almacén.
- Supervisar que los aceros nuevos se utilicen en los equipos a los cuales fueron asignados.
- Ejecutar el desmonte de los aceros, mediante el siguiente procedimiento:

1. El operador debe pedir información al ayudante sobre la condición de los aceros, para verificar si el cambio del acero es por desuso, reconstrucción o para el afilamiento (brocas).
2. El operador debe ingresar la información del acero entrante (Marca, diámetro, número de serie).
3. La información llenada por el operador en el reporte debe ser ingresada a la base de datos, verificando las series de ser necesario.

#### **■ Modificación del reporte de perforación**

Para realizar la mejora del reporte de perforación se debe solicitar formalmente las modificaciones al área de costos de Andean Management, las modificaciones a realizarse son las siguientes:

1. Agregar más columnas para el llenado de las series de las brocas
2. Tener ya colocados en el reporte el diámetro y marca del acero, para agilizar el llenado.
3. Agregar más filas para el llenado de los tajos, ya que un equipo puede trabajar incluso en 03 tajos.
4. Modificar las filas de la parte posterior del reporte para el llenado de los tiempos (Hora Inicio-Hora Final), por cada evento durante el turno de trabajo (Perforando, Reperforando, Especial, cambio de broca, barra, martillo, traslado de equipo a nuevo proyecto, traslado de equipo por voladura, stand by por falta de proyecto), de esta manera mejorar las velocidades de penetración efectiva y neta.

Una vez aprobadas las mejoras del reporte, se procederá a solicitar blocks al área de logística, quedando accesibles para el área de perforación.

### **☛ Compromiso para realizar mejoras en el proceso de control**

El proceso de control consiste en tres pasos independientes<sup>6</sup>:

1. Medir el desempeño real.
2. Comparar los resultados con los estándares
3. Tomar medidas correctivas

De acuerdo a lo establecido y a los procedimientos de Andean Management, se elaborará un informe en el que se indiquen los problemas que presenta actualmente el proceso de control, su impacto y el plan de acción que permita corregir y/o minimizarlo (Ver Anexo N° 13)

### **☛ Aprobación de las mejoras**

Para aprobar las mejoras en el reporte de perforación, es necesario realizar pruebas que corroboren su funcionalidad, para esto con el apoyo del supervisor de perforación y los coordinadores de campo, se accederá a la perforadora DM45-08, en las que se realizará las modificaciones y las pruebas del llenado de los formatos nuevos de perforación.

### **☛ Revisión de las mejoras**

Cuando se hayan realizado las mejoras solicitadas, se procederá a verificar que el pedido del cambio del reporte de perforación ha cumplido en un ciento por ciento y que en realidad cubre el objetivo propuesto.

La revisión de las mejoras se realizará con el apoyo del Supervisor General de perforación y los coordinadores de campo, quienes cumplen una función importante para la realización de esta investigación.

---

<sup>6</sup>Stephen P. Robbins, 2008, SUPERVISION, 5ta edición, Edit. Pearson Mexico Cap. 6, p. 155

#### ✦ Capacitación a los operadores de perforación

D.K. Berlo dice:

“Se puede pensar en la comunicación como un proceso o un flujo.

Los problemas de comunicación ocurren cuando hay desviaciones o bloques en ese flujo. Antes de que haya comunicación, se necesita un propósito expresado como un mensaje que debe transmitirse”<sup>7</sup>

Una vez aprobada la modificación del reporte y verificada su funcionalidad, se capacitará al personal de perforación para que hagan un correcto llenado de los reportes.

El personal encargado de la capacitación será el supervisor y/o asistente de perforación (Ver anexo N° 14).

#### ✦ Estado del reporte con las mejoras ejecutadas

A continuación se presenta las modificaciones realizadas al reporte de perforación:

##### ❖ Parte superior del reporte antiguo

REPORTE DE PERFORADORA		DM45-01	DM45-03	DM45-04	DM45-06	DM45-07	T450	
FECHA:								
OPERADOR:								
HR. INICIAL DE COMBUSTIBLE:								
HR. INICIO DE MOTOR:								
AYUDANTE DE PERS:								
INGRESO A TALLER Hrs:								
 <b>ANDEAN MANAGEMENT SAC</b>		TURNO	A (NOCHE)	B (DIA)				
		TALC:		BAJCO:				
		HR. FINAL DE COMBUSTIBLE:						
		HR. FINAL DE MOTOR:						
		COMBUSTIBLE GLRS:	DIA:	NOCHE:				
		SALIDA DE TALLER Hrs:						

Fuente: Andean/Perforación

<sup>7</sup> D.K. Berlo, The Process of Communication (Nueva York: Holt, Rinehart, 1960), pp. 30-32  
 Stephen P. Robbins, 2008, SUPERVISION, 5ta edición, Edit. Pearson Mexico Cap. 10, p. 279

Se observa que las modificaciones de realizaron en los siguientes puntos:

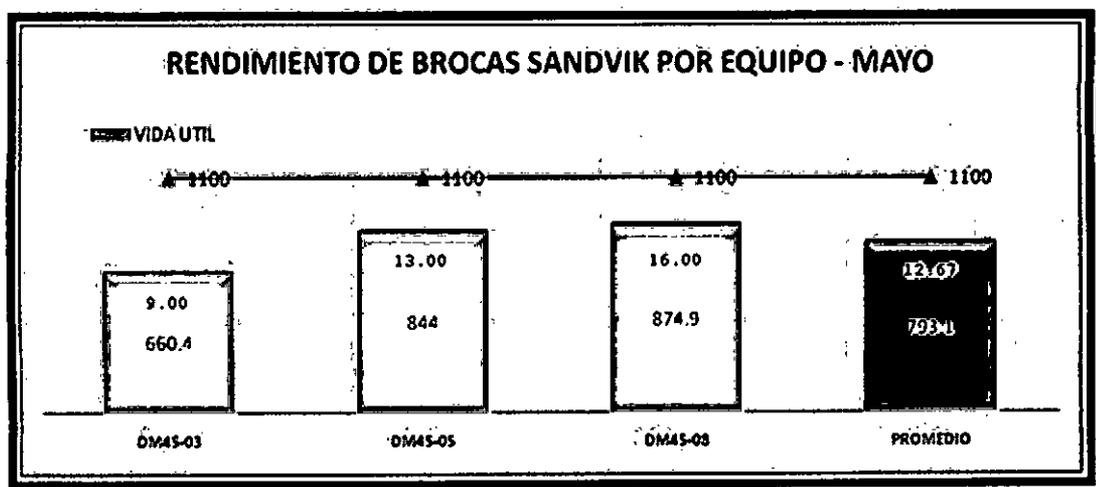
- En el reporte antiguo no se considera el tiempo de charlas de 5 minutos, el traslado del personal ni en chequeo del equipo mientras que en el mejorado si se considera.
- Los tiempos de perforación en el reporte antiguo es en general, es decir un solo tiempo por todo el turno de trabajo, mientras que en el reporte mejorado son por eventos, quiere decir que en cada parada que realiza el operador se van anotando los tiempos de acuerdo al evento ocurrido.
- De igual manera los tiempos que se toman en los traslados de proyecto a proyecto y traslado por voladura, ya sea rodando o en camabaja.

#### 4.2. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE INFORMACION

##### ✚ Rendimiento de los aceros de perforación

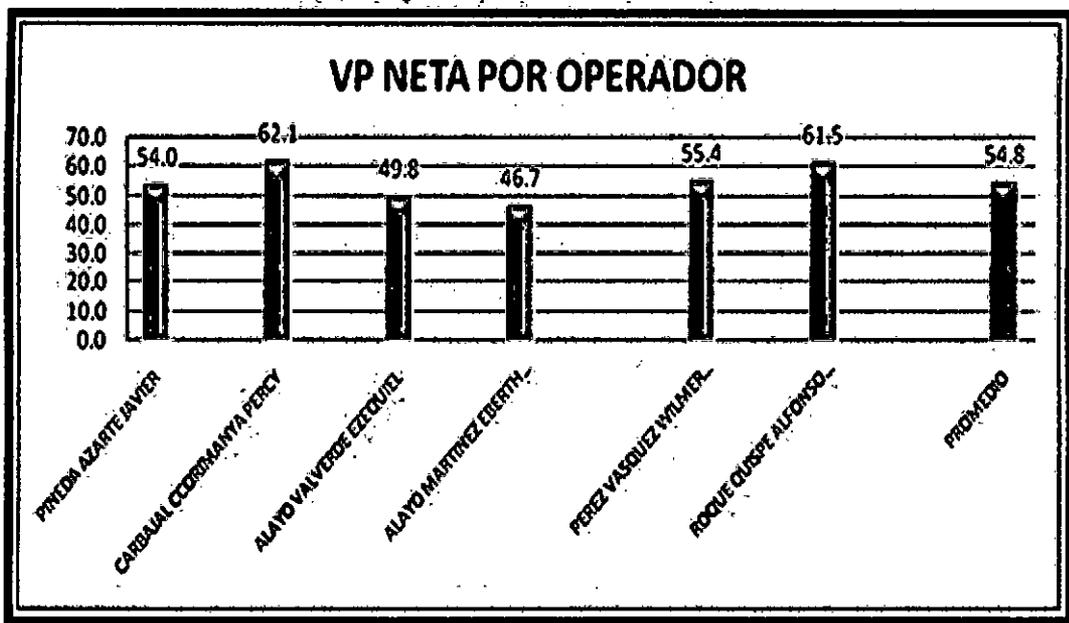
El cálculo del rendimientos de los aceros se lo realizó utilizando tablas en Excel y grafico de barras, información con la que se determina la vida útil de los aceros de perforación en la mina Comarsa-Andean Management, se identifica la marca, modelo y diámetro de la broca.

##### ❖ Rendimiento de las brocas Sandvik M50 6.1/8"



Fuente: Andean/Perforación

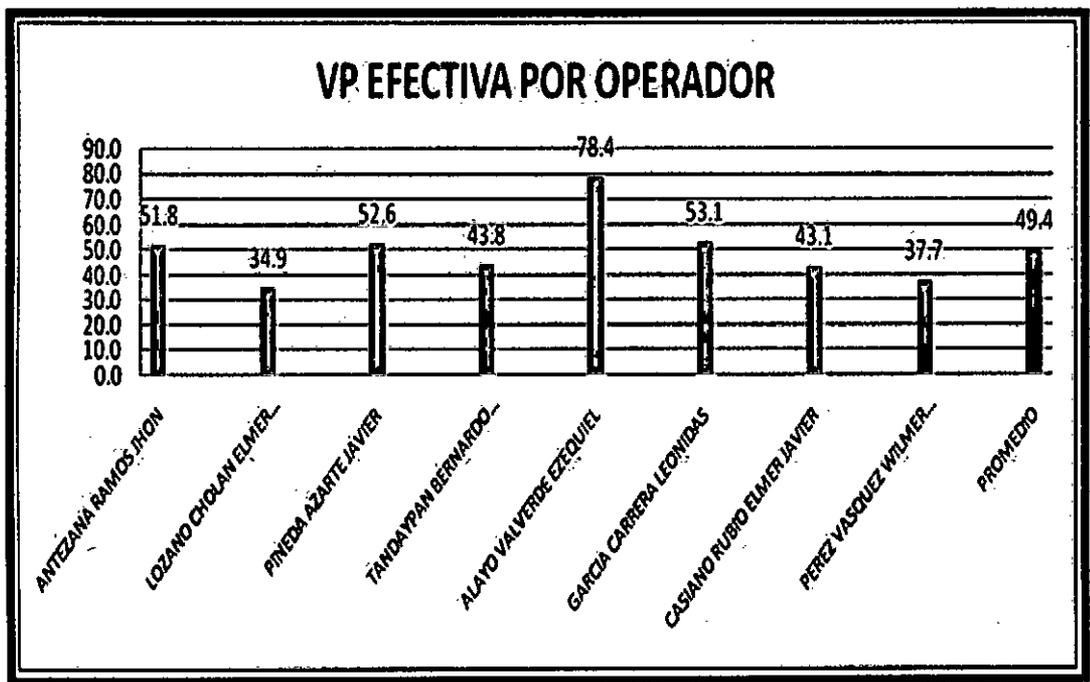
Se observa que el promedio de vida útil es de 793.1 mts. En el mes de mayo, además el consumo de brocas por cada equipo es de 9,13 y 16 respectivamente.



Fuente: Andean/Perforación

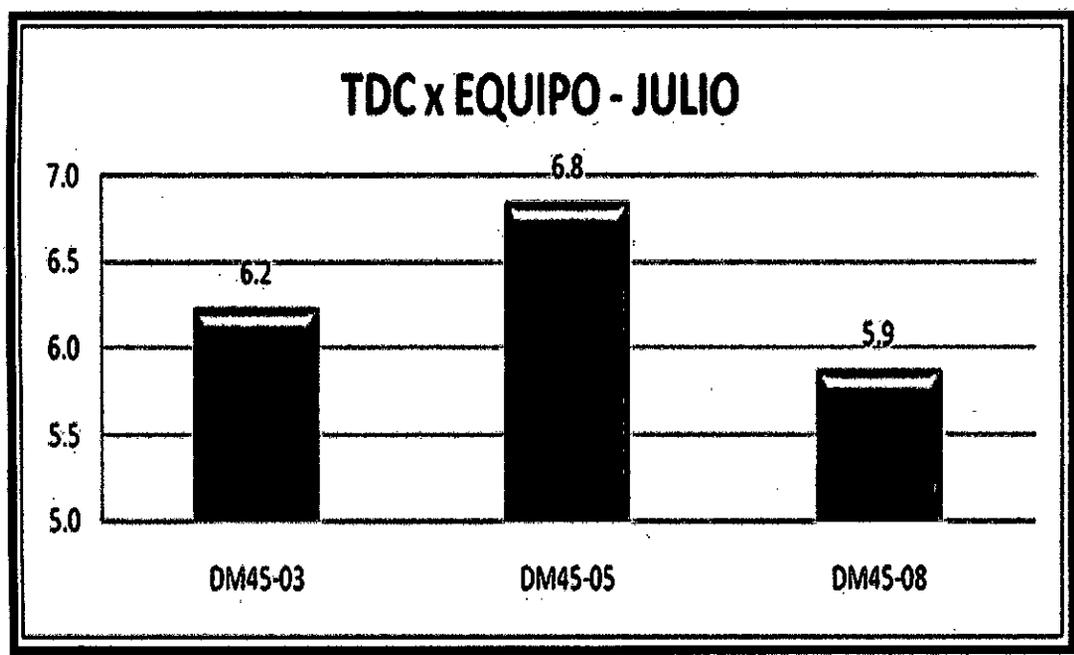
Se observa que las velocidades de penetración fluctúan entre 46.7 mts/hr como mínimo y 62.1 mts/hr como máximo y como promedio 54.8 mts/hr.

❖ JUNIO



Fuente: Andean/Perforación

Se observa que las velocidades de penetración fluctúan entre 34.9 mts/hr como mínimo y 78.4 mts/hr como máximo y como promedio 49.4 mts/hr.



Fuente: Andean/Perforación

#### 4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los datos analizados se observa que en el mes de mayo los rendimientos aun no llegan al promedio de vida útil establecidos por el proveedor, teniendo como promedio 793.1 mts, además el consumo de brocas para el equipo DM45-03 es de 9, para el equipo DM45-05 es de 13 y para la DM45-08 es de 16.

En el mes de junio se observa que el rendimiento de las brocas tienen cierta mejoría respecto al mes anterior con 972.3 mts. para las cuales se utilizaron 07 brocas en la DM45-03, 11 brocas en la DM45-05 y 13 brocas en la DM45-08.

En el mes de julio se observa que el rendimiento de las brocas tiene un mayor rendimiento respecto a los 2 meses anteriores con 1063 mts. para las cuales se utilizaron 11 brocas en la DM45-03, 13 brocas en la DM45-05 y 14 brocas en la DM45-08.

En relación a los martillos DTH también se observa el incremento de vida útil respecto a los meses iniciales (enero-abril).

## CONCLUSIONES

### ❖ Experimentales

Del análisis efectuado al proceso vigente, surgen las siguientes conclusiones

1. El uso adecuado de los aceros de perforación favoreció el mejoramiento del proceso de control
2. Los procedimientos mejoraron el proceso de control en la mina Comarsa
3. Los parámetros de perforación permitieron mejorar el uso de los aceros de perforación.
4. El costo inicial del consumo de brocas fue de \$ 90,000.00 por mes, culminado la etapa de investigación el costo final de consumo de brocas es de \$ 60,000.00 por mes.
5. El costo inicial del consumo de martillos fue de \$ 54,000.00 por mes, culminado la etapa de investigación el costo final de consumo de martillos es de \$ 36,000.00 por mes.
6. Las barras y Adaptadores mejoraron su vida útil en 600 mts por unidad.

7. La implementación de los cambios propuestos al sistema permitió disponer de datos reales sobre el consumo de los aceros de perforación con toda la información anexa.
8. El costo de los aceros, respecto al costo total de perforación para las perforadoras DM45HP es de 34.95%
9. El costo unitario de perforación por las perforadoras DM45HP es de 6.8 \$/m.
10. Las mejoras propuestas han sido probadas en cuanto a su funcionalidad por lo que se encuentran operativas en todos los equipos de perforación.

## RECOMENDACIONES

- El adecuado manejo y aplicación del proceso de control de los aceros de perforación demanda la implementación de un programa permanente de capacitaciones que garantice el registro completo de la información.
- La información relacionada con fabricantes y modelo de aceros debe mantenerse actualizada durante todo el proceso de control, incorporando también las especificaciones técnicas de los nuevos elementos ya que son estos parámetros los que deben registrarse.
- El personal técnico de Sandvik debe estar permanentemente dispuesto a solucionar las falencias de calidad de sus aceros (de darse el caso).
- Los reportes de perforación debe completarse con la información relacionada con el tipo de roca en la cual se trabajó, para disponer de datos asociados al rendimiento de los aceros con los diferentes tipos de roca, para evaluar de una mejor manera las velocidades de perforación.

- Los cambios propuestos deben mantenerse para contar con una correcta información sobre los rendimientos de los aceros que se usan en la perforación desde el retiro el acero nuevo del almacén hasta el reporte final que se da en cada cambio de turno.
- Implementar un sistema de registro automático en cada equipo de perforación, como por ejemplo el MineOps, de esta manera se eliminarían los formatos de reporte de perforación y se evitarían errores humanos.

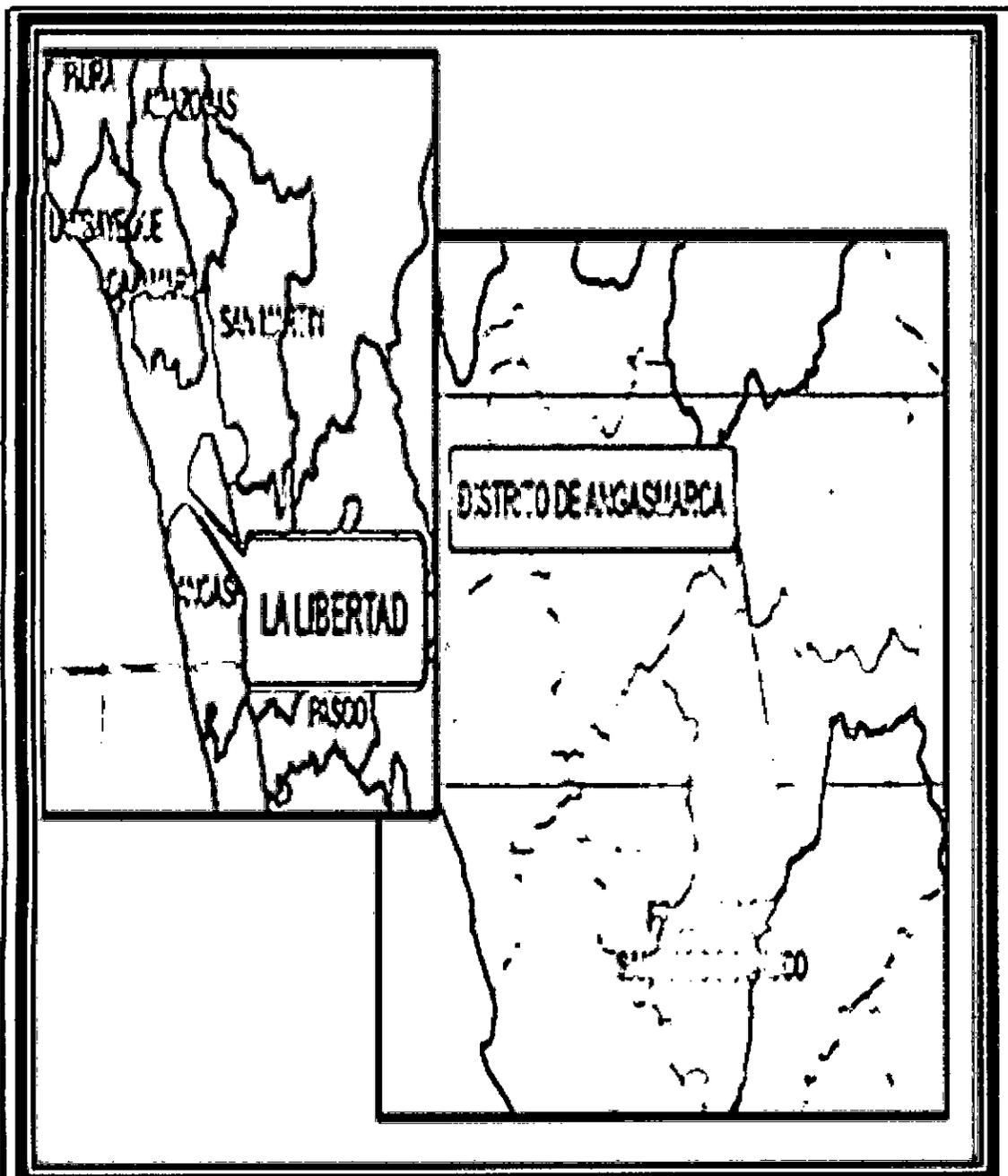
## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. **LOPEZ JIMENO.** Manual de Sondeos, Tecnología de Perforación, Madrid 2006, pg. 38.
2. **FARJE I.** Perforación y Voladura en Minería a Cielo Abierto, Perú Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y Geográfica 2006.
3. **ROJAS VILLACIS, Cynthia Anali.** Administración y Control de Aceros de Perforación, Modo Costo Metro Perforado. En la Mina Rodomiro Tomic de la División Rodomiro Tomic de Codelco-Chile Año 2012.
4. **GALERA FERNANDEZ.** Correlación entre los parámetros de perforación y las propiedades geomecánicas del terreno. 2005.
5. **GUSTAFSSON R.** Técnicas Sueca de Voladura, Suecia: SPI, Nora 1977
6. **ANDEAN MANAGEMENT S.A.C,** Procedimiento de Cambio de Acero Mina Comarsa, Área de Operaciones Mina 2013.

7. **HERNANDEZ, S. y OTROS (2007)** Metodología de Investigación. Mc. Graw-Hill, México.
8. **SIERRA, R. (1996)** Tesis doctorales y trabajos de investigación científica. Edit. Paraninfo. 4ta. Edición. Madrid.
9. **STEPHEN P. ROBBINS**, 2008, Supervisión, 5ta edición, Edit. Pearson México Cap. 6, p. 155
10. **Novitzki, A.**, “Minería a Cielo Abierto y su Planificación”, Edit. Niedra, Buenos Aires, 1976, p. 136.

# **ANEXOS**

Anexo N° 01: Plano de Ubicación de la Mina Comarsa

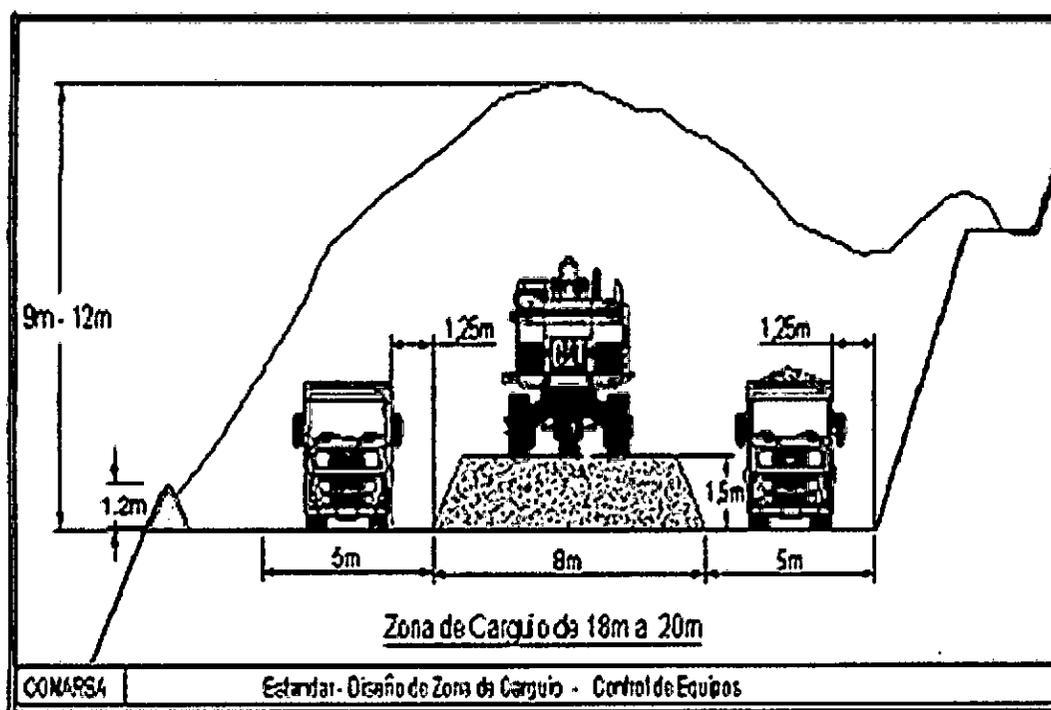


Ref.		Título: Plano de Ubicación Geográfica Mina Comarsa		Año: N° Referencia	
Designed by	Encargado	Approved by Ing. J. Salazar	File Name PC-C3601	Date 15/03/2010	Scale 1:9000
Ing. Elio Colque	Ing. Elio Colque				
<b>MINA COMARSA</b>				Edición 0	Sheet 1.1

## ANEXO N° 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>				
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICION</b>
El uso de los Aceros de Perforación para el Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa- Andean Management S.A.C - Año 2013	Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa - Andean Management S.A.C	El uso de los Aceros de Perforación permitirá el Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa - Andean Management S.A.C	Uso de los Aceros de Perforación	Aceros de Perforación
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICION</b>
Describir el Uso de los Aceros de Perforación	Determinar el Uso de los Aceros de Perforación	El uso adecuado de los Aceros de Perforación será favorable para Mejorar el Proceso de Control	Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa - Andean Management S.A.C - Año 2013	Brocas, Martillos y Barras de Perforación
Será Adecuado los Procedimientos para el Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa - Andean Management S.A.C	Determinar los Procedimientos del Mejoramiento del Proceso de Control en la Mina Comarsa - Andean Management S.A.C	Los Procedimientos favorecerán el Proceso de Control en la Mina Comarsa Andean Management S.A.C		Procedimientos de Perforación
Será adecuado los Parámetros Aplicados a los Equipos de Perforación	Determinar los Parámetros Aplicados a los Equipos de Perforación	Los Parámetros de Perforación permitirá Mejorar el uso de los aceros de Perforación		Reportes de Perforación

### Anexo N° 03: Parámetros de Diseño de la Zona de Carguío



- Para la buena maniobra del equipo de carguío se debe preparar una plataforma de 1.5 mts. de altura y de un ancho de 8 mts; de acuerdo a un promedio de anchos de las excavadoras.
- Cuando el avance del frente es corte afuera, se debe dejar material para la conformación del muro de seguridad a una altura de 1.2 mts.
- Cuando el avance del frente es corte adentro, se debe realizar la perfilación del talud.
- El volquete debe ingresar al carril de carguío separado a 1.25 mts del pie de la plataforma de la excavadora, a 1.25 mts de la berma de seguridad (corte afuera) y a 1.25 mts del pie del talud (corte adentro)
- El volquete que ingresa al carguío en retroceso debe esperar su turno a 3mts antes del pie de la plataforma hasta que salga el volquete cargado del carril opuesto, y una vez que el operador de la excavadora de de aviso.
- Por seguridad, los caminos deben mantener una distancia de 1.25 mts entre ambos carriles, hacia los extremos y sea hacia el talud, hacia la berma o a la cuneta.

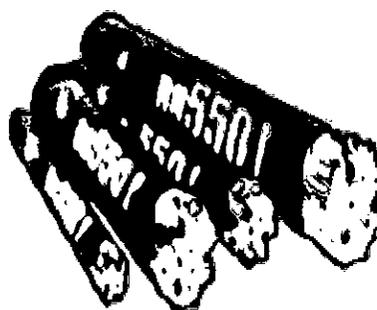
Anexo N° 04: Cuadro de Especificaciones Técnicas de la Perforadora DM45HP

<u>ESPECIFICACIÓN</u>	<u>DM45E/HP</u>
<p>Rango de perforación  Rango de perforación con martillo  Capacidad pulldown  Velocidad de avance rápido  Velocidad de retracción  Capacidad de pullback  Motores de rotación  Torque máximo cabezal  Rango de velocidad cabezal  Reducción cabezal de rotación  Rosca del splindle  Compresor  Motor diesel</p> <p>Capacidad combustible  Sistema hidráulico</p> <p><u>ESPECIFICACIÓN</u></p>	<p>5-1/8" a 7-7/8" (130 a 200 mm)  6" a 8-7/8" (152 a 225 mm)  45,000 lbs (20400 Kg)  0 – 102 ft/min (31 m/min)  0 – 159 ft/min (48 m/min)  370,700 lbs (17100 Kg)  Dos, de 6.0 y 4.0 cubicinch  6200 ft-lbs (8400 Nm)  0 a 200 rpm  15:1  4" API I.F.  900-1050 CFM/350 psig  Detroit 12V71TA  Cummins KTA-19C  Caterpillar 3412  15 U.S. gal (8141)  Dos bombas desplazamiento variable  Una bomba de dos cuerpos  Una bomba axial pist.</p>
<p>Capacidad estanque aceite hidráulico  Sistema de filtrado  Presiones del sistema hidráulico</p> <p>Sistema eléctrico  Tipo de protecciones al paquete de potencia</p>	<p>67 gal (254 l)  10 micrones  Rotación        3000 psi (20684 MPa)  Avance            3000 psi (20684 MPa)  Traslación       4500 psi (31027 MPa)  Circuitos aux.    3000 psi (20684 MPa)  Indicador murphy operando sobre:  Baja presión de aceite  Alta temperatura aire descarga  Alta temperatura agua motor</p>

# Test Certificate

This certifies that

Product type  
**RH550 (Reversible)**



Serial number  
**35847**

has been tested prior to delivery and fully conforms with our specifications as regards capacity and operating efficiency

Approved by  
**steve**

### Take 5 minutes!



- After we have tested and approved the hammer required for each kind of the job
- We only buy hammers that are made by the best quality steel and are made in Sweden
- We only buy hammers that are made by the best quality steel and are made in Sweden



Division of  
Sandvik Mining and Construction

Anexo N° 06: Partes Internas del Martillo DTH Sandvik.

<b>MISSION 85</b>				Complete Hammer Model No. 32-M85/10C			
<b>Replacement Parts</b>				<b>Weight</b>		<b>Part No.</b>	
Item Description				kg	lb		
1	Top Sub with 3 O-Rings 4 1/2" API Reg. Pin	42,4	93,0			33-88008/10CA	
2a	O-Ring, Top Sub (1)						
2b	O-Ring, Top Sub (inside Top Sub - 2 req.)						
3	Check Valve	0,5	1,0			36-11663A	
4	Check Valve Spring	0,1	0,3			36-11235-073	
5	Check Valve Guide	0,7	1,6			36-88001	
6	Choke Set, Blank, 1/4", 3/8", & 1/2"	0,1	0,3			29-88017A	
7	Feed Tube Retainer Pin	0,1	0,3			12-88016	
8	Feed Tube with Retainer Pin, Blank Choke, Check Valve, Check Valve Plug & 3 O-Rings (1 of #2a and 2 of #2c)	2,2	4,8			37-88001A	
9	Tuning Ring	0,8	1,9			26-88052	
10	Piston	30,5	67			36-88081	
11	Piston Case with Retainer Ring	58,3	124			36-88023A	
12	Piston Retainer Ring	0,2	0,4			23-88030	
13	O-Rings to Guide Sleeve & Bit Ret. (3)						
14	Guide Sleeve with 2 O-rings (Item #13)	10,0	24			26-88010A	
15	Bit Retainer Ring w/O-ring (Item #13)	1,0	4,2			27-88008A	
16	Driver Sub	17,3	38			36-88007	
<b>Seal Kit</b>							
7 pieces of #2a, 2 of #2c, & 7 of #13				0,5	1	36-88058	
<b>Rebuild Kits</b>							
1 piece of #1, 1 of #11, 1 of #16 & Seal Kit 4 1/2" API reg. pin				116	256	36-88000/10C	

Model Number	Weight		Outside Diameter		Hammer Length		Hammer Length with Bit			
	kg	lb	mm	inch	mm	inch	Bit Closed		Bit Extended	
32-M85	173	380	161	7.12	1219	48	1310	51.8	1354	53.3

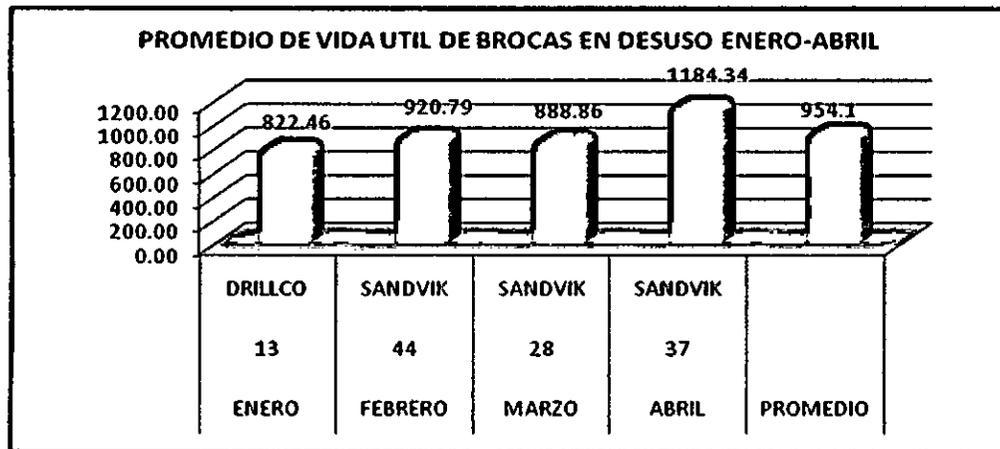
  

Model Number	Air Consumption, cfm			Air Consumption, m³/min.		
	100 psi	200 psi	300 psi	10 bar	18 bar	24 bar
32-M85	440	820	1180	12.5	23.2	33.64

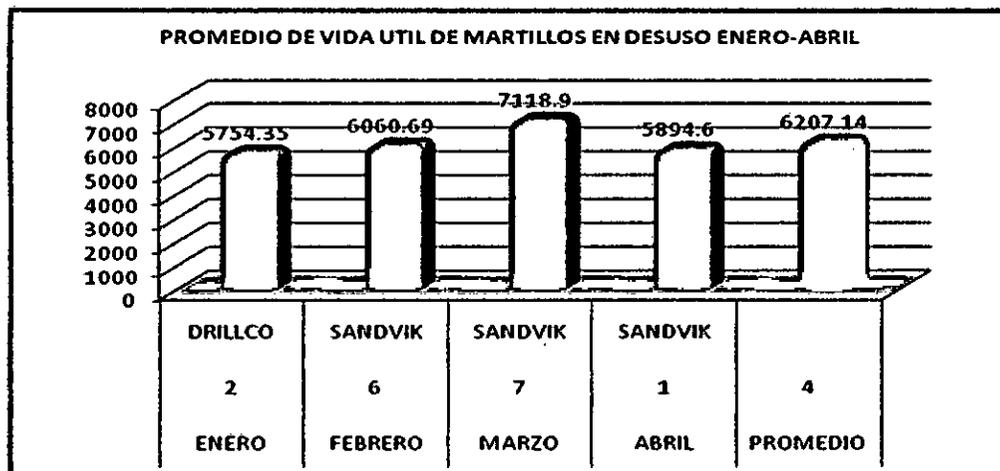
Anexo N° 07: Cuadro de Consumo de Aceros

REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA COMARSA - AÑO 2013					
DM45HP - 08					75%
					25%
METROS TOTALES A PERFORAR POR LOTES SEGÚN PLAN DE LANTADO					18281
CODIGO	CONCEPTO	USO	REQUERIMIENTO	CANT. PARCIAL	CANT. NECESARIA
ACIAC00067	BARRA DE PERFOR-DC. DE 30 4 1/2 AP REG. 4 1/2 OD" 10-10571	PZA	1.83	1.83	2
ACIAC00064	TOP SUBI ADAPTADOR DE SPINDLE" DIVI1258114" 11-2452	PZA			0
ACIAC00163	B7 SUB ADAPTADOR MARTILLO DSC-S A BARRA" DIVI124485" 11-2461	PZA			0
ACIAC00121	CENTRALIZADOR DE BARRA" REF GEN 4 S	PZA		1.00	1
ACIAC00335	RH550-S" 1 1/2" 4P REG. SA" DIVI1258114" 11-2452	PZA	2.11	2.11	2
ACIAC00338	"S" B" 1 1/2" CV B- 12-18" 4P REG. SA" DIVI1258114" 11-2452	PZA	18.28	18.28	18
ACIAC00324	RH550-S" TOP SUP SUB WITH 3 O" RIG 3.1/2" AP REG. PH" 335850204C	PZA		1.00	1
ACIAC00333	RH550-S" DRIVE SUB" 3458370	PZA		2.00	2
ACIAC00328	RH550-S" PS" O" CASE 1" 4" REF" ACER REG. SA" DIVI1258114" 11-2452	PZA		0.63	1
ACIAC00328	RH550-S" PS" O" CASE 1" 4" REF" ACER REG. SA" DIVI1258114" 11-2452	PZA		1.00	1

Anexo N° 08: Promedio de Vida Útil de Brocas en Desuso



Anexo N° 09: Promedio de Vida Útil de Martillos en Desuso



Anexo N° 10: Formato de Reporte de Perforación

20 B

<b>ANDEAN MANAGEMENT SAC</b>		<b>REPORTE DE PERFORADORA DM45 - CONARSA</b>	
FECHA: 20-09-13	AMOSTR: 1	TAJO: 1647	BARCO: 448
OPERARIO: FRIEDRICH		COMBUSTIBLE: 100	TAJO: 1647
CONTABLE: 100		CONSUMO: 277	TAJO: 1647
INDICADOR: 100		CONSUMO: 277	TAJO: 1647

ACCEDIOS DE PERFORACION											
NO.	PROFUNDIDAD	TIPO	ESTADO								
1	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
54	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
56	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
58	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
59	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
61	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
62	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
63	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
65	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
66	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
67	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
69	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
70	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
72	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
74	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
75	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
76	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
77	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
79	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
80	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
81	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
82	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
83	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
84	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
85	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
86	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
87	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
88	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
89	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
92	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
93	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
94	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
95	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
96	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
97	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
98	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
99	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## Anexo N° 11: Numero de Brocas Internadas en Enero

MES	SERIE DE BROCAS	MARCA	FECHA DE USO	FECHA DE DESUSO	METRAJE	CIARITA		
ENERO	120110728	SANDVIK	12/01/2013	18/01/2013	899.7	761.7		
	111110756		12/01/2013	18/01/2013	770.6	770.6		
	120110721		13/01/2013	17/01/2013	1162.5	632.1		
	120110722		14/01/2013	18/01/2013	800.7	672.7		
	111110752		14/01/2013	18/01/2013	791.9	756.9		
	120110719		14/01/2013	18/01/2013	943.7	649.7		
	111110940		17/01/2013	19/01/2013	716.6	132.8		
	111110743		15/01/2013	18/01/2013	860.4	800.4		
	111110946		16/01/2013	18/01/2013	817.1	566.6		
	111110956		16/01/2013	18/01/2013	866.8	764		
	120110732		13/01/2013	20/01/2013	1005.6	419.8		
	111210333		13/01/2013	23/01/2013	918.4	610.8		
	111210326		13/01/2013	23/01/2013	756	756		
	111110745		13/01/2013	24/01/2013	812.3	812.3		
	111110761		13/01/2013	24/01/2013	852.4	852.4		
	111210319		20/01/2013	24/01/2013	979.6	780		
	120210007		20/01/2013	25/01/2013	1107.5	548.7		
	111110945		20/01/2013	25/01/2013	1131.3	410.2		
	111110938		18/01/2013	20/01/2013	745.7	691.7		
	111110918		19/01/2013	23/01/2013	937.79	551.19		
	120210003		19/01/2013	20/01/2013	497.3	136.2		
	111210328		19/01/2013	21/01/2013	675.8	100		
	111110930		20/01/2013	26/01/2013	902.8	510.3		
	111210316		20/01/2013	26/01/2013	896.5	483.9		
	111210322		21/01/2013	22/01/2013	1441.3	768		
	111210330		21/01/2013	24/01/2013	1287.5	339.2		
	120310505		22/01/2013	26/01/2013	1186	535.2		
	111210314		20/01/2013	21/01/2013	600	600		
	111210317		21/01/2013	26/01/2013	938.2	637.7		
	111210310		21/01/2013	25/01/2013	884.7	593.7		
	111210323		22/01/2013	26/01/2013	928.2	740.8		
	111210318		24/01/2013	26/01/2013	900	489.9		
	111210312		23/01/2013	25/01/2013	627.2	592.5		
	111210327		22/01/2013	26/01/2013	1177.6	1099.7		
	111210311		24/01/2013	26/01/2013	550	550		
	120410681		27/01/2013	27/01/2013	1542	747.2		
	111210315		25/01/2013	27/01/2013	728.1	279.7		
	111210320		25/01/2013	29/01/2013	1121.6	770		
	120110736		26/01/2013	31/01/2013	970	650.3		
	120111039		27/01/2013	31/01/2013	1077.9	704.9		
	120110825		27/01/2013	31/01/2013	1053.4	740.4		
	111210332		26/01/2013	31/01/2013	1006.5	913		
	111210324		26/01/2013	29/01/2013	800.9	800.9		
	111110767		28/01/2013	31/01/2013	738.7	495.5		
			PARCIAL				40514.59	26821.59
			PROMEDIO				920.79	609.58
	TOTAL MTS.		57				51206.6	32245.4

## Anexo N° 12: Numero de Brocas Internadas en Febrero

MES	#BROCAS	MARCA	FECHA DE USO	FECHA DE DESUSO	METRAJE	CLARITA
FEBRERO	120210002	SANDVIK	26/01/2013	05/02/2013	909.9	204.8
	111110762		28/01/2013	03/02/2013	931.3	810.3
	120110822		28/01/2013	03/02/2013	1118.6	857.8
	120110840		30/01/2013	05/02/2013	1123.2	1011.7
	111210361		30/01/2013	05/02/2013	1093.8	213.1
	120110828		31/01/2013	05/02/2013	334.2	133
	120110826		30/01/2013	04/02/2013	1319.8	788.1
	120110735		01/01/2013	07/02/2013	650.5	116.7
	111210368		03/02/2013	08/02/2013	1078.9	898.8
	120110839		05/02/2013	07/02/2013	169.2	169.2
	130110520		07/02/2013	14/02/2013	1369.9	1169.9
	120110734		05/02/2013	12/02/2013	575.4	575.4
	130110304		07/02/2013	12/02/2013	1094.2	619.4
	111210367		03/02/2013	10/02/2013	1016.2	1016.2
	111210363		05/02/2013	14/02/2013	1223	791.2
	120110832		09/02/2013	18/02/2013	801	804
	120110823		01/02/2013	15/02/2013	761.2	393.3
	111210381		07/02/2013	14/02/2013	1373.5	898.1
	130110301		10/02/2013	21/02/2013	737.8	737.8
	120110835		01/02/2013	22/02/2013	907	171.8
	120110837		04/02/2013	20/02/2013	763.5	556.2
	130110499		05/02/2013	20/02/2013	933.1	833.1
	111210378		14/02/2013	22/02/2013	461.5	219
	111210358		15/02/2013	21/02/2013	1074.7	542.5
	130110519		14/02/2013	27/02/2013	632.4	430.2
	111210371		14/02/2013	26/02/2013	770.2	770.2
	130110516		13/02/2013	26/02/2013	670.3	523.6
	111210374		15/02/2013	26/02/2013	913.7	913.7
	PROMEDIO				888.66	607.72
TOTAL MTS.	28				24888	17016.1

## Anexo N° 13: Numero de Brocas Internadas en Marzo

MES	#BROCAS	MARCA	FECHA DE USO	FECHA DE DESUSO	METRAJE	CLARITA	
MARZO	120110638	SANDVIK	01/02/2013	08/03/2013	1230.5	635	
	130110511		07/02/2013	08/03/2013	1440.4	1200	
	130110509		09/02/2013	07/03/2013	957.8	687.6	
	130110523		12/02/2013	09/03/2013	850.4	670.7	
	130110526		13/02/2013	05/03/2013	617.9	417.9	
	130110512		14/02/2013	15/03/2013	1323.6	1105.3	
	111210375		18/02/2013	05/03/2013	1964.4	712.6	
	111210376		18/02/2013	03/03/2013	638.3	502.2	
	120110834		21/02/2013	07/03/2013	974.1	837.4	
	130110528		22/02/2013	04/03/2013	1266.5	602.2	
	130110500		21/02/2013	08/03/2013	1065.4	1035.4	
	130110723		25/02/2013	05/03/2013	1040.4	370	
	130110719		26/02/2013	05/03/2013	985.2	771	
	130110507		02/03/2013	12/03/2013	1272.3	605.3	
	120110821		10/02/2013	16/03/2013	742.5	681.7	
	120110820		30/01/2013	16/03/2013	1786.34	957.54	
	120110831		31/01/2013	12/03/2013	1560.9	760.9	
	120110824		11/02/2013	14/03/2013	1166.3	965.3	
	111110741		05/02/2013	12/03/2013	1322.2	1032.2	
	111210379		07/02/2013	13/03/2013	1350.3	630.3	
	120110829		13/02/2013	10/03/2013	691.9	491.9	
	120110833		13/02/2013	15/03/2013	1224	1213.3	
	130110702		21/02/2013	16/03/2013	1755	1755	
	130110718		21/02/2013	16/03/2013	1194	1194	
	120110733		24/02/2013	14/03/2013	501.7	262.5	
	111210373		27/02/2013	12/03/2013	1072.9	976.9	
	130110703		24/02/2013	14/03/2013	1421	1421	
	120110835		25/02/2013	14/03/2013	1645.3	1445.3	
	130110711		27/02/2013	11/03/2013	1036.3	628.3	
	130110710		24/02/2013	14/03/2013	1119.5	891.4	
	130110707		05/03/2013	15/03/2013	1663.6	1574.2	
	111210359		01/03/2013	10/03/2013	887.3	687.3	
	111210380		02/03/2013	12/03/2013	935	605.4	
	130110714		03/03/2013	13/03/2013	1473.6	1473.6	
	130110503		03/03/2013	14/03/2013	1305.9	1305.9	
	111210372		27/02/2013	12/03/2013	1863.6	1253.6	
	130110529		01/03/2013	12/03/2013	1817.5	1371.9	
	122138-16		DORRICO	10/03/2013	25/03/2013	779.4	587.2
	122138-27			19/03/2013	27/03/2013	477.5	477.5
	122138-17			18/03/2013	29/03/2013	883.7	683.7
	122138-04			21/03/2013	22/03/2013	1249.7	1249.7
	122138-25			15/03/2013	20/03/2013	401.3	401.3
	122138-19			20/03/2013	31/03/2013	1072.3	633.8
	122138-14			15/03/2013	31/03/2013	252.5	726
	122138-07			17/03/2013	27/03/2013	663.5	588.5
	122138-13			20/03/2013	29/03/2013	736.5	631
	122138-02			16/03/2013	27/03/2013	1966.6	1066.6
	122138-05			16/03/2013	29/03/2013	692.1	692.1
PROMEDIO						1096.91	903.05
TOTAL MTS.	48					52651.74	43586.44

Anexo N° 14: Informe de cambios en el reporte de perforación

**INFORME DE CAMBIOS EN EL FORMATO DE REPORTES DE PERFORACIÓN**

**1. PROBLEMA:**

En los reportes de perforación se ha observado que existen problemas en el llenado de las series de los aceros, los tiempos de perforación y también falta información en lo referente a marcas y modelos de los aceros.

**2. IMPACTO DEL PROBLEMA:**

Estos problemas generan las siguientes consecuencias:

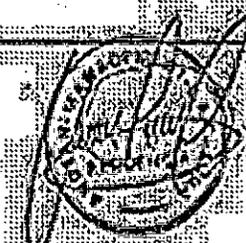
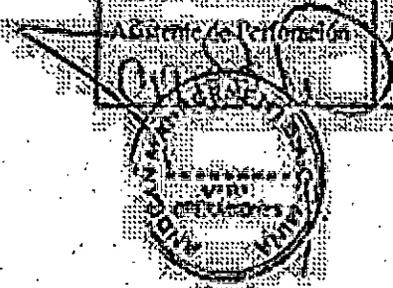
- 2.1 No se registra correctamente las series de los aceros en el sistema Dactus.
- 2.2 Afecta el análisis de la velocidad de penetración.
- 2.3 No se tiene un registro adecuado de los aceros actuales.
- 2.4 Se obtienen datos irreales o falsos respecto al rendimiento de los aceros.
- 2.5 Incrementa nuestros costos operativos.
- 2.6 Se genera una logística errada.

**3. PLAN DE ACCIÓN:**

Acciones asociadas a corregir los problemas en el formato del reporte de perforación:

- 1. Agregar más columnas para el llenado de las series de las brucas.
- 2. Tener ya colocados en el reporte el diámetro y marca del acero, para agilizar el llenado.
- 3. Agregar más filas para el llenado de los tajos, ya que un equipo puede trabajar incluso en 03 tajos.
- 4. Modificar las filas de la parte posterior del reporte para el llenado de los tiempos (Hora Inicio-Hora Final), por cada evento durante el turno de trabajo (Perforando, Reperforando, Especial, Cambio de brucas, barra, manillo, traslado de equipo a nuevo proyecto, traslado de equipo por voladora, stand by por falta de proyecto), de esta manera mejorar las velocidades de penetración efectiva y neta.

Realizado por: Elopez, Yeon Junior Asistente de Perforación	Revisado por: Chingay, Baluarte Marchal Jefe de Operaciones AMSAC	Autorizado por: Glebitos Vogl Amado Residente AMSAC
---	---	---



Anexo N° 15: Registro de capacitación al personal de perforación



**ANDEAN  
MANAGEMENT SAC**

ANDEAN MANAGEMENT S.A.C.  
DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y BIENESTAR

FECHA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

**REGISTRO DE CAPACITACIÓN - ENTRENAMIENTO - INDUCCIÓN - REUNIONES**

FECHA: 28/09/2013

TÍTULO: CONTROL DE DEFECTOS DE PERFORACIÓN

UBICACIÓN: LARGO VASO JUNIOR

LUGAR: SALIDA DE PUNTO

HORA DE SALIDA: 6:50 HORA DE FIN: 7:20 TOTAL DE HORAS: \_\_\_\_\_

Nº	CID	ACUODOS Y NOMBRES	AREA	FECHA
1	REAGRIDO	ESNEY DIA MICH	TERRACERAS	
2	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
3	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
4	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
5	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
6	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
7	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
8	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
9	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
10	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
11	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
12	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
13	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
14	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
15	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
16	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
17	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
18	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
19	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
20	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
21	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
22	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
23	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
24	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
25	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
26	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
27	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
28	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
29	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
30	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
31	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
32	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
33	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
34	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
35	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
36	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
37	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
38	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
39	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
40	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
41	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
42	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
43	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
44	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
45	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
46	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
47	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
48	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
49	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
50	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
51	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
52	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
53	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
54	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
55	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
56	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
57	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
58	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
59	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
60	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
61	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
62	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
63	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
64	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
65	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
66	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
67	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
68	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
69	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
70	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
71	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
72	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
73	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
74	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
75	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
76	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
77	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
78	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
79	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
80	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
81	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
82	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
83	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
84	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
85	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
86	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
87	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
88	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
89	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
90	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
91	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
92	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
93	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
94	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
95	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
96	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
97	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
98	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
99	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		
100	REAGRIDO	UBIANO UBIANO BLA		

COMENTARIOS: REAGRIDO VS. CONTROL DE DEFECTOS

Anexo N° 16: R querimiento de aceros- mes de Octubre

AN MANAGEMENT SAC  
E MINA COMARSA

S-2873

Página: Página 1 de 1  
Fecha: 20/09/2013  
Hora: 09:40:27 AM

Estado: Aprob. Sección

PEDIDO DE ALMACEN NRO: 01-01-01-04/2013028718/ SEDE MINA COMARSA

Control Costo: 01-01-01-04/D/145E-03

Fecha Pedido: 20/09/2013

Tipo:

Fecha Requerido: 20/09/2013

M rca:

Serie:

Fecha Autorización: 20/09/2013

Modelo:

Año:

Nro. Pedido: 01-01-01-04/2013028718

Motor:

Serie Motor:

Nro. Orden Trabajo:

Arreglo:

Bodega: CP01 - Comarso Principal

Observaciones: ROMES DE OCTUBRE, COMARSA

Artículo	Descripción	Nro. Parte	Localiz. Unidad	Can. Reserv.	Can. Pedido	Estado	Notas
ACTIACC0007	BARRA DE PERFORACION DE 30 x 172	16-15571		0.00	2.00	Aprob. Sección	
	API REG. 4 1/2" OD. 10-16571 - NUBIA						
ACTIACC0019	RHS60R 5' PALMER 3 1/2" API REG.			0.00	2.00	Aprob. Secci�n	
ACTIACC0038	1 1/2 BIT 155 CV DA	4351E155R5		0.00	18.00	Aprob. Secci�n	
	18 1/8" 4351E155R5H	5H					
ACTIACC0024	RHS60 5' TOP SUP SUB WITH 3 O RING	33385020CA		0.00	1.00	Aprob. Secci�n	
	3 1/2" API REG. PIN 33385020CA						
ACTIACC0033	RHS20 6' DRIVE SUB 3 1/2" OD	342070		0.00	1.00	Aprob. Secci�n	
ACTIACC0026	RHS20 6' MOTOR CASE WITH RETAINER	3358007A		0.00	1.00	Aprob. Secci�n	
	RHS 3358007A						
ACTIACC0007	COPA DE ATILAR DE 18	60016		0.00	5.00	Aprob. Sección	
	1 1/2" 502015787527819						
LUJLUB0007	ACEITE SHELL TORCULA 150 (AIR TOOL TORCULA) 20			0.00	110.00	Aprob. Sección	
	OR. 52 X 100 TORCULA 150						
LUJCRAC001	GRASA COPR PLUS 1615123	015723		0.00	1.00	Aprob. Sección	

N  Items del Pedido: 9

Solicitado Por: ALAYO VALVERDE JUAN CARLOS

Elaborado Por: Harold Chingay

Autorizado Por: Harold Chingay

Sandvich

