

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Impacto de prácticas operarias en los rendimientos  
de carguío y movimiento largo de palas eléctricas**

Manuel Antonio Quispe Cuaila

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



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

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento profundo y especial a la Universidad Continental, Facultad de Ingenierías y la Carrera Profesional de Ingeniería de Minas que me han permitido realizar mis estudios universitarios con la calidad debida, los cuales más adelante tendré la oportunidad de concretizarlos y ponerme al servicio de mi país como Ingeniero de Minas.

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios, por estar en cada paso de mi vida, por iluminarme y fortalecerme y gratificarme, por poner en mi camino a personas que han sido fundamentales a lo largo de mi carrera.

Agradezco también a mi familia por su comprensión, fortaleza y su apoyo en la culminación de mis estudios.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN EJECUTIVO .....	ix
INTRODUCCIÓN	

### **CAPITULO I:**

<b>ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Datos Generales de la Empresa.....	2
1.2 Actividades principales de la empresa .....	3
1.3 Reseña Histórica de la Empresa Southern Copper Corporation .....	10
1.4 Organigrama de la empresa.....	12
1.5 Visión y Misión.....	14
1.5.1 Visión .....	14
1.5.2 Misión.....	14
1.5.3 Valores.....	15
1.6 Bases legales o documentos administrativos .....	15
1.7 Descripción del área operaciones mina.....	17
1.7.1 Equipos.....	17
1.7.2 Personal.....	18
1.8 Descripción del cargo y de responsabilidades del bachiller en la empresa .....	19

### **CAPITULO II:**

<b>ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES .....</b>	<b>21</b>
2.1 Antecedentes o Diagnostico Situacional .....	21
2.1.1 Geología .....	21
2.1.2 Geología Regional .....	21
2.1.3 Geología Local.....	22
2.1.4 Mineralización .....	22
2.1.5 Planeamiento de minado .....	24
2.1.6 Método de explotación.....	24
2.1.7 Ley de corte .....	24
2.1.8 Relación de desbroce .....	24

2.1.9	Control de leyes .....	25
2.1.10	Programa de producción.....	25
2.1.11	Parámetros de tajo y banco .....	26
2.1.12	Operaciones unitarias .....	26
2.2	Identificación de oportunidad en operaciones mina.....	28
2.3	Objetivos de la actividad profesional .....	28
2.4	Justificación de la actividad profesional.....	28
2.4.1	Movimiento largo de palas eléctricas .....	28
2.4.2	Carguío de material con palas eléctricas .....	29
2.5	Resultados esperados.....	29

### **CAPITULO III:**

#### **MARCO TEÓRICO .....**

**31**

3.1	Movimiento largo de palas eléctricas.....	31
3.1.1	Mantenimiento mina.....	31
3.1.2	Operaciones mina.....	34
3.2	Carguío de material con palas eléctricas.....	38
3.2.1	Consideraciones de excavación .....	38
3.2.2	Ciclo de carguío de una pala .....	45
3.2.3	Condiciones de trabajo .....	46

### **CAPITULO IV:**

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....**

**51**

4.1	Descripción de actividades profesionales.....	51
4.1.1	Enfoque de las actividades profesionales .....	51
4.1.2	Alcance de las actividades profesionales.....	51
4.1.3	Entregables de las actividades profesionales .....	51
4.2	Aspectos técnicos de la práctica pre-profesional.....	61
4.2.1	Metodologías .....	61
4.2.2	Instrumentos y técnicas .....	62
4.2.3	Cronograma de las actividades realizadas .....	65
4.2.4	Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.....	65

### **CAPITULO V:**

#### **RESULTADOS.....**

**67**

CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES .....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	79
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Mina Toquepala .....	3
Figura 2: Fase de mina de la Mina .....	4
Figura 3: Organigrama de la empresa Southern Copper Corporation.....	13
Figura 4: Fuerza laboral Operaciones Mina Toquepala .....	19
Figura 5. Mineralización de la Mina Toquepala .....	23
Figura 6. Diseño de Minado Toquepala .....	26
Figura 7. Chasis inferior y bastidores de Pala PH4100XPC.....	32
Figura 8. Reductores de palas eléctricas .....	32
Figura 9. Acumulación de material en zapatas de Pala .....	33
Figura 10. Componente de oruga rajada.....	34
Figura 11. Cuna de cables de fuerza .....	35
Figura 12. Postes aéreos de cable de fuerza .....	36
Figura 13. Lagarto de palas eléctricas .....	36
Figura 14. Casetas de energía eléctrica.....	37
Figura 15. Camión cablero .....	38
Figura 16. Arco de giro de la pala .....	39
Figura 17. Geometría de componentes de carguío .....	41
Figura 18. Posición adecuada de pala .....	42
Figura 19. Cuadrado de volquetes en pala .....	43
Figura 20. Giros de la pala .....	44
Figura 21. Carguío de pala en volquete .....	46
Figura 22. Nivel de piso de pala .....	47
Figura 23. Altura y distancia de balde .....	48
Figura 24. Nivel de la plataforma de minado .....	49
Figura 25. Ancho cómodo de minado.....	50
Figura 26. Regla de factor de carga 10-10-20.....	63
Figura 27. Secuencia operativa en la Unidad Minera Toquepala.....	66
Figura 28. Disponibilidad de pala .....	68
Figura 29. Distribución de demoras de pala 06.....	68
Figura 30. Cantidad de volquetes en flota Caterpillar 797F .....	69
Figura 31. Distribución de Gauss Caterpillar 797F.....	70
Figura 32. Cantidad de volquetes flota Komatsu 980E-4 .....	71
Figura 33. Distribución de Gauss Komatsu 980E-4.....	71



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de minado 2014-2018 .....	4
Tabla 2. Palas eléctricas de la Mina Toquepala .....	18
Tabla 3. Rendimientos de la pala de acuerdo al arco de giro.....	39
Tabla 4. Rangos de excavación de la pala.....	45
Tabla 5. Peligros en el procedimiento de movimiento largo de pala. ....	56
Tabla 6. Peligros en el procedimiento de carguío de palas.....	61
Tabla 7. Factor de carga flota Caterpillar 797F-2018 .....	64
Tabla 8. Factor de carga flota Komatsu 980E-4-2018.....	64
Tabla 9. Cronograma de actividades.....	65
Tabla 10. Demoras del movimiento largo de Pala 06.....	67
Tabla 11. Resultados regla 10-10-20 para Caterpillar 797F:.....	70
Tabla 12. Resultados acumulados flota Caterpillar 797F-2019.....	70
Tabla 13. Resultados regla 10-10-20 para Komatsu 980E-4 .....	72
Tabla 14. Resultados acumulados Komatsu 797F-2019.....	72

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional denominado “Impacto de Prácticas Operativas en los Rendimientos de Carguío y Movimiento Largo de Palas Eléctricas” donde se aborda dos prácticas operacionales claramente definidos los cuales son el movimiento largo de pala y el carguío de material con palas, de acuerdo a los trabajos que vengo realizando en SouthernCopperCorporation Sucursal Perú, Unidad Minera de Toquepala durante los 30 años de experiencia que tengo en esta empresa.

El proyecto se inició el 2018 realizando observaciones de las prácticas operativas que se tenían en el tajo, buscando aportar mis conocimientos adquiridos en mi proceso formativo como Ingeniero de Minas para la mejora continua de los procesos unitarios de carguío. En el 2019 se puso énfasis en la correcta supervisión del proceso, cumpliendo los procedimientos y características operativas para obtener resultados alentadores en temas de seguridad y producción, el análisis final esperado se realiza en setiembre del 2019.

Los entregables del trabajo con el que se aporta al área de Operaciones Mina, fueron 02 procedimientos de los temas abordados. Asimismo, se cumplen los objetivos de mejorar la administración del factor de carga de los volquetes y el procedimiento de movimiento largo de pala que permite una llegada segura en un tiempo eficiente sin dañar el equipo.

Para el análisis de las cargas se aplica la regla 10-10-20, realizando una comparación de resultados del 2018 con el acumulado a Setiembre del 2019 en las flotas Komatsu 980E-4 y Caterpillar 797F. Para el movimiento largo de pala se realizan trabajos operativos de acuerdo a una adecuada planificación entre las áreas de Operaciones Mina, Ingeniería Mina y Mantenimiento Mina basadas en la experiencia para realizar el procedimiento respectivo.

## INTRODUCCIÓN

En la Gerencia Mina y el área de Operaciones Mina los temas más importantes son la seguridad de su personal, equipos y procesos;asimismo, la producción de la cantidad de material minado al día, por lo tanto, los trabajos de mejoras en el proceso tienen que estar enmarcados dentro de la seguridad y la producción.

Southern Perú en la Unidad Minera Toquepala para el proceso unitario de carguío y acarreo, cuenta con 09 palas eléctricas y una flota de 88 volquetes como motor para el desarrollo de prácticas operativas con la finalidad de cumplir la producción de acuerdo al planeamiento de corto y largo plazo.

El trabajo de suficiencia busca precisamente mejorar dichas prácticas que por consecuencia finalicen en resultados esperados en los volquetes; estos volquetes como los Komatsu 980E-4 y los Caterpillar 797F tienen una capacidad de 363 Toneladas como carga nominal y a lo largo de los años su productividad no ha sido aprovechada al máximo, según la aplicación de la regla 10-10-20, se han tenido cargas bajas, lo que se quiere lograr es mejorar el factor de carga haciendo que el 90% de las cargas se encuentre en el rango de alta productividad.

Asimismo, en el movimiento largo de palas eléctricas, no se tiene un procedimiento adecuado que sirva de base para un trabajo seguro y eficiente entiendo de llegada. Puesto que la pala no está diseñada para traslados largos por ser un equipo altamente pesado, por lo que es un trabajo de alto riesgo donde se dañan componentes mecánicos y eléctricos sino se trabajan con una adecuada supervisión de prácticas operativas.

## **CAPITULO I:**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN**

#### **1.1 Datos Generales de la Empresa**

El trabajo se ejecutará en la Compañía Minera Southern Perú, en la Unidad de Producción (UP) Toquepala, ubicada en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, región Tacna. El proyecto tiene como coordenadas referenciales en UTM 8 092 500 N y 328 600; se encuentra ubicada aproximadamente a 150 km, vía carretera, de la ciudad de Tacna; y a una altitud entre los 1 200 y 3 600 msnm. Toquepala es accesible mediante la carretera panamericana sur, desde Camiara, situado a la altura del Km. 1204, donde parte una carretera afirmada de 76 Km. hacia la mina. También se cuenta con otra carretera de 73 Km. Que une la ciudad de Moquegua con la mina. La mina es accesible también por vía aérea, puesto que cuentan con un pequeño aeropuerto en la zona de staff, pero solamente para avionetas de uso de la compañía. Las vías de acceso secundarias están representadas por un ferrocarril industrial de 167 Km. Que une la mina con el puerto de Ilo, y otro que une las minas de Cuajone y Toquepala.

Southern Perú es una empresa de alcance internacional de clase minera metalúrgica mundial, productora de cobre y subproductos valiosos. Esta es una sucursal que forma parte de SouthernCopperCorporation, perteneciente al Grupo México y las principales unidades de producción se encuentran en México, Perú y Chile. SPCC cuenta con cuatro sedes principales en el Perú: la sede de Lima es la sede principal de la compañía, allí funciona la oficina de la Presidencia y otras dependencias administrativas; la sede de Toquepala en Tacna es donde funciona la Mina, la Planta Concentradora y la Planta de Lixiviación; en la sede de Cuajone en Moquegua, funcionan la Mina, la Planta Concentradora y la Planta de Lixiviación; en la sede de Ilo, en Moquegua, funcionan la Fundición de cobre, la Planta de Ácido Sulfúrico, la Refinería y el muelle industrial de la compañía. En la actualidad existen dos proyectos con alto potencial de explotación, uno en la provincia de Arequipa con el proyecto Tía María y el segundo, con la adjudicación del proyecto Michiquillay, en Cajamarca, lo que hace que SPCC pueda volver a retomar el liderazgo en la producción de

cobre del Perú. (Mora-Ochoa, Quiroz-Taber, Torres-Arce, & Samatelo Fernández, 2019).



Figura 1: Ubicación de la Mina Toquepala  
Fuente: Olazabal Mora (2013)

## 1.2 Actividades principales de la empresa

### Mina

De acuerdo con la revista publicada en ENERGINAS (2019), con el actual plan de minado del Departamento de Mina de la Unidad Productiva Toquepala, se tienen reservas hasta el año 2036, lo cual implicará la extracción de unos 4,962 millones de TM. de materiales. Por lo menos 1,000 millones de TM. de mineral irían a la planta concentradora, 1,500 TM. sería material lixiviable por ser de baja y el resto se convertiría en material de desmonte.

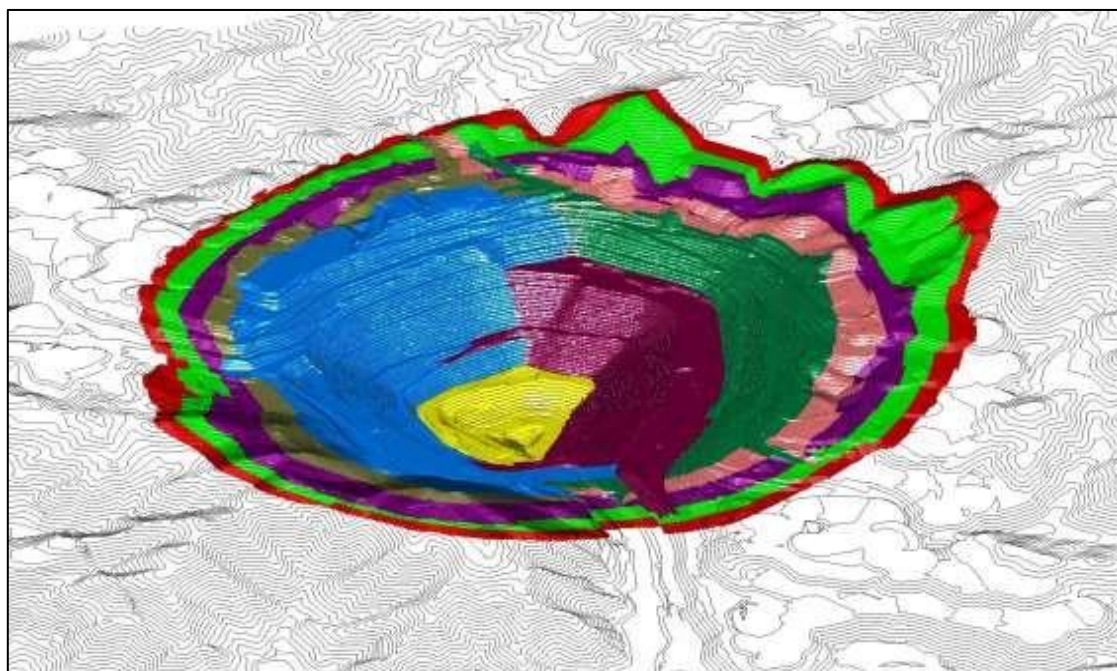
El tajo abierto de la Unidad Productiva Toquepala, tendrá al final de su explotación una forma circular en su perímetro, mostrando un diámetro aproximado de 3.50 km y un área cercana a 900 ha, donde la mayor elevación del tajo abierto será de unos 3,645 msnm. en la pared noroeste y la profundidad del tajo final planificado se ubicará a 2,350 msnm.

**Tabla 1.**  
*Plan de minado 2014-2018*

	UM	2014	2015	2016	2017	2018
Mineral	TM	20,055,000	19,681,000	41,274,000	41,312,000	41,416,000
Ley de Cu en mineral	%	0.601	0.604	0.608	0.659	0.617
Lixiviable	TM	42,617,379	70,604,138	72,347,856	61,756,835	64,661,893
Ley de Cu en Lixiviable	%	0.129	0.176	0.189	0.166	0.133
Desmante	TM	152,043,826	154,714,762	131,378,087	141,931,105	138,922,047
Total Material Minado	TM	214,716,205	244,999,900	244,999,943	244,999,940	244,999,940

**Fuente:** Ingeniería MinaToquepala

Este es el actual modelo de mina que se viene trabajando. Ahí se puede observar las diferentes fases de minado que se tiene. Actualmente se está trabajando las fases 4, 5 y 6.



**Figura 2:** Fase de mina de la Mina

**Fuente:** IngenieríaMina Toquepala

Los depósitos de desmante norte, este, sur y noroeste y depósitos de material lixiviable noroeste, sur y sureste han sido ampliados en su extensión y en su capacidad de almacenamiento de acuerdo al plan de minado. Por ejemplo, el depósito de desmante al norte del tajo y adyacente al mismo, contendrá material considerado como “sin valor económico” para el proyecto. La extensión final aproximada de este componente al año 2023, será de 267.3 ha con una capacidad de 15. 9 millones de TM.

## **Planta Concentradora**

Según Walsh Perú S.A. (2011), se realizará el procesamiento y beneficio del mineral de sulfuros de cobre extraído del tajo Toquepala mediante los procesos de trituración primaria, secundaria y terciaria; molienda, flotación colectiva y selectiva y filtrado en los cuales se obtienen productos finales de concentrado de cobre y molibdeno. Asimismo, se considera el espesado de los relaves generados, para finalmente enviarlos al embalse de relaves de Quebrada Honda.

## **Extracción y Transporte de Mineral**

El mineral extraído del tajo Toquepala, será transportado por medio de volquetes de 240, 320 y 400 toneladas cortas de capacidad, hasta el área de Chancado primario ubicado en el sector denominado Mirador.

## **Chancado del Mineral**

- Para el Proyecto de Ampliación, se agregará una nueva chancadora primaria, para alcanzar el tonelaje de 120 000 TMPD de mineral a ser procesado.
- El mineral que se procesará en la nueva chancadora primaria, será transportado por el sistema de faja transportadora a la pila de intermedios de 80 000 TM, desde donde se alimentará a la planta de chancado secundario.
- El área de chancado secundario, recibirá el mineral en una tolva de regulación con una capacidad de 1 317 TM; la configuración es en circuito cerrado con una carga circulante de 100%, con dos Chancadoras MP 1250; la tolva de regulación alimenta dos zarandas de clasificación secundaria, el sobre tamaño alimenta dos chancadoras secundarias, el bajo tamaño cae a una faja que lleva el mineral hacia el circuito de chancado terciario.
- El área de chancado terciario, posee una tolva de regulación cubierta cuya capacidad viva es de 20 000 TM., la configuración es en circuito cerrado con una carga circulante de 100%, la tolva de regulación posee 4 bocas de descarga que alimentan a dos rodillos HPGR; la descarga de estos es llevada hacia una tolva de regulación cubierta con una capacidad viva de 20 000 TM habilitada con ocho descargas, que alimentan a cuatro zarandas vibratorias multiángulo de doble

bandeja; el mineral de diámetro mayor regresa por una faja como carga circulante al circuito cerrado y el bajo tamaño descarga por gravedad al cajón del molino.

### **Molienda**

La planta de molienda considera dos molinos de bolas de 24' x 41'; cada molino cuenta con su cajón de bombeo con una bomba que impulsa la pulpa hasta una batería de 14 ciclones que operan en circuito cerrado con el molino.

Los ciclones entregan a flotación un producto con un tamaño P80 de 180 micrones y las partículas que no alcanzan dicho valor, saldrán por la descarga de los ciclones como carga circulante del sistema de molienda.

### **Flotación Colectiva**

- Flotación colectiva de Cobre y Molibdeno: esta planta permite concentrar el cobre y molibdeno contenido en el mineral, obteniendo al final del proceso un concentrado de cobre/molibdeno. Considera los siguientes circuitos: Circuito de Flotación Colectiva Primaria, Circuito de Remolienda, Circuito de Flotación Colectiva, Circuito de Limpieza y Circuito de Flotación Agotativa (Scavenger).
- Espesamiento de concentrado cobre y molibdeno: los concentrados provenientes de los circuitos de limpieza son recibidos por un espesador, donde serán sedimentados para aumentar el contenido de sólidos y recuperar agua de proceso que retorna al circuito.
- Espesamiento de concentrado de cobre: Los concentrados de cobre subproducto de la planta de molibdeno, son recibidos por un espesador de 43 m de diámetro aproximadamente, cuyo objetivo es espesar el concentrado de cobre y recuperar agua del proceso que retorna al circuito.

### **Flotación Selectiva - Planta De Molibdeno**

Los concentrados espesados en el espesador de concentrado colectivo alimentarán a la planta de flotación selectiva, con el objetivo principal de separar los concentrados de cobre y molibdeno. La planta de molibdeno proporcionará como producto final concentrado de molibdeno, para lo cual utilizará un circuito de flotación primaria y ocho etapas de limpieza.



### **Planta de Filtros**

Los concentrados de cobre y molibdeno serán filtrados para su posterior manejo como producto, y la nueva planta concentradora de 60 000 TMPD contará con dos (02) plantas de filtros, una para el concentrado de cobre y otra, para el concentrado de molibdeno.

### **Espesadores de Relaves**

Los tres espesadores de alta densidad tendrán un diámetro de 43 m., a los cuales ingresarán los relaves de la nueva planta concentradora, con un porcentaje de sólidos de 56%, recuperándose agua que retornará al sistema y obteniéndose a la salida de los espesadores relaves con 64% de sólidos.

### **Planta Lesde**

Un método complementario de procesamiento es el proceso de lixiviación y ESDE. Durante el proceso ESDE, el mineral de sulfuros y óxidos de cobre de baja ley, son lixiviados con ácido sulfúrico para permitir la recuperación del contenido de cobre; Luego, la solución de ácido y cobre es agitada con un solvente que contiene aditivos químicos que atrae los iones de cobre. Como el solvente es más ligero que el agua, flota hacia la superficie llevando consigo el contenido de cobre; posteriormente, el solvente se separa usando una solución ácida, liberando el cobre; La solución ácida que contiene el cobre se lleva luego a los tanques de extracción electrolítica, para producir los cátodos de cobre (Grupo México, 2015).

Según Walsh Perú S.A. (2011), la planta de Lixiviación, Extracción por Solventes y Electrodeposición de Toquepala, produce alrededor de 50 kTC/año de cátodos de cobre al año. Los botaderos contienen mezclas de dos tipos de materiales: Los principales minerales de cobre son calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ) y calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ); ambos de lixiviación lenta. Se tiene un ciclo de lixiviación de 32 semanas para los botaderos de Toquepala, de los cuales 8 semanas (casi dos meses) son de lixiviación con raffinate seguido de 24 semanas (casi seis meses) de reposo para promover la oxidación y difusión. El ciclo de descanso de lixiviación es repetido indefinidamente en tanto sea atractiva económicamente la cantidad de cobre adicional que pueda ser recuperado de una sección particular de un botadero. Se espera recuperar el 36% del total de cobre de los botaderos en un periodo de 10 a 11 años.

El Raffinate es bombeado a los botaderos; Cada botadero tiene una o más secciones llamados bloques, cada uno con una tubería troncal y varias subtroncales. Esta red de troncales entrega el raffinate a las subtroncales, tuberías y aspersores sobre cada estadio de lixiviación a un ritmo de 6.8 galones por día por pie cuadrado de superficie.

A medida que el raffinatepercola por los botaderos, el cobre se disuelve gradualmente hasta formar un PLS que contiene 3 a 4 gramos por litro de Cu.; aproximadamente un 15% de la solución se pierde por evaporación y retención dentro de los botaderos, de tal manera que la producción nominal de PLS es de 8,000 galones por minuto. El PLS es colectado en la base de los botaderos y bombeado a la poza de alimentación de la planta de extracción por solventes

Desde la poza de alimentación de la planta de SX, el PLS combinado fluye por gravedad según la demanda de la planta, la cual está equipada con nueve mezcladores-sedimentadores en tres trenes de tres cada uno; los primeros dos mezcladores-sedimentadores operan en serie en cada tren, el cobre es transferido (extraído) de la fase acuosa del PLS hacia la fase orgánica consistente en un extractante orgánico especial y un diluyente tipo kerosene. El raffinate (fase acuosa estéril después de la extracción del cobre) es reciclado a los botaderos de Toquepala.

La fase orgánica, es transferida para su re-extracción al tercer mezclador sedimentador en cada tren, donde es mezclado con el electrolito pobre de la planta de electrodeposición; el cobre es transferido (re-extraído) desde la fase orgánica hacia el electrolito, ahora llamado electrolito rico; esta solución es acidificada (si es necesario) y enviada a la planta de electrodeposición para producir cátodos de cobre; el orgánico estéril es reciclado a los mezcladores sedimentadores para extraer.

### **Proyectos en el Perú**

Según PacificCredit Rating (2019) Southern Perú tiene proyectos como:

#### **Proyecto de Expansión de Toquepala (Tacna):**

Con una inversión proyectada de US\$1,255 MM, incluye una nueva concentradora de cobre de última tecnología, que aumentará la producción anual de cobre en 100,000 TM. alcanzando una producción de 258,000 TM. en el 2019; lo que implica un incremento del 74% en comparación con el 2017. Al cierre del ejercicio 2018 se ha invertido US \$ 1,227 MM., habiendo concluido la

construcción del proyecto, cuya producción comenzó en el último trimestre del año; asimismo, se tiene previsto alcanzar la capacidad total de producción en el segundo trimestre de 2019.

El proyecto para mejorar el proceso de trituración en Toquepala con la instalación del sistema de rodillos trituradores de alta presión (HPGR), tiene como objetivo asegurar que la actual concentradora opere a su máxima capacidad de producción anual de 117,000 toneladas de cobre y a su vez reducir costos operativos al aumentar la eficiencia del triturado. Al cierre de diciembre 2018, se ha invertido US \$ 44 MM. de los US \$ 50 MM. presupuestados. Finalmente, este proyecto fue añadido a las operaciones durante el cuarto trimestre de 2018.

#### **Proyecto de espesadores de relaves en Cuajone (Moquegua):**

El proyecto reemplazará dos de los tres espesadores de la concentradora por un nuevo espesador de alta capacidad, con el objetivo de optimizar el proceso de flotación de la concentradora y mejorar la eficiencia de recuperación de agua, aumentando el contenido de sólidos de relave de 54% a 61%. Al cierre de 2018, se ha utilizado la totalidad del presupuesto aprobado de US \$ 30 MM., sin embargo, se detectó un problema en el diseño del espesador durante el proceso de puesta en marcha, en el cual se está trabajando actualmente. El proyecto tiene previsto ser concluido en el primer trimestre de 2019.

#### **Disposición de relaves en Quebrada Honda (Moquegua):**

El proyecto aumenta la altura de la represa existente en Quebrada Honda, para contener los futuros relaves de las molineras de Toquepala y Cuajone y extenderá la vida esperada de esta planta de relaves en 25 años. La primera etapa y la construcción del sistema de drenaje para la represa lateral ya están terminadas. Se ha culminado la segunda etapa con la instalación de una nueva estación para el grupo de centrifugas, que permite colocar más pulpa en las represas; el proyecto tiene un costo presupuestado de US \$116 MM., del cual, al cierre del ejercicio, se han invertido US \$ 107 MM., con una fecha de conclusión prevista para el primer trimestre de 2019.

#### **Proyecto Tía María (Arequipa):**

Se completaron los estudios de ingeniería y se obtuvo la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental. La empresa viene trabajando en conjunto con el gobierno de Perú para obtener la licencia de construcción para este proyecto de

crecimiento de 120,000 TM anuales de cobre metálico ESDE con una inversión de US \$1,400 MM. La compañía estima obtener la licencia en la primera mitad de 2019.

#### **Proyecto Los Chancas (Apurímac):**

Este proyecto greenfield, es un yacimiento de pórfidos de cobre y molibdeno el cual contempla una mina de tajo abierto con una operación combinada de los procesos de una concentradora y una planta ESDE para producir anualmente 130,000 toneladas de cobre y 7,500 toneladas de molibdeno; La inversión estimada es de US \$ 2,800 MM y se tiene previsto que comience operaciones en 2025, en tal sentido, se planea completar el estudio de impacto ambiental en 2020.

#### **Proyecto Michiquillay (Cajamarca):**

Es un proyecto minero de clase mundial con material mineralizado estimado de 1,150 millones de toneladas y con una ley de cobre estimada de 0.63%. Se espera que al concluir el proyecto se produzcan 225,000 toneladas de cobre al año para una mina con una vida útil inicial de más de 25 años; La inversión estimada es de aproximadamente US \$ 2,500 MM y se espera comenzar a producir en 2025. El 12 de junio de 2018, SouthernCopper firmó un contrato e hizo un pago inicial de US \$ 12.5 MM para la adquisición del proyecto Michiquillay.

### **1.3 Reseña Histórica de la Empresa SouthernCopperCorporation**

Según SouthernCopperCorporation (2005), la compañía fue constituida el 12 de diciembre de 1952, de acuerdo a las Leyes del Estado de Delaware de los Estados Unidos de Norteamérica, bajo la denominación original de Southern Perú CopperCorporation, la que con fecha 11 de octubre de 2005, fue cambiada a SouthernCopperCorporation (SCC).

En el año 1954, SCC estableció una Sucursal en el Perú, para realizar actividades mineras en el país. La Sucursal fue establecida por escritura pública otorgada ante Notario Público de Lima, Dr. Ricardo Fernandini Arana de fecha 6 de noviembre de 1954.

#### **Unidad Minera Toquepala**

Según la Facultad de Ingeniería (2013) la reseña es de la siguiente manera:

- SIGLO XVIII: Toquepala fue reconocido por los españoles en época de la colonia a fines de siglo como un yacimiento de baja ley.
- SIGLO XIX: Toquepala fue descrita brevemente en la geográfica como depósito de cobre. Aunque se dice que el famoso explorador y hombre de ciencia Antonio Raimondi visitó Toquepala en 1870, él no menciona este yacimiento en su “Catálogo Razonado de Minerales del Perú” publicado en Lima en 1878.
- 1908: El Ing. Velarde, menciona por primera vez el yacimiento cuprífero de Toquepala en sus estudios sobre “La minería en el Perú” publicado por el Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas.
- 1917: Robert March Jr. Ingeniero experto en evaluación de yacimientos de pórfidos de cobre, examinó Toquepala y llegó a la conclusión: “Dada la ubicación, ley baja de mineral, etc., al momento no es oportuno iniciar una campaña de exploración y desarrollo”.
- 1938 - 1942: CPCC exploró parcialmente el yacimiento bajo una opción de compra previamente acordada con el propietario de la concesión. Se perforaron 34 taladros diamond drill con 7,741m.
- 1945 - 1949: Northern Perú, subsidiaria 100 % de American Smelting and Refining Company (ASARCO) realizó estudios regionales de Ingeniería, Geología, Fotogeología y Metalurgia.
- 1949 - 1952: Northern Perú con 139 taladros (108 churn drill y 31 ddh) totalizando 41,371 metros lineales llegó a (14) cubicas 426 mtc con 1.05% Cu entre los niveles 3600 – 3100.
- 1955 – 1998: Desarrollo de diferentes programas de perforación: churn drill, diamantina y circulación reversa, totalizando 570 taladros y 170,000 m. de perforación que permitieron:
  - Profundizar el diseño del tajo del nivel 3100 al 2665.
  - Incrementar en 437 mtc con 1.01% Cu.
  - Explorar parcialmente el cuerpo mineralizado hasta el nivel 2400.
- 2019: La Unidad Minera pertenece a Southern Perú del Grupo México, el proyecto de ampliación Toquepala se puso en marcha por lo que se produce al día 120,000 toneladas de mineral.

## **1.4 Organigrama de la empresa**

El siguiente organigrama Grupo México (2015), describe nuestra estructura organizacional al 31 de diciembre de 2015, comenzando con nuestros accionistas controladores; para mayor claridad, la presentación del organigrama identifica sólo a nuestras principales subsidiarias y omite las compañías holding intermedias.

Somos una subsidiaria indirecta de nuestro accionista mayoritario, Grupo México S.A.B. de C.V. ("Grupo México"). Al 31 de diciembre de 2015, Grupo México, a través de su subsidiaria AmericasMiningCorporation ("AMC"), que es íntegramente de su propiedad, poseía el 88.57% de nuestras acciones comunes. La principal actividad empresarial de Grupo México es actuar como una compañía holding de las acciones de otras compañías que se dedican al minado, procesamiento, compra y venta de minerales y otros productos, así como al transporte ferroviario y otros servicios afines.

Realizamos nuestras operaciones en Perú a través de una sucursal registrada ("SPCC Sucursal del Perú", la "Sucursal" o la "Sucursal Peruana"). Esencialmente, SPCC Sucursal del Perú comprende todos nuestros activos y pasivos relacionados con nuestras operaciones de cobre en Perú. SPCC Sucursal del Perú no es una compañía separada de nosotros y, por tanto, las obligaciones directas de SPCC Sucursal del Perú son obligaciones de SCC y viceversa; Sin embargo, es una persona jurídica inscrita de acuerdo con las leyes del Perú, a través de la cual poseemos activos, incurrimos en pasivos, y realizamos operaciones en el Perú, Aunque no tiene capital propio ni obligaciones separadas de las nuestras, se considera que tiene un capital social con el fin de determinar la participación económica de los titulares de nuestras acciones de inversión.



**Figura 3:** Organigrama de la empresa SouthernCopperCorporation  
**Fuente:** Grupo México (2015)

En abril de 2005 compramos Minera México, la compañía minera autónoma más grande de México, a AmericasMiningCorporation (“AMC”), una subsidiaria de Grupo México, nuestro accionista controlador. Minera México es una compañía holding y todas sus operaciones se realizan a través de subsidiarias que están agrupadas en tres unidades: La unidad La Caridad, la unidad Buenavista y la unidad IMMSA. Somos propietarios del 99.96% de Minera México.

En 2008, nuestro Directorio autorizó un programa de recompra de acciones por \$500 millones, monto que el Directorio ha ido incrementando desde entonces y actualmente se encuentra aprobado por \$3,000 millones; de conformidad con este programa, hasta el 31 de diciembre de 2015, hemos comprado 116.6 millones de nuestras acciones comunes a un costo de \$2,846.6 millones.

Estas acciones están disponibles para fines corporativos generales; nosotros podemos comprar acciones adicionales cada cierto tiempo en función de las condiciones de mercado y otros factores; este programa de recompra no tiene fecha de expiración y puede ser modificado o discontinuado en cualquier momento.

## **1.5 Visión y Misión**

### **1.5.1 Visión**

La visión actual de SPCC, la cual comparte con la SCC es la siguiente: “Ser líder en la transformación sostenible de recursos naturales, comprometidos con la creación de valor y bienestar para nuestro entorno”. La visión actual de SPCC menciona como parte inicial del enunciado el liderazgo y sostenibilidad en el rubro de la minería; es necesario resaltar que se establece como una de las estrategias genéricas el liderazgo en costos, a su vez, menciona que la empresa se compromete con la creación de valor y bienestar para el entorno o stakeholders, esto implica que se va a poner atención en la generación de valor mediante la producción y los mayores ingresos de tal forma que todos los grupos de interés obtengan beneficios sostenibles. De acuerdo con las características de una visión, se puede identificar que esta es (a) simple y clara; (b) ambiciosa y realista; (c) no está bien definida en cuanto al tiempo en que se espera lograr la visión, en este caso se recomienda proyectar esta visión para el año 2030; (d) no define el alcance geográfico, pero se puede sobreentender que por la aplicación internacional se refiere a ser líder mundial; (e) es conocida por todos; (f) es expresada con sentido de urgencia; y (g) marca la dirección para los objetivos de largo plazo. En este sentido, la visión propuesta es: “Ser líder mundial en la transformación sostenible de recursos naturales, comprometidos con la creación de valor y bienestar para nuestro entorno al 2025” (Mora-Ochoa et al., 2019)

### **1.5.2 Misión**

La misión actual de SPCC, es “Transformar eficientemente las mejores reservas de minerales del mundo con pasión, talento y dedicación. Nuestra experiencia garantiza la transformación de metales de la más alta calidad de forma responsable y rentable, priorizando el cuidado de nuestra gente y el cuidado de nuestro entorno”. La misión actual rescata como una fortaleza a las reservas con las que cuenta a nivel mundial, la gestión y la extracción eficiente al buscar usar la menor cantidad de recursos y obtener los máximos beneficios reduciendo pérdidas; resalta la experiencia en el rubro de la minería como la razón principal que llevará a gestionar de forma eficientes los recursos y reservas; No obstante, muestra que su misión no solo es la producción, sino que



se interesa por el cuidado del personal y del entorno de las unidades de operación. Con relación a la evaluación de la misión se puede decir que (a) no precisa quiénes son los clientes o consumidores; (b) no menciona el producto que ofrece; (c) no menciona el mercado objetivo; (d) menciona la calidad y rentabilidad que pueden estar relacionados con el empleo de tecnología actualizada; (e) menciona la rentabilidad como un objetivo primordial; (f) menciona la experiencia y responsabilidad como parte de los valores organizacionales; (g) la experiencia en el negocio es la principal competencia; (h) menciona que le preocupa su gente y el entorno. En este sentido, la misión propuesta es: “Transformar eficientemente las mejores reservas de minerales de cobre y otros metales del mundo con pasión, talento y dedicación; impulsando nuevos proyectos y maximizando los actuales. Nuestra experiencia garantiza la transformación de metales de la más alta calidad de forma responsable y rentable, priorizando el cuidado de nuestra gente y el cuidado de nuestro entorno” (Mora-Ochoa et al., 2019).

### **1.5.3 Valores**

Los valores de SPCC son la Lealtad, Integridad, Dedicación, Excelencia y Responsabilidad y estos a su vez forma el acrónimo LÍDER como parte de la importancia en el cumplimiento de los objetivos y la aplicación del liderazgo en el rubro minero en todo el mundo. Los valores actuales han sido adoptados de SCC para aplicación en SPCC y se enfocan en mantener una cultura que respete el trabajo, las personas y su entorno. (Mora-Ochoa et al., 2019).

## **1.6 Bases legales o documentos administrativos**

De acuerdo al SouthernCopperCorporation (2005), Southern Perú la sucursal de AmericasMiningCorporation, se encuentra inscrita en la Partida Electrónica 03025091 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima y Callao (antes asiento N.º 384 de la ficha N.º 2447 del Registro de Personas Naturales y Jurídicas Mineras del Registro Público de Minería).

Asimismo, los documentos legales que se tienen son:

- 1) Concentradora de Toquepala. Autorizada por Resolución Directoral No.455-91-EM-DGM-DCM de fecha 5 de julio de 1991, se resuelve

aprobar el título de Concesión de Beneficio Concentradora Toquepala de 240 hectáreas y 39,000 TM/Día.

Sobre la base del Informe No.413-97-EM/DGM/DPDM, del 7 de julio de 1997, el Director General de Minería autoriza el funcionamiento de la Planta de Beneficio Concentradora de Toquepala a la capacidad de 43,000 TM/Día.

Sobre la base del Informe No.547-2002-EM/DGM/DPDM, del 6 de noviembre de 2002, el Director General de Minería autoriza el funcionamiento de la Planta de Beneficio Concentradora de Toquepala a la capacidad de 60,000 TM/Día.

- 2) “Concentradora de Botiflaca” en Cuajone. Autorizada por Resolución Directoral No.150-81-EM/DCM de fecha 14 de agosto de 1981, se aprobó la Concesión de Beneficio Concentradora de Botiflaca con una extensión de 56 hectáreas.

Sobre la base del Informe No.266-99-EM-DGM/DPDM, el 20 de julio de 1999, el Director General de Minería autoriza el funcionamiento de la Planta de Beneficio Concentradora de Botiflaca a la capacidad de 87,000 TM/Día.

- 3) “Planta de Lixiviación SX/EW Toquepala”. Autorizada por Resolución Directoral No.166-96-EM/DGM de fecha 7 de mayo de 1996, se aprueba la Concesión de Beneficio “Planta de Lixiviación SX/EW Toquepala” con una extensión de 60 hectáreas y se autoriza el funcionamiento definitivo a la capacidad instalada de 11,850 TM/Día.

Por Resolución Directoral de fecha 10 de noviembre de 1998, basada en el Informe No.663-98-EM-DGM/DPDM, se autoriza la ampliación de la “Planta de Lixiviación SX/EW Toquepala” a 18,737 TM/Día.

- 4) “La Fundición” en Ilo. Autorizada por Resolución Directoral No. 0078-69EM/DGM del 21 de agosto de 1969, se otorgó la autorización de funcionamiento definitivo a “La Fundición” de Ilo con una producción de 400 TC/Día de cobre ampoloso.

Por Resolución Directoral, de fecha 20 de junio de 2000, basada en el Informe No.204-2000-EM-DGM-DPDM, se autoriza el funcionamiento de la Concesión de Beneficio “La Fundición” a la capacidad instalada de tratamiento de 3,100 TM/Día de concentrado de cobre.

- 5) “Refinería de Cobre Ilo”: Autorizada por Resolución Directoral, de fecha 27 de mayo de 1994, basada en el Informe No. 056-94-EM-DGM/DRDM, se autorizó el funcionamiento de la refinería de Cobre de Ilo con una capacidad de 190,000 TM/Año para tratar cobre blíster. Por Resolución Directoral, de fecha 2 de setiembre de 1998, basada en el Informe No.506-98-EM-DGM/DPDM, se autorizó el funcionamiento de la Planta de Beneficio “La Refinería de Cobre Ilo” a la capacidad ampliada de 658 TM/Día. Sobre la base del informe N°080-2002-EM-DGM/DPDM, del 13 de marzo de 2002, el Director General de Minería autorizó el funcionamiento de la Planta de Beneficio “La Refinería de Cobre Ilo” a la capacidad de 800 TM/Día.
- 6) “Planta de Ácido Sulfúrico”. Autorizada por Resolución Directoral No. 02496-EM/DGM, de fecha 19 de enero de 1996, se otorgó la autorización de funcionamiento de la “Planta de Ácido Sulfúrico” instalada en la Concesión de Beneficio “La Fundición” con una capacidad instalada de 472 TM/Día. Sobre la base del Informe No. 313-98-EM/DGM/DPDM, de fecha 18 de mayo de 1998, se autoriza el funcionamiento a la capacidad ampliada de 300,000 TM/Año.

## **1.7 Descripción del área operaciones mina**

Las actividades se realizaron en la Gerencia Mina, en el área de Operaciones Mina, encargados del carguío, acarreo, perforación, voladura y servicios auxiliares en mina; para llevar a cabo todo este proceso se cuenta con personal y equipos distribuidos de la siguiente manera:

### **1.7.1 Equipos**

Se cuenta con 09 palas eléctricas con las siguientes características:

**Tabla 2.***Palas eléctricas de la Mina Toquepala*

<b>CLASE: PALA</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Dispatch</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidad (yd<sup>3</sup>)</b>
PALA 1	S01	P&H	4100A	56.0
PALA 2	S02	P&H	4100A+	56.0
PALA 3	S03	BUCYRUS	495BI	56.0
PALA 4	S04	P&H	4100A	56.0
PALA 5	S05	BUCYRUS	495HR	73.0
PALA 6	S06	BUCYRUS	495HR	73.0
PALA 7	S07	BUCYRUS	495HR	73.0
PALA 8	S08	BUCYRUS	495HR	73.0
PALA 9	S09	P&H	4100XPC	80.0

**Fuente:** Operaciones Mina - Toquepala

Asimismo, se cuenta con:

- 88 volquetes
- 13 perforadoras
- 03 cargadores frontales
- 14 tractores de ruedas
- 13 tractores de orugas
- 05 tanques de regadío
- 05 motoniveladoras
- 03 excavadoras

### **1.7.2 Personal**

Se cuenta con 7 grupos de 80 personas aproximadamente, en cada turno interactúan dos grupos, por lo tanto, setienen 160 operadores aproximadamente.

FUERZA LABORAL 08-11-19 / TURNO A / GRUPO 5-3									
EQUIPO	TOTAL EQUIPO	EQUIPOS EN PM Y SO	EQUIPOS OPERATIVOS	PERSONAL EN EQUIPO	FUERZA LABORAL EFECTIVA	PERSONAL AUSENTE	TOTAL INTERACCION 5*3= 155	PERSONAL	
FALAS	3	1	0	0					
PERFORADORAS PRIMARIAS	13	1	12	12					
PERFORADORAS DE PRE-CORTE	4	1	3	0					
VOLQUETES*	88	14	74	74					
TRACTOR DE LLANTAS*	14	2	12	12					
TRACTOR DE DRUGAS*	13	2	11	11					
MOTONVELADORA*	4	1	3	3					
TANQUES	5	1	4	4					
CARGADOR FRONTAL	3	1	2	2					
EXCAVADORA	3	0	3	3					
TOWNHALL	1	0	1	0					
OTROS									
TOTAL	157	24	133	129	130	25	155		
(*) La flota de volquetes KOMATSU 330 han sido días de baja. (*) El D12T-2 es operado por personal de depósitos de lavables y el D12T-4 está en ILABATA. (*) La motonveladora CAT 240-L se encuentra sin strada.									
SUPERVISOR EMPLEADO		1		PE+ PEQ+ PEN+SEM		PA+ VALEN+FA+PE+SU			
PERSONAL EN ENTRENAMIENTO				DONDE:		DONDE:			
DESCRIPCION	PERSONAL			FUEZA LABORAL EFECTIVA		PERSONAL AUSENTE			
INSTRUCTOR SIMULADOR	0			PERSONAL EN EQUIPO		ENFERMOS			
ENTRENAMIENTO SIMULADOR	0			PERSONAL EN ENTRENAMIENTO		VACACIONES			
ENTRENAMIENTO CAMPO	0			SUPERVISOR EMPLEADO		FALTOS			
OTROS	0					PERMISOS			
TOTAL	0					SUSPENSIONES			
PERSONAL DE REEMPLAZO									
CURSO D.S.*	12								
DESCRIPCION	PERSONAL AUSENTE	PERSONAL	GRUPO	PERSONAL	INTERACCION	PERSONAL			
	9		3	77	1 y 3	155			
VACACIONES	10		2	79	1 y 6	152			
FALTOS	1		3	78	2 y 4	157			
PERMISO	4		4	78	2 y 7	154			
SUSPENDIDO	1		5	77	4 y 6	153			
TOTAL	25		6	75	5 y 3	155			
			7	75	5 y 7	152			
			D.S.	12					
NOTA: PERSONAL SIN ASIGNACION				AURELIO OLIVERA					
SUPERVISOR EMPLEADO:				WARRIOR MARRASO, FREDY BUSTAMANTE, CESAR PINTO, CHRISTIAN FUERTE, CESAR YANEZA, ROYALDO LONDOÑO, JUAN MICHIELI-GUO, PASCUAL, PEDRO RODRIGUEZ,					
ENFERMOS:				ARCENIO NOLU, MAGUEL LOBATON, ROQUEL ALBARRACIN, FREDY MARTINEZ,					
PERMISO:				NELSON ZIGARRA					
FALTOS:				PECTOR FERNANDES					
SUSPENDIDO:									
(*) El personal de 08 horas se encuentra entrenando ya que no hay curso de D. S.026.									

Grupo 5

Turno A / 3

Figura 4: Fuerza laboral Operaciones Mina Toquepala  
Fuente: Operaciones Mina - Toquepala

### 1.8 Descripción del cargo y de responsabilidades del bachiller en la empresa

Tengo 30 años de experiencia en el Grupo México, los cargos y responsabilidades están distribuidos de la siguiente manera:

- Año: 2019 – 2012 (8 años)

Cargo: Supervisor de Operaciones y reemplazante de Jefe de Guardia.

Responsabilidad:

- Responsable de liderar y supervisar el proceso productivo de Carguío y Acarreo en mina, haciendo cumplir los procedimientos, estándares de seguridad que son fundamentales y que se necesitan para su correcto desarrollo, sin poner en riesgo al trabajador, equipos, medio ambiente y los bienes de la empresa.
- Responsable de la eficiente utilización y distribución de los equipos de carguío, equipos de acarreo y equipo auxiliar para poder alcanzar nuestros objetivos.

- Responsable del cumplimiento de los planes de minados, del desarrollo de las secuencias de minado y proyectos que dan soporte para el desarrollo de nuestro proceso productivo en Mina.
- Año: 2011 – 2002 (10 años)  
Cargo: Jefe de Guardia 9 años  
Responsabilidad:
  - Responsable de organizar, dirigir y control del proceso productivo de las operaciones en mina y a cargo del óptimo y eficiente desarrollo de los equipos de mina para alcanzar así la máxima productividad de estos como son: 9 Palas Eléctricas P&H y Bucyrus, 3 cargadores Frontales LeTourneau, 13 Perforadoras Eléctricas, 92 Volquetes Mineros CAT y Komatsu y equipos auxiliares que son el soporte para el desarrollo de los proyectos, 14 Tractores de Ruedas, 10 Tractores de orugas, 5 Motoniveladoras, y 3 Excavadoras que nos permita alcanzar las metas y objetivos de producción.
  - Responsable de liderar eficientemente a un gran equipo humano (170 personas), que trabajan en los distintos equipos en mina, y que son parte fundamental para el desarrollo del proceso productivo que nos permitirá cumplir las metas y objetivos de la empresa.
- Año: 2001 – 1998 (4 años)  
Cargo: Controlador DISPATCH  
Responsabilidad: Responsable de controlar los volquetes, palas, perforadoras y equipos auxiliares desde una sala de control mediante el sistema Modular.
- Año: 1997 – 1994 (4 años)  
Cargo: Reemplazante de supervisor de trenes  
Responsabilidad: responsable del tránsito fluido de los trenes con mineral.
- Año: 1990 – 1993 (4 años)  
Cargo: Operador de tractor de vías  
Responsabilidad: Experto en nivel de piso para línea férrea, trabajos en mantenimiento de vías, mantenimiento de pisos de palas.

## **CAPITULO II:**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **2.1 Antecedentes o Diagnostico Situacional**

##### **2.1.1 Geología**

Es un depósito mineral de tipo “Pórfido de Cobre”, donde la mineralización está constituida por una fina disseminación de sulfuros y el relleno de angostas vetillas con poca persistencia de fracturas, emplazadas en una secuencia de rocas ígneas, de composición química ácida a intermedias.

La forma como esta mineralización ha llegado a su posición actual, es el resultado de muchos y muy variados factores que se explicaran más adelante.

Estructuralmente, el depósito está ubicado en una chimenea volcánica del tipo diatrema (chimenea de brecha) donde la mineralización del depósito ha sido posible por la existencia de una zona de debilitamiento que permitió el paso de las soluciones mineralizadas.

Mineralógicamente, el depósito desde su origen ha sufrido sucesivos cambios químicos y estructurales; La mineralización ha seguido los procesos de evolución comunes a todos los depósitos de este tipo, originando finalmente, la alteración y mineralización supergénica.

##### **2.1.2 Geología Regional**

El depósito está ubicado en un terreno compuesto de volcánicos mesozoicos y terciarios intrusionados por apófisis dioríticas del Batolito Andino.

La historia tectónica de la región está comprendida en un lapso geológico entre el cretáceo superior y el terciario inferior, cuyos efectos expuestos en los diferentes tipos de rocas que afloran a lo largo de esta faja de yacimientos de cobre porfirítico.

La actividad volcánica del cretáceo superior que depositó una serie de derrames riolíticos yandesíticos conocidos integralmente como “Grupo Quellaveco” sufrió plegamientos, fallamientos y levantamientos en bloques por acción de una compresión más o menos continua que iniciándose con el “Plegamiento Peruano” de Steiman, alcanza su máximo desarrollo durante el “Plegamiento Incaico”. Los esfuerzos producidos fueron lo suficientemente intensos como para producir importantes fallas de compresión de rumbo Norte-

Oeste, y afectaron la estructura homoclinal volcánica pre-intrusiva hacia el Sur-Oeste. En general, los eventos tectónicos (Orogénesis) que tuvieron lugar en dicho intervalo de tiempo, coinciden con la actual cordillera de los andes, ubicándose en el flanco occidental.

### **2.1.3 Geología Local**

El área mineralizada de forma elongada y de 8 Km. de largo, ha sido un centro de intensa actividad ígnea. Existen varios cuerpos intrusivos de formas irregulares dentro y junto a una gran chimenea ubicada en el centro; el cuerpo mineralizado en forma de hongo consiste de una zona enriquecida de posición tendida, predominante, de calcosina con una continuación a manera de tallo, de mena de Calcopirita Hipógena en la profundidad, tanto dentro como alrededor de la chimenea. La alteración hidrotermal se generaliza en la zona de mineralización. El cuarzo y la sericita constituyen los principales productos de alteración, y en muchos casos las texturas de la roca original han desaparecido.

Los principales sulfuros, pirita hipógena, calcopirita y calcosina supérgena, se presentan principalmente como rellenos de vacíos en la brecha y como granos pequeños diseminados a través de todas las rocas alteradas. Las venillas de sulfuros son relativamente escasas; Los sulfuros se encuentran más abundantes y la alteración es más intensiva en ciertas unidades de rocas, tales como la diorita y la mayoría de las brechas.

### **2.1.4 Mineralización**

Los procesos de alteración, el emplazamiento intrusivo de las rocas y mineralización en los depósitos porfiríticos de cobre pueden ser generalizados como un desarrollo de origen magmático sub-volcánico de un magma rico en metales, donde los fluidos residuales se mezclan con aguas meteóricas durante las últimas etapas de enfriamiento en la formación de un yacimiento.

Los sulfuros, se encuentran diseminados en delgadas venillas y como relleno de vesículas o espacios vacíos en las brechas; La abundancia de los sulfuros es en general de:

- Pirita
- Calcopirita
- Calcosina



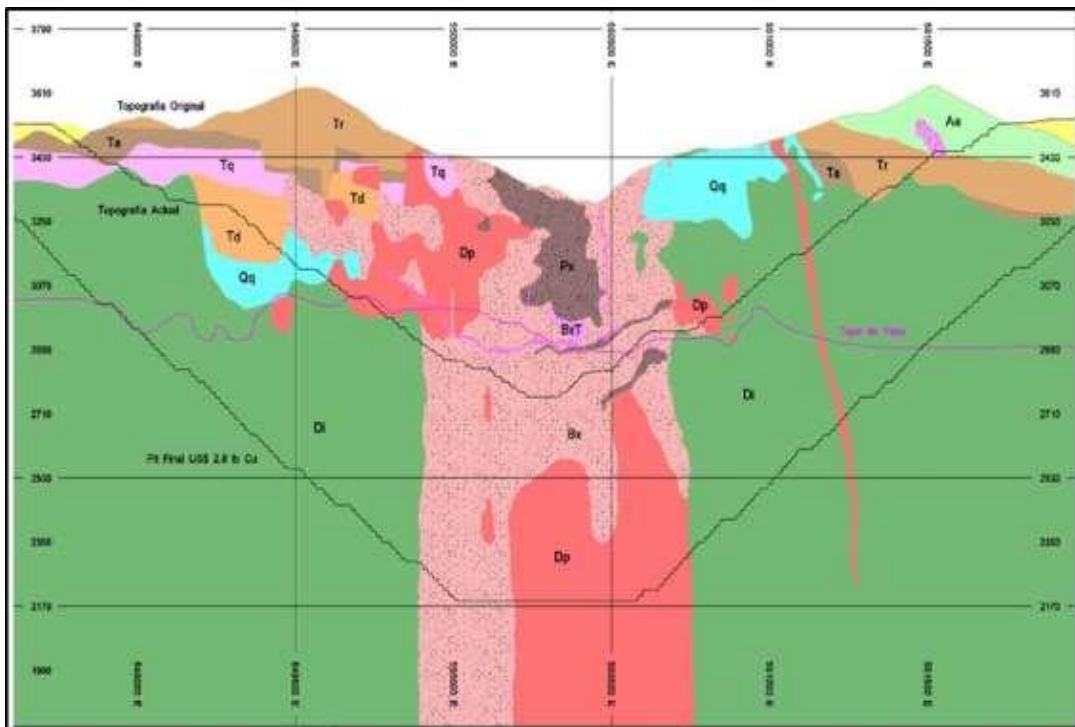
- Molibdenita

La mineralización supérgena o secundaria está dado por metales transportados por aguas meteóricas oxidadas que se mueven hacia abajo y también lateralmente, en contraste con la mineralización hipógena o primaria donde los sulfuros son formados por soluciones hidrotermales ascendentes.

El enriquecimiento supergénico consiste de un relativo reemplazamiento de sulfuros primarios por sulfuros secundarios y en una menor extensión por el relleno de los intersticios de óxidos minerales en zonas debajo del nivel freático donde soluciones lixiviadas ácidas y oxigenadas son reducidas y neutralizadas. El enriquecimiento secundario depende de la cantidad de piritita disponible para producir un ambiente de bajo PH, reemplazando calcosina en zonas extensas de piritita-calcopiritita.

En la mina se desarrolló mejor el enriquecimiento secundario, presentando las siguientes características mineralógicas:

- Mineralogía Simple, con distribución de leyes de cobre uniforme.
- Espesor de mineral, mayores de 300 m.
- La piritita es el sulfuro más abundante, la calcopiritita el sulfuro de cobre más abundante y la calcosina es el mineral supérgeno más importante.
- La molibdenita se presenta como subproducto.



**Figura 5.** Mineralización de la Mina Toquepala  
**Fuente:** Geología Mina –Toquepala

### **2.1.5 Planeamiento de minado**

Tanto para el planeamiento a corto, mediano y larga plazo, hace el uso del software Mine Sight (Sistema de Diseño y Evaluación de Minerales), asimismo, se cuenta con el software JigSaw que relaciona los datos proporcionados por geología, para la observación de cada operador de pala de acuerdo al polígono que se tiene que minar diariamente; Los datos y las operaciones sobre los mismos son:

- Operaciones con datos de sondaje.
- Operaciones con datos digitalizados.
- Operaciones con compuestos.
- Operaciones de modelamiento.
- Diseño económico de un pit.
- Evaluación de pit.
- Programa de producción.

### **2.1.6 Método de explotación**

Dadas las dimensiones del cuerpo mineralizado, características geomecánicas del macizo rocoso, geología del yacimiento y su proximidad a la superficie; el método de explotación seleccionado en la mina es el de Tajo Abierto Mecanizado. El tajo, es uno de los más antiguos, y el de mayor dimensión en el Perú, como también es uno de los más grandes del mundo.

### **2.1.7 Ley de corte**

La mina, opera con una ley de corte de cobre de 0.409%, y 0.021 de Molibdeno distribuido en las rocas mineralizadas que se encuentran en el fondo de la mina

### **2.1.8 Relación de desbroce**

La Mina trabaja con un radio de desbroce máximo de 1.6 extraer material estéril (desmonte), es decir, que, para mover una tonelada de mineral, se tiene que mover o extraer 6.0 toneladas de desmonte, los radios de desbroce, variarán según las leyes de mineral y el tonelaje planificado por año, así también depende

del precio del cobre que en esos momentos rige, lo cual hace de que este parámetro sea variable.

### **2.1.9 Control de leyes**

El sistema de control de leyes en la mina, comprende una serie de secuencias, las mismas que tienen un punto de inicio a partir de los datos de campo; básicamente el propósito es de clasificar el material disparado de acuerdo con su valor económico y luego tomar decisiones con respecto a su destino. Asimismo, se puede visualizar en el panel (leyca) las leyes que tiene cada polígono para un mejor control de leyes. Los datos obtenidos del campo están basados en información de leyes de taladros de voladura e información de coordenadas de dichos taladros como:

- Muestreo de los taladros de voladura.
- Preparación y análisis químico.
- Levantamiento topográfico de los taladros de voladura.
- Procesamiento de los taladros de voladura.

### **2.1.10 Programa de producción**

Para un adecuado cumplimiento de los programas de producción en la mina, el conjunto de operaciones unitarias, deben de desarrollarse bajo los esquemas de seguridad y productividad, todas ellas deben interrelacionarse unas a otras, de modo tal, el proceso productivo no se vea alterado por la falla de alguna de ellas. Producción por día: 700000TM

- Horas trabajadas por día: 22.
- Días trabajados por mes: 30.

Adicional a la información de arriba, para un adecuado cumplimiento del programa de producción, es importante lo siguiente:

- Preparación de planos semanales, mensuales y anuales.
- Seguimiento a la productividad de las perforadoras.
- Evaluación de las velocidades de producción y capacidad requerida de la mina.
- Cálculo y almacenamiento de programas de mina anuales para el análisis económico.

### 2.1.11 Parámetros de tajo y banco

El tajo se ha diseñado usando la técnica de “Cono Flotante” (Lerchs - Grossmann). Se ha modelizado el cuerpo mineral en el software Mine Sight, a través del cual se ha determinado los siguientes parámetros de diseño:

- Ángulo de cara de banco:  $65^\circ$ .
- Altura de banco de 15 m.
- Ancho de bermas o banquetas de 8.5 m
- Ancho de rampa: 36 m
- Pendiente de rampas: de 8% a 10%.

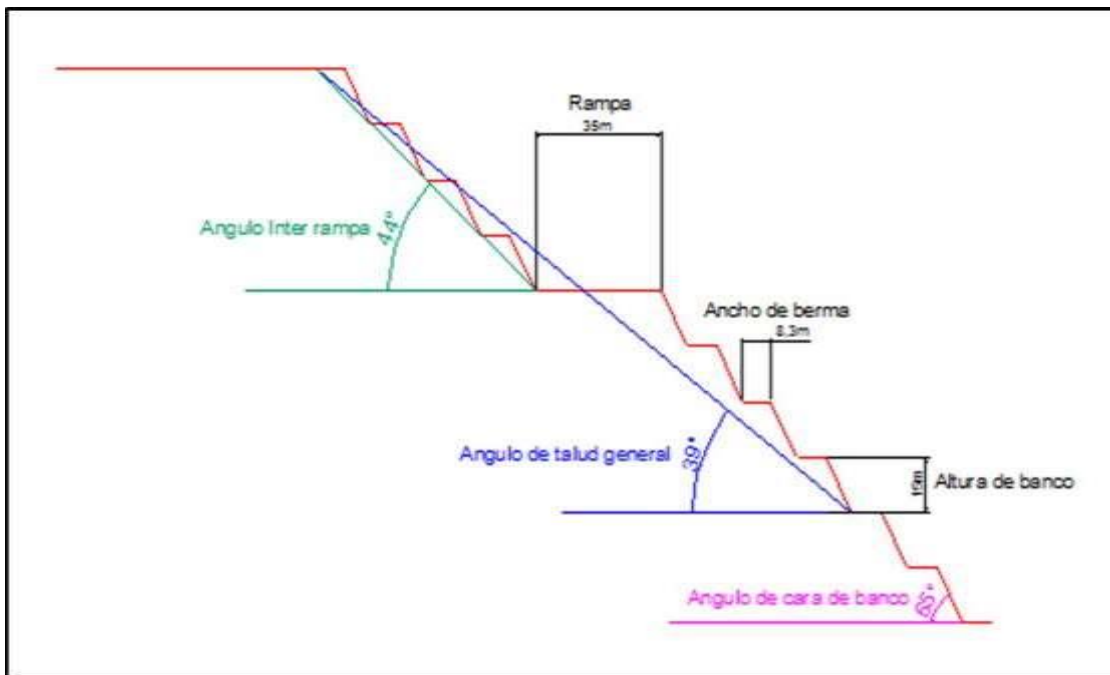


Figura 6. Diseño de Minado - Toquepala

Fuente: Ingeniería Mina - Toquepala

### 2.1.12 Operaciones unitarias

Las operaciones unitarias básicas de la mina son: perforación, voladura, carguío y acarreo; estos procesos tienen que estar relacionados bajo la planificación y coordinación entre áreas para obtener resultados óptimos en productividad.

Perforación:

Es la primera operación unitaria en el ciclo de minado, consiste en taladrar huecos para ejecutar las voladuras, los patrones de perforación están definidos por sectores estructurales, los cuales determinan las mallas de diseño. La operación de perforación está íntimamente ligada con la voladura, por lo cual, debe reflejarse en la exactitud de la operación en términos de burden, espaciamiento, y profundidad de taladro; estos parámetros de diseño de banco reflejarán los resultados de la voladura. Los parámetros de perforación son los siguientes:

- Diámetro de perforación: 11.0 a 12 ¼ Pulgadas.
- Malla de perforación: Patrón triangular equilátero de 6.5m a 12.0m.
- Longitud de perforación: 15m.
- Sobre perforación: de 1.5 a 2.0m.

#### Voladura

La voladura, representa una de las operaciones más relevantes dentro del proceso extractivo de mineral, su objetivo principal es lograr un adecuado tamaño de roca, y apilamiento del material fragmentado, con un mínimo daño en su entorno, actividad que se ejecuta con explosivo y teniendo presente las características del macizo rocoso.

Cuando los resultados son adversos, obligan a la operación minera a efectuar minados selectivos, como también la necesidad de efectuar voladuras secundarias, los cuales incrementan los costos de minado, razón por la cual, esta operación tiene que tener los resultados idóneos para contrarrestar la problemática que se menciona. Todas las voladuras se realizan con un diseño previo, el cual difiere una de cada una, debido a que no podemos imprimir un mismo diseño para toda la mina.

#### Carguío

En la mina, el carguío de mineral, mineral lixiviable y desmante, se ejecutan con palas eléctricas y cargadores frontales de diferentes dimensiones y capacidades, para una adecuada productividad de esta operación, es muy importante que los resultados de la voladura sean los adecuados, tanto en el aspecto de la granulometría, como en la geometría del apilamiento y esponjamiento del material disparado; estas condiciones reflejaron la seguridad y productividad que la operación amerita.

#### Acarreo

Esta operación está conformada por la flota de volquetes de última generación, que son los encargados de trasladar el material disparado a los diferentes destinos como botaderos, tolvas y otros, la carga transportada de ubicarse con una geometría adecuada que releje la cantidad y peso de la carga.

## **2.2 Identificación de oportunidad en operaciones mina**

En el área de operaciones mina, encargados del carguío y acarreo, se observó a las palas eléctricas como una oportunidad de mejora en el tema de procedimientos, técnicas, estándares para obtener los resultados esperados. De acuerdo con los conocimientos adquiridos en la etapa profesional universitaria y experiencia en minas de tajo abierto encontramos dos temas puntuales de oportunidad las cuales son:

- Movimiento largo de palas eléctricas.
- Carguío de material con palas eléctricas.

## **2.3 Objetivos de la actividad profesional**

- Optimizar el tiempo en el movimiento largo de palas eléctricas mediante técnicas y procedimientos de operación con los estándares de seguridad y productividad.
- Mejorar el rendimiento productivo de palas eléctricas en términos de carguío de material mediante la aplicación de técnicas, procedimientos y estándares operativos y de seguridad.
- Implementar procedimientos escritos de trabajos seguro (PETS) para el movimiento largo de palas eléctricas, de acuerdo a las prácticas operativas y seguras en campo.

## **2.4 Justificación de la actividad profesional**

### **2.4.1 Movimiento largo de palas eléctricas**

El movimiento largo de pala es considerado la actividad de alto riesgo con mayor importancia en una pala eléctrica debido a la distancia recorrida del equipo y los riesgos que implica todo el proceso. Los trabajos para esta actividad son coordinados con las áreas de seguridad mina, operaciones mina, ingeniería mina, mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico, para la planificación en temas de herramientas de gestión, selección de vía y distancia segura, altura de

líneas de alta tensión, instalación de casetas eléctricas, cantidad de cables de fuerza operativos, mantenimiento mecánico y eléctrico del equipo, entre otros. Por el alcance que tiene el proceso de traslado de una pala eléctrica está dirigido bajo la supervisión de un ingeniero con amplia experiencia para realizar trabajos de seguridad, planificación y operación; donde el objetivo es la llegada de la pala con cero incidentes, accidentes en el menor tiempo posible, pero cuidando todos los componentes mecánicos y eléctricos del equipo.

La importancia radica en mejorar la disponibilidad mecánica de la pala en movimiento, es decir, tener la mayor cantidad de tiempo para trasladarla y al terminar un movimiento largo empezar la operación unitaria de carguío y tener una producción regular.

#### **2.4.2 Carguío de material con palas eléctricas**

La operación de carguío, representa una de las operaciones unitarias de mayor relevancia en toda operación de extracción de mineral y desmonte en una mina a tajo abierto; su objetivo final es lograr un rendimiento en función a la velocidad de excavación cuyo parámetro debe desarrollarse con los estándares de seguridad y productividad, donde la supervisión cumple el rol más importante en temas operativos como la forma correcta de ubicación de la pala y sus componentes auxiliares como puentes aéreos, cunas, cables de fuerza planificando anchos de minado en función a las dimensiones del equipo de excavación. Asimismo, realizar todas las herramientas de gestión para evitar incidentes y accidentes en el proceso de carguío, de modo tal que la operación de carguío presente el escenario más óptimo de cargar por ambos lados para minimizar la velocidad de excavación con seguridad en la operación.

Se requiere coordinación con el Área de Perforación y Voladura para conocer la fragmentación real de los polígonos a minar, ya que se puede aumentar las velocidades de excavación de acuerdo al tipo y al grado de fragmentación que tiene el material en dicho polígono, por ello la importancia de centrarse en dichos temas operativos de una pala eléctrica la cual es el componente de mayor envergadura en todo el proceso de carguío de material en mina.

### **2.5 Resultados esperados**

- Realización de un procedimiento escrito de trabajo seguro para el movimiento largo de pala mediante los objetivos planteados.
- Optimización del factor de carga de los volquetes mediante los objetivos planteados.



## **CAPITULO III: MARCO TEÓRICO**

### **3.1 Movimiento largo de palas eléctricas**

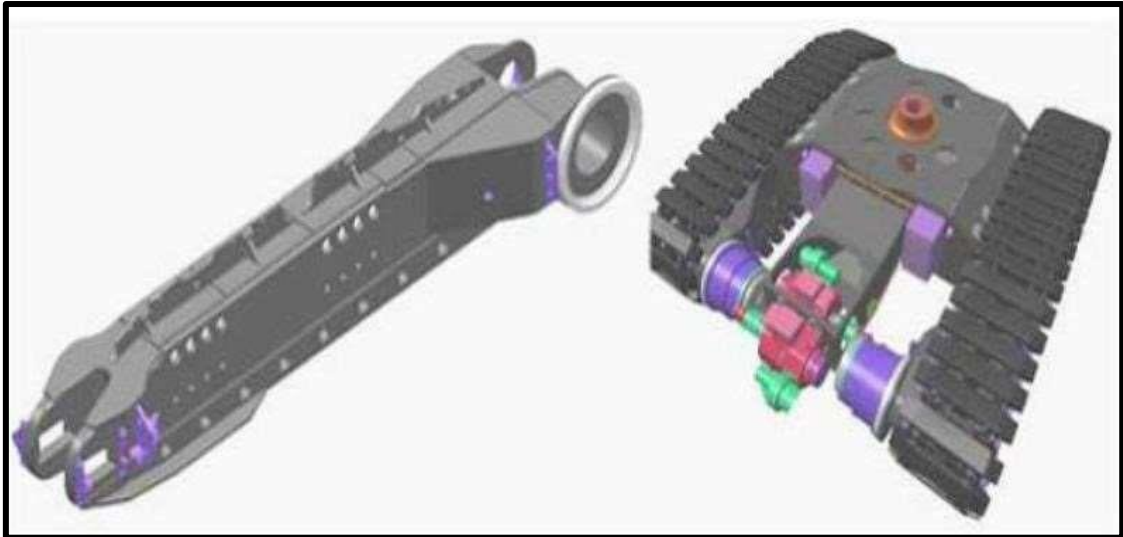
Para un movimiento largo de palas la teoría se basa en las prácticas operativas que van de acuerdo a la experiencia profesional del supervisor encargado del movimiento, las bases teóricas son escasas, precisamente por ello se realizará un estudio para obtener resultados esperados, entregables que sirvan de bases teóricas para un movimiento largo de pala seguro y productivo.

#### **3.1.1 Mantenimiento mina**

En un movimiento largo de pala mayor a 5 Km. el objetivo es llegar a la nueva posición sin dañar en exceso el equipo, ya que estas no están diseñadas para movimientos largos, por lo tanto, la capacidad del supervisor hará que exista un punto de equilibrio entre el tiempo de llegada y el estado con que llegara la pala. Por ello, aplicaremos técnicas de movimientos basados en la experiencia del supervisor que nos permitan trabajar primero con seguridad y productividad.

##### **Sistema de propulsión**

Es el encargado de desplazar la pala, cuenta con dos superestructuras llamadas bastidores, apernados a una estructura central. En la zona motriz, se aperna a un cajón en donde se instalan los motores eléctricos; en cada bastidor se acopla una transmisión y motor eléctrico DC o AC. Los motores transfieren el movimiento a los transmisores planetarios, las que transmiten potencia a la rueda de propulsión, por medio de un eje, esto impulsa la oruga, deslizándose la pala por esta, a través de rodillos. La oruga cuenta con un sistema de tensado y con rieles de desplazamiento, sobre el cual desliza la oruga en la parte superior de cada bastidor; Cada bastidor tiene ocho rodillos de carga, una rueda tensora, una rueda guía y una rueda propulsora por lado. En el extremo del motor, este acoplado un freno de discos accionado neumáticamente (P&H MineProServices, 2012).



**Figura 7.** Chasis inferior y bastidores de Pala PH4100XPC  
**Fuente:** P&H MineProServices (2012)

La propulsión tiene una vida útil de 40,000 horas en condiciones normales de trabajo, lo cual disminuye en un movimiento largo constante, por ello es importante la supervisión y coordinación con el operador constantemente.



**Figura 8.** Reductores de giro palas eléctrica  
**Fuente:** Equipmet Training Solutions (2013)

Giros excesivos de 15° a 20° grados.

Los daños mecánicos que se generan son:

- 1) Drive Tumblers dañados por el esfuerzo lateral.
- 2) Rodillos de carga dañados por el esfuerzo lateral.
- 3) Daño a los marcos laterales de las orugas.

- 4) Eslabones de cadenas rotos.
- 5) Pasantes de zapatas rotos o agrietados.
- 6) Pines de eslabón rotos o agrietados.
- 7) Ruedas guías dañadas por el esfuerzo lateral.

### **Desplazamiento en reversa**

Según (EQUIPMENT TRAINING SOLUTIONS, 2013) menciona que los daños que se generan por el desplazamiento en reversa más aún en movimientos largos son:

- 1) Daño a las zapatas debido al amontonamiento de material en la holgura de las zapatas que se encontrará entre los marcos laterales de la oruga y la tierra- Al desplazarse hacia adelante está por encima de los marcos laterales de la correa eslabonada, menos desgaste.
- 2) Daño en Drive tumbler, en reversa las zapatas de oruga no están sincronizadas con el tumbler, lo que causa un desgaste excesivo de los dientes del mismo.



**Figura 9.** Acumulación de material en zapatas de Pala  
**Fuente:** Fotografía propia.

### **Orugas y zapatas**

(P&H MineProServices, 2012) menciona que la oruga con tensión adecuada, pequeña flexión, muestra buena absorción de irregularidades menores en el movimiento. Una oruga muy tensa tiende a tener daño en orejas y pasadores, no absorben irregularidades menores de movimiento; la oruga muy suelta absorbe irregularidades menores de movimiento, pero genera daño en orejas, pasadores y bastidor.



**Figura 10.** Componente de oruga rajada  
**Fuente:** Fotografía propia

En un movimiento largo de pala en temas operativos se trabaja principalmente con cables eléctricos de fuerza, cunas de cables, casetas eléctricas, camión cablero las mismas que serán descritas como base teórica del trabajo.

### **3.1.2 Operaciones mina**

Un cable de fuerza tiene una longitud entre 250 a 350 metros, por lo tanto los cables requeridos para un movimiento largo de pala son de acuerdo a la distancia que recorrerá la pala; siempre se deben tener cables de back up ante cualquier eventualidad para evitar demoras. Todo el tema de cables está coordinado con el área de Mantenimiento Mina específicamente Eléctricos Mina, donde en una reunión previa se realiza todo el planeamiento del movimiento de cables de acuerdo a las casetas eléctricas de donde se va a tomar energía. Debido a la cantidad de cables que se usan en un traslado mayor a 5 Km. se realiza un planeamiento para minimizar el uso de cables y trabajar con un mismo cable en diferentes rutas del movimiento.

#### **Cunas de cables**

Sirven como almacenadores y protectores de cables de fuerza para los movimientos de la pala, tiene una capacidad de almacenamiento de 3 cables

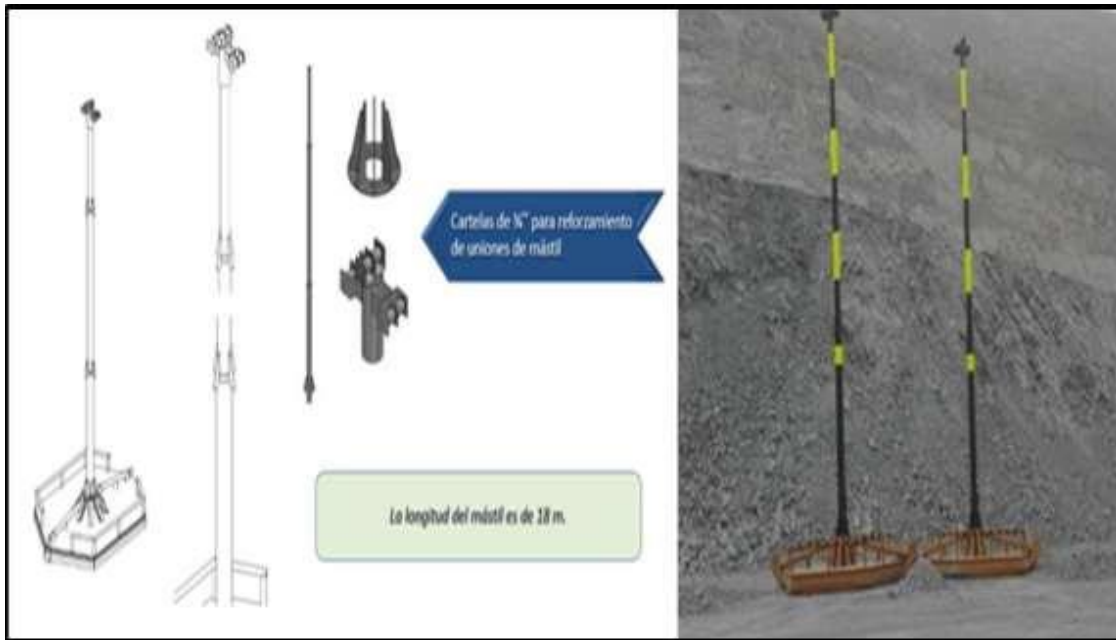
distribuidos secuencialmente para la salida de los cables en pleno movimiento desplazándose junto a la pala con ayuda de un tractor de ruedas.



**Figura 11.** Cuna de cables de fuerza  
**Fuente:** Fotografía propia.

### **Puentes aéreos**

Son estructuras metálicas diseñadas para evitar que los equipos pesados de mina pisen el cable eléctrico de fuerza que alimentan a los equipos eléctricos (palas). Están compuestos por 02 mástiles de 18m de altura con bases hexagonales y barandas inferiores; estos postes siempre se llevan en un movimiento largo ya que cuando llegue la pala a su nueva posición debe trabajar con estos, por lo tanto, se tienen que trasladar con un tractor de ruedas y supervisión constante en las pasadas de líneas de alta tensión, se pueden llevar antes de la pala o después de la misma.



**Figura 12.** Postes aéreos de cable de fuerza  
**Fuente:** Fotografía propia

### Lagartos de acomodo de cable

Soporte de cable de fuerza que conecta el mismo al cabezal de la pala y este ensamblado por un neumático y estrobos, es un elemento de sujeción para los movimientos cortos y largos en el minado de la pala, y su desplazamiento es ejecutado por el balde para evitar el daño del cable durante el acomodo. En un movimiento largo de pala el traslado se realiza llevando el lagarto en el balde durante el movimiento, al llegar a líneas de alta tensión y curvas se baja el lagarto al piso para que el operador tenga una vista amplia de las zonas.



**Figura 13.** Lagarto de palas eléctricas  
**Fuente:** Fotografía propia

### **Casetas de energía eléctrica**

En inglés switchhouse, es un interruptor derivador de corriente eléctrica proveniente de una Sub-Estación Eléctrica para el control de los equipos de producción eléctrica como palas y perforadoras que tengan un consumo eléctrico elevado en un rango de 100 a 500 amperios. Para un movimiento largo se realiza un planeamiento de las casetas que se utilizarán, si es necesario se tienen que instalar casetas eléctricas en los tramos críticos de acuerdo a las líneas de alta tensión que existan en el tramo del movimiento.



**Figura 14.** Casetas de energía eléctrica  
**Fuente:** Fotografía propia

### **Camión cablero**

Equipo enrollador de cable eléctrico marca FMA modelo CRH-C900. Son fabricados por FMA industrial de Chile e instalado y comercializado por Energotec Perú, está instalado sobre el chasis de un camión Volvo FMX 6X4, y consiste de una plataforma con dos carretes de acero accionados por motores hidráulicos que permiten enrollar y/o tender cable eléctrico en la mina; Cada carrete está montado sobre un tornamesa giratorio que permite tender/recibir cable en ambos lados y a varios ángulos. La capacidad máxima de cada carrete es de 450 m de cable de hasta 2 ½" de diámetro. Adicionalmente la plataforma contiene una grúa articulada que sirve para cargar y descargar los carretes del

camión. Posee mando inalámbrico, mando alámbrico y mando mecánico de ambos tambores enrolladores.



**Figura 15.** Camión cableero  
**Fuente:** Fotografía propia.

### **3.2 Carguío de material con palas eléctricas**

Nuestra base teórica radica en las buenas prácticas operativas trabajando con seguridad cuidando el equipo y personal, para obtener los resultados esperados nos basamos en (P&H MineProServices, 2001) donde se muestran temas importantes que conducen al trabajo basado en resultados.

#### **3.2.1 Consideraciones de excavación**

##### **Preparación para minado productivo de pala**

Los operadores a veces colocan las palas y los camiones en maneras que no logran los tiempos óptimos del ciclo de trabajo. Además de aumentar el ciclo de trabajo, el ubicar la pala en un lugar no apropiado en relación con el frente de trabajo y los camiones, desperdicia la fuerza de excavación disponible; Un buen entendimiento de la geometría de excavación y de las fuerzas de excavación



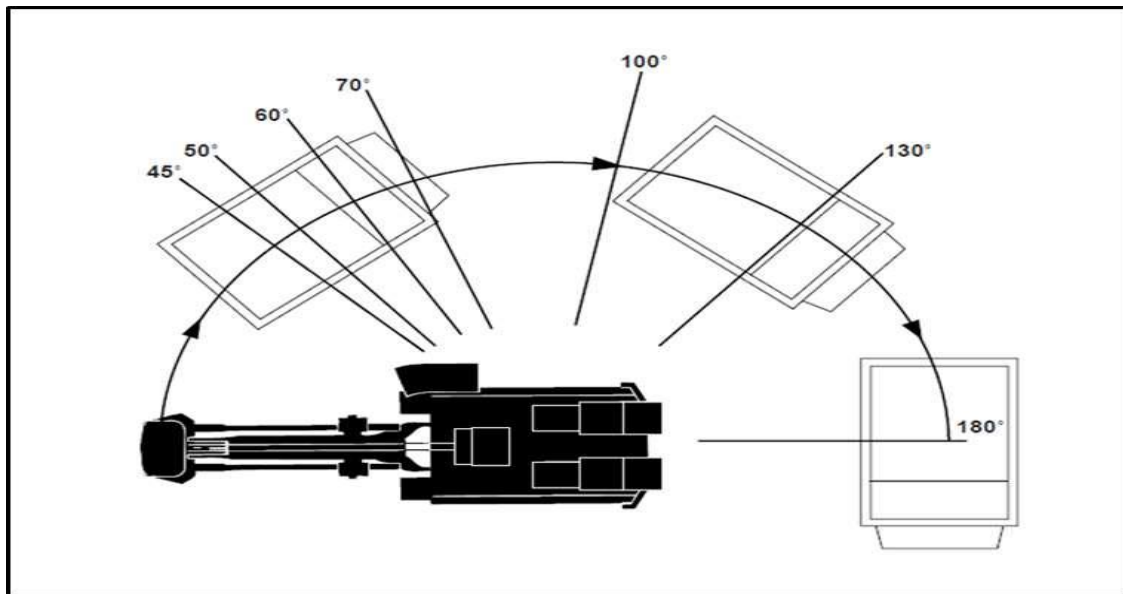
puede hacer que se aprecie la importancia de la preparación correcta de la pala y del camión para un minado productivo.

### **Geometría de excavación**

La relación del ángulo de la pluma, la longitud de la pluma, el punto de pivote del mango del balde (shippershaft) y la longitud del mango son fundamentales para la entrega de las fuerzas máximas de excavación en el borde o labio del balde. El rendimiento del operador y la ubicación de la pala en relación con el banco y el camión son muy importantes para la aplicación eficaz de la geometría de trabajo de la pala y el balde.

### **Arco de giro**

El tiempo que se necesita en la fase de giro del ciclo de excavación representa la mayor parte del tiempo completo del ciclo; mantener el arco de giro lo más cerrado posible ayuda a mejorar la eficiencia de operación



**Figura 16.** Arco de giro de la pala  
**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

Un arco de giro de 70° se considera estándar, es decir, 100%. Como se muestra a continuación, al aumentar el tamaño del arco se disminuye la extracción; mientras que al disminuir el arco se aumenta la extracción; existe una relación inversa entre el tamaño del arco de giro y la productividad de la pala; entre más pequeño es el arco de giro, mayor es la productividad.

**Tabla 3.**  
*Rendimientos de la pala de acuerdo al arco de giro*

<b>Arco de giro</b>	<b>Porcentaje aproximado de productividad óptima</b>
45°	126%
50°	116%
60°	107%
70°	100%
100°	88%
130°	77%
180°	70%

**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

### **Posición de la pala**

Generalmente es común que los operadores coloquen la pala demasiado lejos del banco en vez de demasiado cerca; Sin embargo, el trabajar demasiado lejos del banco, hace que el operador tenga que alcanzar el material y puede reducir la eficacia de la potencia de excavación disponible del balde; cuando un operador se queja de que los tirantes cortos están incorrectos, el problema puede ser que la pala no está en una posición lo suficientemente cerca del banco.

La longitud del mango del balde que sobresale del shippershaft al comienzo del ciclo de minado es una indicación para el supervisor de dónde debe colocarse la pala. Puesto que el shippershaft actúa como punto de pivote para el mango del balde, la fuerza de palanca que proporciona se reduce al extenderse el mango, o al reducirse la longitud del mango que sobresale más allá del shippershaft. Mantener aproximadamente dos a cuatro pies de mango sobre el shippershaft proporcionará la mejor fuerza de excavación.

Para mayor eficiencia, la pala debe colocarse con el frente de la oruga cerca al pie del banco, el operador puede entonces avanzar hasta que las orugas lleguen al pie del material; de manera alternativa, el operador puede colocar el mango 20° debajo de la horizontal, con el mango sobresaliendo 2 a 4 pies (610 - 1219 mm) más allá del shippershaft, y avanzar hasta que los dientes del balde casi toquen el banco.

Un balde que sube en el banco con los cables de levante casi verticales, es una señal de una pala bien colocada. La fuerza de levante más grande de la pala se aplicará a los dientes del balde, aumentando la eficiencia de excavación.



**Figura 17.** Geometría de componentes de carguío  
**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

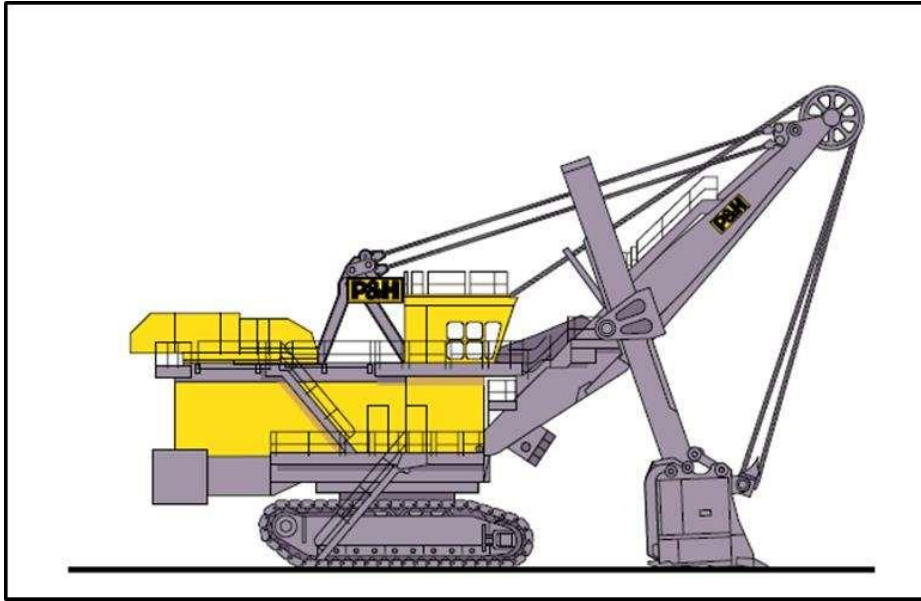
### **Pasos secuenciales para ubicación de pala**

El método siguiente puede ayudar a colocar la pala correctamente para el mejor rendimiento durante el proceso de minado, también se adjunta figura para mejo apreciación.

- 1) Retraiga el mango del balde hasta que el extremo superior se proyecte aproximadamente tres pies (un metro) más allá del shippershaft.
- 2) Suba el balde hasta aproximadamente 20° y avance hasta que los dientes hagan contacto con el banco.
- 3) Deje suficiente espacio para bajar el balde frente a las orugas para comenzar cada ciclo de excavación.

Siempre que sea posible, evite excavar en una pendiente, si tiene que excavar en pendientes de más de 5 %.

Para medir el ángulo de inclinación, la pala y el balde deben estar en terreno nivelado; para asegurar que el balde esté a nivel, tanto el retén de cierre como los adaptadores de dientes tienen que estar descansando en el terreno.



**Figura 18.** Posición adecuada de pala  
**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

### **Posición del camión de carga**

Se tiene métodos de carguío ya sea con un camión o con dos, para cargar el camión se debe colocar el balde sobre la posición de carga deseada. La línea central del camión debe estar aproximadamente debajo de la trayectoria de giro de la punta de la pluma de la pala; el camión debe estar lo suficientemente cerca para que el operador no tenga que alcanzar con el balde para cargar el camión. En la primera pasada, el operador debe colocar el balde en la tolva del camión cerca del lado lejano, de manera que cuando se abra la tapa del balde, esta no pegue con la pared lateral cercana de la tolva del camión; esto es aún más importante con los camiones más grandes de hoy en día.

Algunas minas tienen diseñados métodos especiales para ayudar a los conductores a colocar correctamente los camiones; por ejemplo, una mina utiliza banderillas en postes largos montados en la parte posterior de la pala, a medida en que la pala gira hacia un lado para cargar un camión, la banderilla del otro lado proporciona un punto de referencia para que el conductor que va entrando, retroceda el camión. Los métodos más tradicionales incluyen colocar conos fluorescentes u otros marcadores altamente visibles.

La ruta de viaje de los camiones debe tener un área de espera o área para dar vuelta, donde los camiones que entran puedan maniobrar para retroceder a su posición. Siempre que sea posible, la ruta de viaje también debe tener

suficiente lugar para que los camiones puedan evitar vueltas cerradas, especialmente cuando están cargados.

También se deben reducir las distancias que los camiones tienen viajar en reversa. Al colocar el puente de cable a buena distancia detrás de la pala, tal como se muestra en la siguiente figura, ayudará a dar más espacio para maniobrar eficazmente los camiones.

### **Carguío por ambos lados**

El tiempo de carga y descarga de los camiones, se puede reducir al mínimo si se usa el método de carguío con dos camiones para la configuración de la ubicación de la pala y los camiones, en este método, se asignan dos camiones a la pala, uno a cada lado; mientras el camión que va de salida se está cargando, el camión que va entrando utiliza ese tiempo para virar y retroceder a su posición. Cuando el camión cargado sale, el operador comienza a cargar el camión que está esperando en el otro lado de la pala.



**Figura 19.** Cuadrado de volquetes en pala  
**Fuente:** Fotografía propia

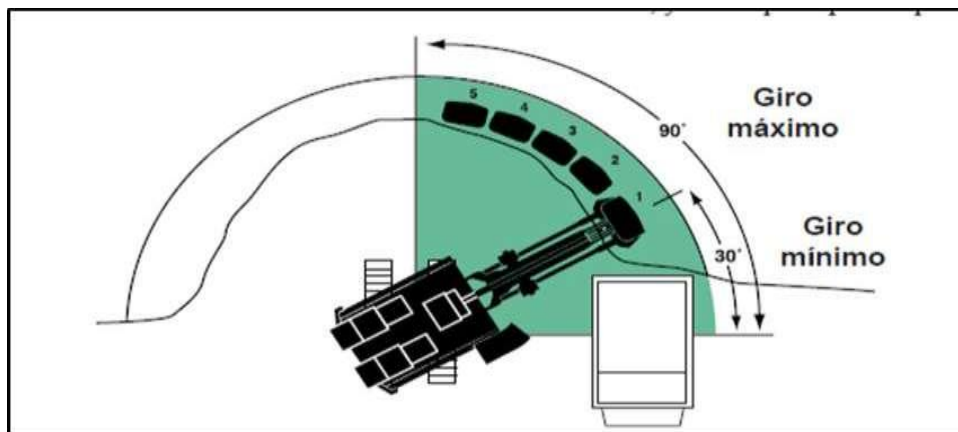
### **Carguío por un solo lado**

A medida en que el área de la mina se vuelve más restringida, probablemente sea necesario cambiar al método de carguío con un camión, debido a las limitaciones de espacio para que los camiones maniobren. El método de carguío con un camión también puede preferirse cuando el piso del tajo (rajo) limita la movilidad, o cuando la pala tiene que excavar en pie duro.

## Secuencia de excavación

La planeación de una secuencia eficaz de excavación depende en gran escala del método de carguío que se use, sin embargo, ya sea que use el método de carguío con dos camiones o con un solo camión, se aplican ciertos principios generales.

Siempre debemos minar el material en el mismo lado que el camión que se está cargando, manteniendo el ángulo de giro lo más angosto posible. Una secuencia típica de excavación para el método de carguío con dos camiones, se muestra en la siguiente figura, pero también pueden ser adecuadas otras secuencias. Por ejemplo, puede ser mejor invertir la secuencia, comenzando el primer corte directamente en el frente de la pala y avanzando hacia el camión de carga en vez de alejándose de este.



**Figura 20.** Giros de la pala  
**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

## Factor de llenado del balde

La facilidad de excavación se refiere a la cantidad de resistencia que presenta un material en particular al ser extraído del frente del banco, la cantidad de resistencia depende de la dureza del material, así como de su peso, densidad y otros factores. Por ejemplo, el peso de los materiales puede variar mucho debido al contenido de humedad y mineral, así como a la estructura y tamaño del grano del material.

La facilidad de excavación del material se determina mediante el factor de llenado del balde, es decir, qué tan fácil fluye el material hacia el balde. Entre más fácil fluya el material, más se llenará el volumen raso del balde. El factor de

llenado se define como la relación de yardas o metros cúbicos reales de material suelto en el balde, comparado con el volumen raso del balde.

Entonces, para un balde de 90 yardas cúbicas que en promedio carga 94.6 yardas cúbicas por carga, su factor de llenado es:

$$\frac{94.6 \times 100}{90} = 105.11\%$$

Es importante fijarse que mientras los factores de llenado indican qué tan fácil fluye un material dado, el diseño y la construcción del balde puede mejorar o limitar sus características de llenado; por lo tanto, el factor de llenado para el mismo material en dos baldes de la misma capacidad puede ser diferente. Los baldes diseñados a especificaciones especiales que operan con materiales bien fragmentados pueden lograr factores de llenado del 100 al 120% y más.

**Tabla 4.**  
*Rangos de excavación de la pala*

<b>Rangos de excavación o minado</b>	<b>Factor aproximado de llenado de balde</b>
Excavación fácil	1.05 – 1.20
Excavación media	1.00 – 1.15
Excavación difícil	0.90 – 1.00
Excavación muy difícil	0.80 – 0.90

**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

### **3.2.2 Ciclo de carguío de una pala**

El ciclo de excavación consta de cuatro fases distintas: excavar o minado, girar, descargar y retornar.

#### **Fase de minado**

Incluye empujar el balde en el banco, levantar el balde para llenarlo, y retraer el balde del banco. Un balance adecuado de las fuerzas de empuje y levante es esencial para una excavación eficaz y productiva.

#### **Fase de giro**

Comienza cuando el balde libra el banco vertical y horizontalmente, durante esta fase, el operador controla la posición del balde

mediante una trayectoria de giro y altura de descarga planeadas, hasta que el balde esté en posición sobre el camión de carga.

### **Fase de descarga**

Empieza antes de que el balde cargado pase sobre el lado del camión de carga y termina cuando el movimiento de giro para y retrocede en dirección para regresar el balde al banco; durante la fase de descarga, el operador abre la tapa del balde para descargar la carga mientras controla la altura de descarga para evitar lesiones al personal de la mina y evitar dañar la tolva del camión, especialmente durante la primera carga.

### **Fase de retorno**

Incluye el giro del bastidor superior de regreso al banco y bajar el balde en la posición retraída para cerrar la tapa del balde, activando el seguro de cierre de la tapa del balde.



**Figura 21.** Carguío de pala en volquete

**Fuente:** Fotografía propia

## **3.2.3 Condiciones de trabajo**

### **Condiciones de área de carguío**

Las condiciones de área para el carguío de volquetes con pala, deben guardar ciertas características peculiares para que el desarrollo de la operación se ejecute con los estándares de seguridad y productividad, de esta forma generamos las condiciones adecuadas para que los equipos de carguío tengan los rendimientos planificados, condiciones adversas a la operación, derivan en

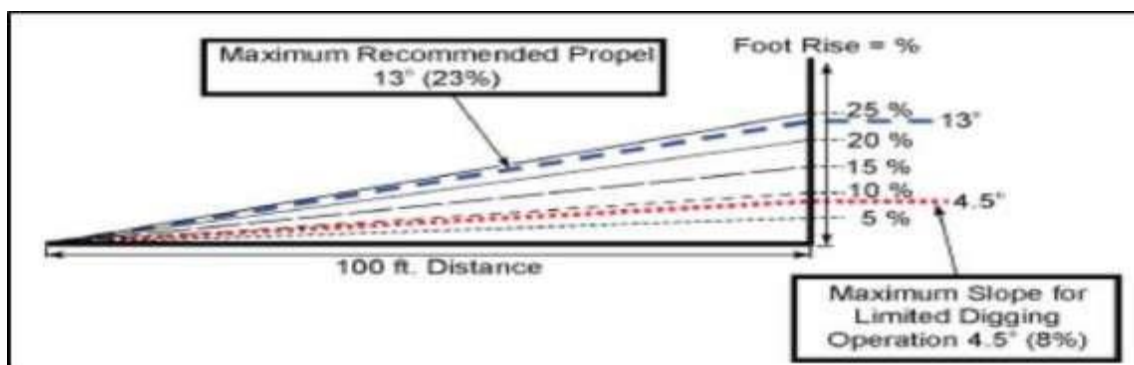


rendimientos y productividades bajas incrementando los costos de operación bajando la rentabilidad de la operación.

### Condiciones de piso

Los pisos deben ser horizontales y nivelados de forma constante por el tractor sobre ruedas, a fin de que el balde trabaje en un espacio adecuado; así también cuidamos el sistema de suspensión y las diferentes posiciones de las llantas de los volquetes, a las finales toda área de carguío que se ha finalizada más adelante constituirá labores de acarreo y posteriormente áreas de perforación por lo que la afirmación de las superficies debe ejecutarse de forma constante y estándar; cuando trabajamos en rampa, debemos respetar la gradiente de diseño de 8%.

Por lo general en la mina donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, se observan que los pisos y frentes de las palas se encuentran aceptables para el desarrollo productivo de la operación respetando los límites máximos de pendiente para la operación, es decir, 4,5° (8%).



**Figura 22.** Nivel de piso de pala  
**Fuente:** P&H MineProServices (2001)

### Altura de banco

Según diseño, se cuenta con altura de bancos de 15 metros y cuyo ángulo de cara de banco es de 65°, después de ejecutar las voladuras, los materiales tienden a la deformación a causa de las fuerzas inducidas durante la etapa de detonación, con lo cual estas alturas diseñadas son incrementadas a consecuencia del esponjamiento del material.

En las operaciones, se aprecia que las alturas de banco fluctúan entre los 12 a 20 metros. Alturas que permitirían cumplir con los factores de llenado del balde. El balde debiera estar lleno antes de que el mango alcance la posición

horizontal, es decir, que la parte superior del balde alcance la altura del eje shippershaft (9 m app).



**Figura 23.** Altura y distancia de balde  
**Fuente:** Fotografía propia.

### **Esponjamiento del material volado**

El proceso de voladura y fragmentación del material, genera deformaciones elásticas en el macizo rocoso según la secuencia que se imprime en el diseño de voladura, esta acción conlleva a un cambio de volumen en el material; generalmente se aprecia un incremento del 30% a consecuencia de las fuerzas inducidas en la detonación, el cual se distribuye básicamente en la parte superior, lo que aumenta la altura de banco, es decir, de una altura de 15 metros posiblemente pase a 18 o 20 metros según la calidad del material y la cantidad de explosivo que hayamos utilizado.

Cuando los esponjamientos son pronunciados, normalmente, generan una condición de riesgo para la operación, a mayor altura, existe mayor probabilidad de accidentar un equipo de limpieza, personal o daños a los componentes de la pala por efecto de caída de material; para contrarrestar esa

condición subestándar, se nivela el material esponjado con ayuda de un tractor sobre orugas.



**Figura 24.** Nivel de la plataforma de minado  
**Fuente:** Fotografía propia.

### **Anchos de minado**

En los frentes de minas de cobre a gran escala donde se requiere equipos de dimensiones mayores con capacidad de balde superior a las 50 yardas cúbicas, y considerando que el carguío debe ejecutarse por ambos lados, debemos contar con frentes de 120 metros de ancho para que la operación se encuentre dentro de los parámetros de seguridad y productividad, frentes angostos con menor dimensión encajonan la pala y limitan su productividad, asimismo existe probabilidad de generar eventos de seguridad de impactos en los equipos y con los frentes adyacentes.



**Figura 25.** Ancho cómodo de minado

**Fuente:** Fotografía propia.

### **Condiciones de fragmentación de frente**

Condición importante para garantizar el llenado correcto del balde en función a su capacidad nominal, cuando los frentes de carguío tienen rangos de fragmentación con un P80 de 10 pulgadas, las velocidades de minado decrecen, es decir, somos más productivos y se incrementan los rendimientos horarios y por ende la producción, lo que se traduce en un menor costo por tonelada, en ese entender, los ingenieros de voladura desempeñan un papel importante para que los equipos de carguío y acarreo logren la mayor performance.

## CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

### 4.1 Descripción de actividades profesionales

#### 4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales

El trabajo que se realiza en la empresa Southern Perú, tienen un enfoque cuantitativo en la Gerencia Mina, específicamente en el área de Operaciones Mina, donde se ponen en práctica el conocimiento netamente operativo abordando todo el proceso de carguío y acarreo utilizando conceptos en operaciones mina, seguridad minera, planeamiento mina.

#### 4.1.2 Alcance de las actividades profesionales

El trabajo de investigación tiene un alcance descriptivo y explicativo de los adecuados procedimientos que están direccionados a cubrir las expectativas de optimizar la operación de carguío empleando mejores prácticas y técnicas operativas, por lo tanto, el alcance general tiene la cobertura total en la aplicación de analizar la operación en el tajo Toquepala.

#### 4.1.3 Entregables de las actividades profesionales

Producto de los estudios realizados se entregaron 02 procedimientos para su revisión y aprobación en la Gerencia Mina:

Movimiento largo de palas eléctricas

- 1) Personal - Jefe de Guardia.
  - Supervisores de Mina.
  - Operador de Pala.
  - Operador de equipo auxiliar.
  - Personal contratista
- 2) Equipos de protección personal
  - Casco.
  - Guantes de trabajo
  - Lentes de seguridad.
  - Protector de Oídos
  - Zapatos de Seguridad



- Respirador de polvo.
- Chaleco de seguridad.

### 3) EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

- Pala.
- Equipo auxiliar.
- Camión de cable.
- Guantes dieléctricos.
- Formatos de pre-uso e IPERC.

### 4) Procedimiento

- Para el jefe de guardia.

Recibe de Ingeniería Mina el plano del movimiento de pala, en donde coordina con el supervisor de zona y todos los involucrados los requerimientos para dicho movimiento.

- Para el supervisor.

a) Informar a Control Dispatch para que pueda comunicar a toda la operación el traslado de pala.

b) Previo al traslado, haga retirar el cable de fuerza del talud o la cresta para que esté cerca al trayecto de la cuna durante el traslado. Advierta al personal que realizará esta labor ante posibles caídas de rocas de talud y cable dañado.

c) Es recomendable dar instrucciones al palero personalmente y realizar el IPERC con todo el personal(Selin) y operador de equipo auxiliar que realizarán el movimiento de pala;en lo posible tener los postes listos para puente aéreo en el nuevo corte donde trabajará la pala.

d) Comunique del traslado de pala al personal de mantenimiento mecánico y eléctrico para que estén prevenidos de cualquier requerimiento; si se va a requerir de corte / reposición de corriente durante el traslado, personal eléctrico debe realizar esta tarea.

e) Previo a la finalización del carguío de la pala, bajar el cable de fuerza de los puentes aéreos y retirar los postes de tal manera que no dificulten el traslado de la pala;baje la polea que fija el cable de fuerza en la parte superior del poste con cuidado, una

caída imprevista del cable de fuerza puede causar daños al personal y equipos. Postes en mal estado deben ser retirados y reemplazados por postes en buen estado.

- f) Guiar al palero para ubicar la pala en "posición normal" en la dirección del traslado (la conexión del cable de fuerza a la pala, es la parte trasera de la pala). Estar atento a la posición del cable de fuerza con respecto a las orugas. Además, seguir las siguientes recomendaciones:
  - Evitar movimientos en "retroceso" salvo casos estrictamente necesarios; en pendientes no trasladar la pala en "retroceso". Las tensiones en el mecanismo de propulsión se incrementan cuando se traslada la pala en "retroceso". Pines, orugas, zapatas, además los controles de propulsión del operador se invierten, lo que podría originar confusiones al palero al virar.
  - No subir ni bajar la pala en pendientes mayores a 8% de gradiente.
- g) El Supervisor responsable del traslado dispondrá las funciones del personal que colaborará en el traslado. Ser claro y puntual al explicar las funciones que desempeñarán. Hacer cumplir el uso del equipo de protección personal al personal que apoyará en el traslado de la pala.
- h) Conectar la cuna al remolque del tractor de ruedas. Revisar y arreglar el cable de fuerza entre la cuna y la pala. Deberá evitarse longitudes extensas de cable suelto, esto originará tensión excesiva lo cual dañará el cable.
- i) El movimiento de la cuna puede ser en avanzada o en retirada.
- j) Tener especial cuidado con el cable de fuerza, para evitar que sea dañado con la cuna o pisada del equipo. Personal contratista (3) apoya en el recojo del cable (boleo) a la cuna en forma de ochos.
- k) Enganchando la cuna al tractor de ruedas, con el personal de apoyo en su posición, el cucharón de la pala en posición de "acarreo" (lápiz en posición horizontal); iniciar el movimiento. El supervisor mediante señales guiará al palero y al tractor de ruedas, el supervisor estará atento al desempeño del personal

Selin que recogerá / soltará el cable de la cuna y los que revisen el cable de fuerza; esto marcará la velocidad de movimiento de la pala y del tractor de ruedas. El supervisor durante el traslado, cuando la carretera sea relleno, guiará al palero de tal manera que en cada vire de las orugas no exista más de 15° con respecto a la recta en que se encuentra la pala. Siempre en cada viraje deben existir movimientos de las dos orugas.

- l) Si durante el traslado se requiere corte / reposición de corriente para aumento / retiro de cable de fuerza, el Supervisor es el responsable de realizar esta tarea en el SwitchHouse, para esta tarea debe haber una coordinación clara con personal que manipula los cables de fuerza. Abrir un mufle con tensión originará la muerte de personas.
  - m) Use sus tarjetas y candados de bloqueo para evitar que personas extrañas energicen la caseta por error.
  - n) Una vez que llegue la pala al nuevo corte, instale los puentes aéreos, siempre que el ancho del corte permita el carguío de la pala por ambos lados; realizar la labor con mucho cuidado.
  - o) Hacer los arreglos del cable. Dejar cables enredados y desordenados en las inmediaciones de la pala, puede conducir a daños por avance de la pala o ser pisado por volquetes.
- Para el palero.
    - a) El palero será avisado por el supervisor para detener el carguío de la pala a los volquetes y también pondrá la demora correspondiente en el Sistema Leica. Girar la pala hacia la derecha con cuidado. El chasis superior giratorio con la pluma alineada sobre la base inferior trasera "posición de retroceso". El cable de fuerza de alimentación a la pala es la parte trasera de la base inferior.
    - b) Iniciar el retroceso y movimientos siguientes de acuerdo con las indicaciones que dará el supervisor desde el piso; finalmente, la pala siempre quedará en "posición normal" lista para el traslado, con el chasis superior giratorio con la pluma alineada en la base



inferior delantera y el cucharón en posición de "acarreo" (lápiz en posición horizontal).

- c) movimientos del equipo auxiliar y personal de piso que apoya en el recojo o tendido de los cables de fuerza y siempre bajo las órdenes del Supervisor.
- d) Aplicar el freno de izaje y empuje. Estar atento a las señales del supervisor responsable del traslado quien indicará el inicio del movimiento de la pala. Presionar el botón PROPULSIÓN, esto soltará los frenos de propulsión y preparará los circuitos para recibir órdenes del control de propulsión. Iniciado el movimiento de la pala, estar atento a las indicaciones que hará el supervisor desde el piso. Observar la condición de carretera, personal, edificaciones o estructuras, equipos, líneas de alta tensión. Estar atento a los mensajes que se transmite por radio. Además, seguir las siguientes recomendaciones:

- Varilla de medición de aceite de transmisiones de giro: derecho e izquierdo.
- Varilla de aceite de transmisión de propulsión.
- Si es necesario detener la pala, presionar el botón de IZAJE / EMPUJE para aplicar los frenos de propulsión, los frenos de propulsión son frenos de retención únicamente (estacionamiento), no deben utilizarse durante el traslado. Usar los frenos de propulsión si se requiere hacer una parada de emergencia para evitar daños graves al personal y equipos: presionando el botón PARADA.
- Evitar movimientos en "retroceso", salvo casos estrictamente necesarios. En pendientes, no trasladar la pala en retroceso. Las tensiones en el mecanismo de propulsión se incrementarán cuando se traslada la pala en retroceso: pines, orugas, zapatas.
- La pendiente máxima permitida para subir o bajar es 8 %.
- Una vez la pala en el corte, el palero esperará la indicación del supervisor para que inicie el giro o la excavación. Si la pala no va a trabajar seguir el procedimiento de "Parada de la pala".

##### 5) Restricciones.

No operar la pala en malas condiciones.

- No iniciar el movimiento de la Pala sin la confirmación del supervisor.
- No manipular cables en malas condiciones. Reportar para su cambio.
- No manipular los cables de fuerza energizados sin los EPP adecuados (guantes de cuero y guantes dieléctricos).
- No ejecutar ninguna acción si no se escuchó bien el mensaje.
- No realizar el vire de las orugas de la Pala a más de 15°.
- No mover la Pala si no están seguros los cables de fuerza.
- No trasladarse sin antes verificar las líneas de alta tensión que se va a cruzar.

6) Peligros, riesgos y controles:

**Tabla 5.**

*Peligros en el procedimiento de movimiento largo de pala.*

PELIGRO	RIESGO	NIVEL DE RIESGO			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
Cable eléctrico en piso	Daño al cable y electrocución	5			1. Uso de guantes dieléctrico, verificación del buen estado de cables. 2. Evitar dañar los cables por pisadas, tensión y/o cortes.			16
Línea de alta tensión	Choques con la línea y electrocución.	8			1. Inspección y retiro de la línea alta tensión			16
Postes y personal en movimiento	Golpes o aplastamientos de manos o pies	8			1. Comunicación, coordinación y concentración para evitar dañar cables o personal			16
Tránsito de equipos	Choque con otros equipos		13		1. Buena comunicación radial (ida y vuelta)			16
Exposición al ruido	Lesión auditiva, enfermedad ocupacional		13		1. Uso de tapones y cabinas hermetizadas.			21
Exposición a material particulado	Afecciones al Sistema Respiratorio, enfermedad ocupacional(neumoconiosis)		13		1. Usar respirador y las cabinas deben estar hermetizadas.			21

**Fuente:** Elaboración propia.

Carguío de material con palas eléctricas

1) Personal

- Jefe de Guardia.

- Supervisores de Mina.
- Operador de Pala.

## 2) Equipos de protección personal

- Casco.
- Guantes de trabajo.
- Lentes de seguridad.
- Protector de Oídos.
- Zapatos de Seguridad.
- Respirador de polvo.
- Chaleco de seguridad



## 3) Equipo / Herramientas / Materiales.

- Pala.
- Volquete.
- Equipo Auxiliar.
- Formatos de pre-uso e IPERC.

## 4) Procedimiento.

- Al arrancar la pala, el palero deberá estar seguro de que la pala está en buen estado de funcionamiento al haber realizado la inspección preuso de la pala.
- Antes de iniciar las Operaciones, el operador de la Pala debe realizar el IPERC de su área de trabajo, si las condiciones de seguridad no son las apropiadas, No debe iniciar las Operaciones y comunicar al Supervisor para la evaluación.
- Conducir la pala hacia el frente de trabajo. El cable de fuerza debe estar libre de la posibilidad de ser pisado, si es necesario comunicar al equipo de limpieza para que revise la posición del cable durante el movimiento. Pisar el cable de fuerza puede ocasionar lesiones graves por electrocución o daños al equipo.
- Antes y durante la operación observar el área de carguío, podrían existir condiciones peligrosas en cual se tendría que parar el carguío para tomar las acciones correctivas, entre las principales: rocas colgadas en el talud, rocas en el piso del carguío, piso en mal estado, personal y equipo trabajando en niveles inferiores para no acercarse a la cresta.

- Al mover la pala asegurarse que ambas orugas se muevan, virar solamente girando una oruga acelerará el desgaste de los componentes de propulsión.
- No operar la pala si al cucharón le falta dientes, separadores o base. Mantener siempre el piso de la pala limpio de piedras y nivelado, para lo cual el palero debe solicitar el apoyo del equipo de limpieza más cercano.
- Realizar siempre el carguío en forma perpendicular al frente de minado para tener una mejor productividad y trabajar en condiciones seguras.
- El operador de pala debe de recordar centrar bien la carga y entregar el volumen adecuado.
- Escoger para la primera pasada el material más fino posible, pues es el primero que cae a la tolva vacía del volquete; de no ser posible tratar de bajar la cuchara lo más cerca a la parte inferior de tolva.
- Los cucharones cargados o vacíos nunca deben girarse sobre el personal, cables de cola y equipos de limpieza, si la compuerta de un cucharón se abre descargando el contenido provocara la muerte al personal de tierra o daños serios en los equipos.
- Durante el carguío el operador de volquete deberá mantener una postura adecuada y con el cinturón de seguridad abrochado.
- Se debe evitar las malas operaciones como:
  - Boom Jacking, resulta normalmente cuando el operador sobre empuja durante el ciclo de llenado del balde y hace tensiones en el cable de izar.
  - Swing Impact, son impactos o colisiones con el banco u objetos de gran tamaño, cuando el giro de la pala no se ha completado.
  - Impactos de las orugas o límites, no se debe impactar las orugas con el balde y golpear los límites.
- Para cargar a un volquete que se encuentra al lado derecho, primero hay que presentar el cucharón para que el volquete pueda entrar a cuadrarse, la presentación del cucharón debe ser lo suficientemente alta para evitar que impacte contra la cola de la tolva del volquete.

- Cuando el volquete que llegara a cuadrarse por el lado izquierdo de la pala, este se guiará por el rombo o diamante que se encuentra en la parte posterior de la pala.
- Para iniciar el carguío del volquete el operador de la pala deberá esperar que el volquete este detenido.
- Estar atento en todo momento a la radio para coordinar con los equipos auxiliares y volquetes.
- Si la pala estuviera trabajando en rampa, el operador de la pala no debe cargar ningún volquete que se cuadre en forma transversal al sentido de la pendiente de la rampa. El operador del volquete debe cuadrar el volquete de tal manera que ambas llantas delanteras, estén direccionadas hacia la cabeza de rampa.
- Por ningún motivo el cucharón de la pala pasará delante de la cabina del volquete.
- Cuando el palero cargue piedras grandes en la tolva de un volquete, primero debe comunicarle al operador del volquete y esperar su respuesta, luego disponerlas tal manera que no se caiga durante el tránsito, y considerar también que por su forma y dimensión no vaya a enganchar cables de los puentes aéreos ubicados en la ruta, de esto último comunicarle además al supervisor de zona.
- Nunca la pala debe cuadrarse de forma paralela a un talud que se está finalizando.
- El perfilado del talud final se debe hacer con mucha precaución y cuidado para no dañar la estructura y/o romper los dientes del cucharón.
- Reportar después de cargar cada volquete, los componentes del cucharón para evitar enviar inchancables a las chancadoras, esto se hará haciéndose chequear con el próximo volquete a cargar, el operador del equipo de limpieza o supervisor más próximo.
- Cuando producto del carguío caen rocas debajo de las llantas del volquete, el operador del volquete solicitará permiso vía radial, para bajar de su cabina y retirar dichas rocas.
- El operador de la Pala detendrá la operación de carguío durante el tiempo que dure retirar las piedras de las llantas del volquete.

- Cada vez que el equipo de limpieza solicita ingresar al piso de Pala para realizar la limpieza, el operador de Pala debe parar su equipo con el cucharón al piso, hasta que el operador del equipo de limpieza le comunique que ha terminado y se encuentra fuera de la zona de carguío.

#### 5) Restricciones.

- No manipular u operar máquinas, válvulas, tuberías, conductores eléctricos, si no se encuentran capacitados y no hayan sido debidamente autorizados.
- No operar la pala en malas condiciones.
- Nunca la pala debe cuadrarse de forma paralela a un talud que se está finalizando.
- Por ningún motivo el cucharón de la pala pasara delante de la cabina del volquete o equipo auxiliar.
- No usar el cucharón de la Pala como escoba para limpiar piedras y/o material, solicitar equipo de limpieza.
- Evitar boom hacking durante el carguío.
- No golpear las tolvas del volquete, evitar cargar rocas grandes.
- No operar la pala si al cucharón le falta dientes, separadores o base.
- Cuando la pala este en rampa, no deberá cargar al volquete si se ubica en posición transversal a la pendiente.
- Nunca la pala se debe posicionar transversalmente a la rampa, la posición correcta es paralela a la dirección de la rampa y la pendiente de la rampa no debe ser mayor al 8%.
- Nunca cuadrar al volquete perpendicular a la rampa, podría voltearse. Siempre en diagonal a la rampa.
- No descargar el material cuando el volquete este aún en movimiento.
- No mover la Pala (detener el carguío) cuando hay personal en piso retirando rocas de las llantas del volquete.
- No bajarse de la cabina del volquete sin la confirmación de la autorización del operador de Pala.

#### 6) Peligros, riesgos y controles:

**Tabla 6.**  
*Peligros en el procedimiento de carguío de palas.*

PELIGRO	RIESGO	NIVEL DE RIESGO			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
Mala operación	Choques entre pala y volquete		13		1. Correcto estacionamiento de volquetes. 2. Respetar el cono de posicionamiento.			20
Pisar el cable de fuerza	Daño y posible electrocución por pisar el cable	8			Ubicar bien los cables de pala en la cuna, puentes y mantener la distancia adecuada			16
Talud inestable y/o rocas colgadas	Caída de material y/o rocas del talud	8			Perfilar bien el talud (zanja) y supervisión constante			16
Giro de la cuchara a baja altura	Golpe con la tolva del volquete		13		Mantener el cucharón a una altura apropiada			20
Rocas entre los dientes de la cuchara	Daños a la cabina del volquete		13		En conjunto con el operador de equipo auxiliar inspeccionar constantemente el cucharón.			20
Equipo auxiliar que invade radio de giro	Daños graves al equipo auxiliar y personal.		9		Solicitar permiso para ingresar a limpiar piso de Pala y solo ingresar cuando la Pala se haya detenido y autorizado el ingreso.			20
Exposición al ruido	Lesión auditiva, enfermedad ocupacional		13		Uso de tapones y cabinas hermetizadas.			21
Exposición a material particulado	Afecciones al Sistema		13		Usar respirador y las cabinas deben estar hermetizadas.			21

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.2 Aspectos técnicos de la práctica pre-profesional

### 4.2.1 Metodologías

El presente estudio se realizará desde un enfoque cuantitativo, con planteamientos acotados, utilizando la estadística, con un proceso probatorio analizando la realidad objetiva. Para observar los resultados en el carguío de palas eléctricas se aplicará la regla de 10/10/20 analizando la carga de las diferentes flotas de volquetes, realizando una comparación con el rendimiento del año 2018. Asimismo, para observar los resultados en el movimiento largo de pala se definirá de acuerdo con el tiempo y estado de llegada de la pala. En

ambos casos, se observará el tema de seguridad aplicando herramientas de gestión.

#### **4.2.2 Instrumentos y técnicas**

Los instrumentos para la recolección de datos empleado es un análisis de contenido cuantitativo, datos secundarios e indicadores.

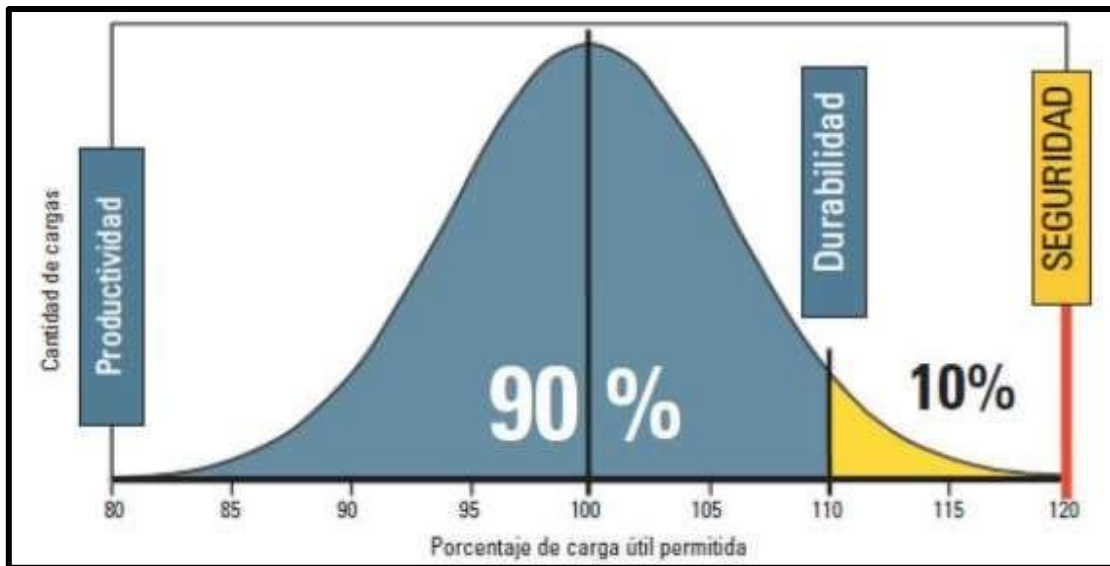
Southern Perú cuenta con el Sistema JMineOps en la que se almacena información de operaciones, ingeniería, perforación y voladura, geología, geotecnia en mina, que permite analizar la información a partir de los reportes que genera; Por ello es que se encontró como una oportunidad de mejora por la innovación y tecnología disponible, en el caso del movimiento largo para calcular las demoras operativas y por mantenimiento. Para el caso de carguío utilizando la producción diaria cotejada entre el pesómetro del volquete y el tonelaje dispatch.

##### **Aplicación de plan de acción 10/10/20**

Para la evaluación de nuestros estándares y procedimientos operativos con una correcta supervisión se realizará de acuerdo con resultados obtenidos con la regla 10/10/20 para la administración de cargas en las flotas volquetes en mina. Según (Operaciones Mina Toquepala, 2015) se evalúan de la siguiente manera:

- La mitad de la distribución de la carga útil no debe ser superior a esta.
- No más del 10% de las cargas útiles debe superar 1.1 veces la carga útil permitida.
- Ninguna carga debe superar 1.2 veces la carga útil permitida.
- Ninguna carga debe superar 1.2 veces la máxima carga útil.
- La carga útil promedio no debe superar la permitida.





**Figura 26.** Regla de factor de carga 10-10-20  
**Fuente:** Operaciones Mina Toquepala (2015).

- EL 90% de las cargas deben estar dentro de esta gama.
- No más del 10% de las cargas debe superar el 110% de la carga útil permitida.
- Ninguna carga debe superar el 120% de la carga útil permitida.

Tiempo de cambio de camiones, el tiempo transcurrido desde que el camión cargado recibe la última pasada de carga hasta que el siguiente camión reciba la primera carga.

- BUENO: 42 segundos o menos.
- ACEPTABLE: 54 segundos.
- INACEPTABLE: Más de 1 minuto.

## FLOTA CATERPILLAR 797F

**Tabla 7.**

*Factor de carga flota Caterpillar 797F-2018*

	<b>Cargas - Regla 10/10/20</b>			
	<b>&lt;363 TM</b>	<b>363-399.3TM</b>	<b>399.3-435.6TM</b>	<b>&gt;435.6 TM</b>
Nro.. de Cargas	6,902	203,365	5,829	101
% de Cargas	7%	85%	8%	0%
Ideal	0%	90%	10%	0%

**Fuente:** Operaciones Mina Toquepala

## FLOTA KOMATSU 980E-4

**Tabla 8.**

*Factor de carga flota Komatsu 980E-4-2018*

	<b>Cargas - Regla 10/10/20</b>			
	<b>&lt;363 TM</b>	<b>363-399.3TM</b>	<b>399.3-435.6TM</b>	<b>&gt;435.6 TM</b>
Nro. de Cargas	6,902	203,365	5,829	101
% de Cargas	10%	82%	8%	0%
Ideal	0%	90%	10%	0%

**Fuente:** Operaciones Mina Toquepala

Equipos y materiales utilizados

En el presente año se tuvieron 03 movimientos largos:

- Pala 05 con un recorrido de 5.72 kilómetros desde la Fase 05 a Fase 06.
- Pala 06 con un recorrido de 8.57 kilómetros desde la Fase 05 a Fase 06.
- Pala 02 con un recorrido de 4.62 kilómetros desde la Fase 04 a Fase 05.

Para la presente evaluación se trabajaron con las 09 palas eléctricas, realizando una evaluación en el tema del carguío en las flotas de los volquetes CATERPILLAR 797F y KOMATSU 980E-4. Asimismo, se utilizaron equipos auxiliares para trabajos de acondicionamiento y movimientos de componentes, descritos en los entregables del trabajo.

### 4.2.3 Cronograma de las actividades realizadas

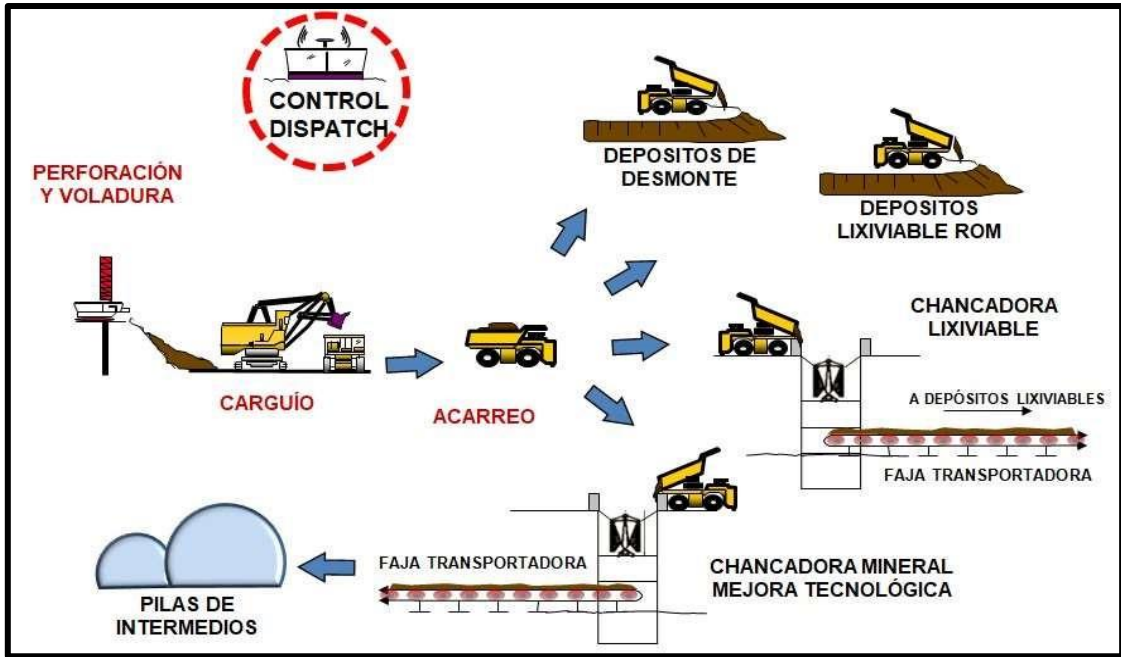
**Tabla 9.**  
*Cronograma de actividades*

<b>FECHA</b>	<b>TEMA</b>	<b>ESTADO</b>
<b>ÍTEM</b>		
2014- 2017	Se observa procedimientos operativos deficientes en el tajo en la operación unitaria de carguío. Asimismo, falta de un procedimiento adecuado para el movimiento largo de palas.	CUMPLIDO ✓
2018	A partir de la observación, se realizó un análisis en los factores a los cuales influyen estas malas prácticas operativas.	CUMPLIDO ✓
2019	Se inició una supervisión más exhaustiva que controle los procedimientos operativos en campo y brinde solución de acuerdo con trabajos auxiliares que sirvan de soporte a la operación unitaria de carguío y acarreo.	CUMPLIDO ✓
Agosto 2019	Análisis de resultados e influencia en el factor de carga de los volquetes. Asimismo, la eficiencia en el movimiento largo de pala.	CUMPLIDO ✓

*Fuente:* Elaboración propia

### 4.2.4 Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

El proceso operativo en el área donde se desarrolló el estudio se desarrolla tal como se muestra en la figura N° 27, donde se observa que se tiene diferentes zonas de descarga.



**Figura 27.** Secuencia operativa en la Unidad Minera Toquepala  
**Fuente:** Operaciones Mina Toquepala (2015)

## CAPITULO V: RESULTADOS

### 5.1 Resultados finales de las actividades realizadas

#### Movimiento largo de palas eléctricas

El 20 de agosto del presente a las 08:30 horas se inició el movimiento largo de la Pala 06 desde la Fase 05 Nivel 3100 a la Fase 06 Nivel 3475, la distancia total a recorrer fue de 8.5 km. El traslado se realizó por la rampa este, rampa Stock de Mineral, carretera Grifo 02 y carretera a Grifo 05. El movimiento se culminó el día 21 de agosto del presente a las 16:30 horas, con las siguientes demoras:

**Tabla 10.**  
*Demoras del movimiento largo de Pala 06*

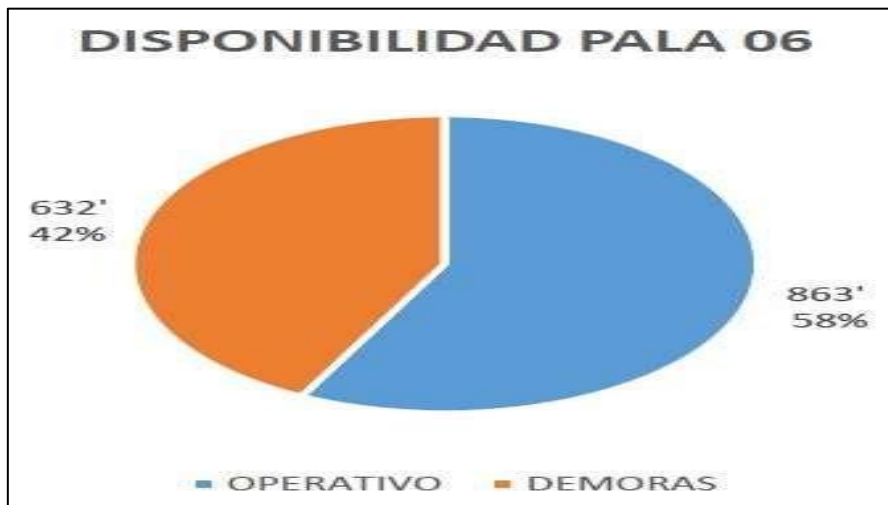
<b>TURNO A 21 DE AGOSTO 2019 (8:30 - 19:30) 11 HORAS</b>				
	INICIO	FINAL	TIEMPO	COMENTARIO
1	10:32	11:16	44	FALLA DE VENTILADOR DE PROPULSIÓN
2	11:40	11:50	10	CHEQUEO DE TEMPERATURA
3	13:00	13:55	55	CORTE DE ENERGÍA 69KV
4	14:17	14:42	25	CHEQUEO DE TEMPERATURA
5	15:10	15:37	27	CORTE DE ENERGÍA PARA CRUZAR LINEA
6	16:02	16:27	25	CORTE DE ENERGÍA PARA REPONER ENERGIA
7	16:27	17:20	53	NO ARRANCA - PROBLEMA DE MANDOS
8	18:36	19:30	54	CORTE DE ENERGÍA PARA CRUZAR LINEA
			<b>293</b>	<b>4 HORAS CON 53 MINUTOS</b>

<b>TURNO B 21 DE AGOSTO 2019 (19:30-00:30) 5 HORAS</b>				
	INICIO	FINAL	TIEMPO	COMENTARIO
1	19:30	20:20	50	CORTE DE ENERGÍA PARA REPONER ENERGIA S01
2	21:13	21:42	29	AUMENTANDO CABLE DE FUERZA
			<b>79</b>	<b>1 HORA CON 19 MINUTOS</b>

<b>TURNO A 22 DE AGOSTO 2019 (7:30 - 16:30) 9 HORAS</b>				
	INICIO	FINAL	TIEMPO	COMENTARIO
1	07:30	08:15	45	TRABAJOS DE ALTA TENSIÓN
2	08:15	08:30	15	CABLE 573 FASE A TIERRA
3	08:30	09:15	45	CASETA ELECTRICA BO
4	09:35	10:30	55	CABLE 573 FASE A TIERRA
5	11:25	11:52	27	CORTE DE ENERGÍA PARA COLOCA NUEVA CASETA
6	13:53	14:14	21	CORTE DE ENERGÍA PARA AUMENTAR CABLE
7	14:14	14:56	42	CHEQUEO DE TEMPERATURA
8	15:53	16:08	15	CHEQUEO DE TEMPERATURA
			<b>265</b>	<b>4 HORAS CON 15 MINUTOS</b>

**Fuente:** Elaboración propia

La disponibilidad de la Pala 06 durante los 3 turnos en la cual estuvo implicada la supervisión fue de 58% de 25 horas, lo cual representa 863 minutos.



**Figura 28.** Disponibilidad de pala  
**Fuente:** Elaboración propia

La distribución de las demoras fue dividida en 3 tipos:

- 1) Demoras Mantenimiento: 234 minutos.
- 2) Demoras por Alta Tensión: 283 minutos.
- 3) Demoras por Operaciones: 120 minutos.



**Figura 29.** Distribución de demoras de pala 06  
**Fuente:** Elaboración propia

Datos adicionales:

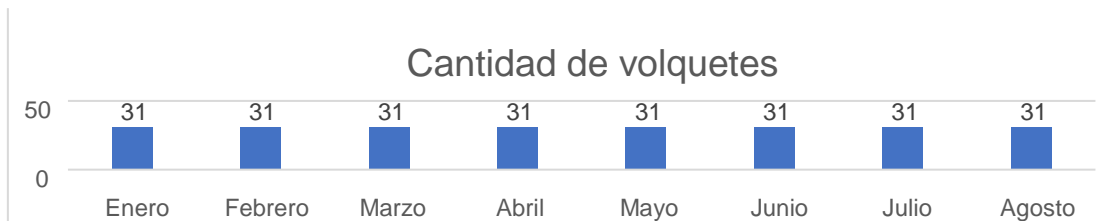
- 1) Se realizaron IPERC y ATS a cada una de las personas involucradas.
- 2) No se reportaron incidentes ni accidentes.
- 3) La velocidad promedio de la Pala 06 fue de 0.8 km/hora.
- 4) Antes de iniciar el movimiento se borraron todas las bermas centrales para evitar los vires pronunciados de la Pala.
- 5) Los vires de la Pala 06 fueron de máximo 10 grados, lo cual redujo las paradas por temperatura.
- 6) Se tuvieron dos cables fase a tierra por fogonazos por parches antiguos: Son el cable número 571 y 573.
- 7) Durante el movimiento se contó con presencia de personal eléctrico y mecánico.

Carguío de material con palas eléctricas

Se analizaron las dos flotas de mayor capacidad que se tienen en la Unidad Minera Toquepala las cuales son:

- 1) CATERPILLAR 797F

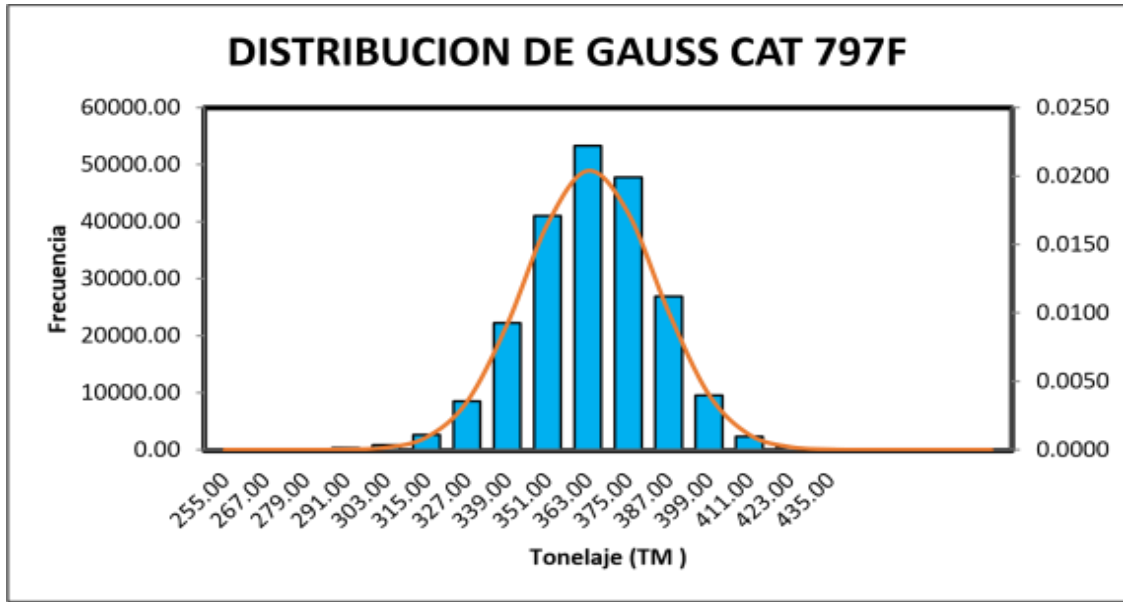
Se tiene una flota con 31 volquetes de una capacidad de 363 toneladas como carga nominal.



**Figura 30.** Cantidad de volquetes en flota Caterpillar 797F

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede observar que el 90% se encuentra dentro de la gama de alta productividad de acuerdo a la regla 10-10-20. Asimismo, se puede observar un 2% de cargas que está por debajo de 363 Toneladas y 8% que están por encima de las 393.3 Toneladas.



**Figura 31.** Distribución de Gauss Caterpillar 797F

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 11.**

*Resultados regla 10-10-20 para Caterpillar 797F:*

<b>Cargas - Regla 10/10/20</b>				
	<b>&lt;363 TM</b>	<b>363-399.3TM</b>	<b>399.3-435.6TM</b>	<b>&gt;435.6 TM</b>
Nro. de Cargas	6,902	203,365	5,829	101
% de Cargas	2%	90%	8%	0%
Ideal	0%	90%	10%	0%

**Fuente:** Elaboración propia

En el presente año hasta agosto se tienen 162,496 Toneladas por encima del tonelaje nominal planeado.

**Tabla 12.**

*Resultados acumulados flota Caterpillar 797F-2019*

Tonelaje Promedio de Enero a Agosto	363.75	100.2%
Toneladas ganadas acumuladas		(162,495.69)

**Fuente:** Elaboración propia



## 2) KOMATSU 980E-4

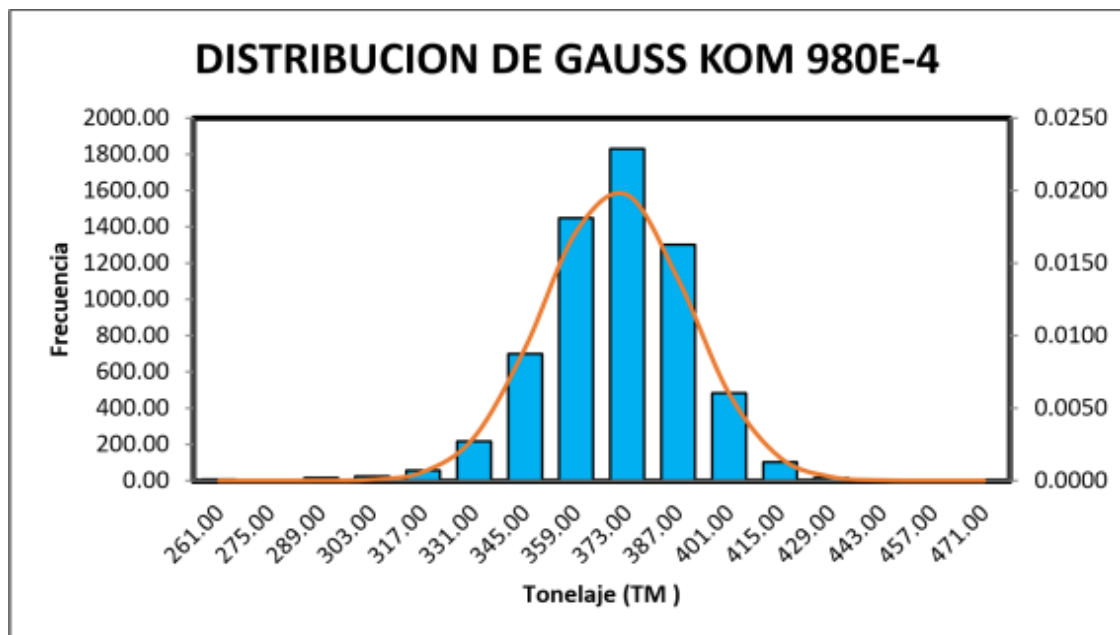
A inicios de año, se tenía una flota con 03 volquetes de una capacidad de 363 toneladas como carga nominal, ahora se tiene una flota de 07 volquetes.



**Figura 32.** Cantidad de volquetes flota Komatsu 980E-4

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede observar que el 90% se encuentra dentro de la gama de alta productividad de acuerdo con la regla 10-10-20. Asimismo, se puede observar un 1% de cargas que está por debajo de 363 Toneladas y 9% que están por encima de las 393.3 Toneladas.



**Figura 33.** Distribución de Gauss Komatsu 980E-4

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13.**  
Resultados regla 10-10-20 para Komatsu 980E-4

<b>Cargas - Regla 10/10/20</b>				
	<b>&lt;363 TM</b>	<b>363-399.3TM</b>	<b>399.3-435.6TM</b>	<b>&gt;435.6 TM</b>
Nro. de Cargas	147	5,702	355	5
% de Cargas	1%	90%	9%	0%
Ideal	0%	90%	10%	0%

**Fuente:** Elaboración propia

En el presente año hasta agosto se tienen 43,362 Toneladas por encima del tonelaje nominal planeado.

**Tabla 14.**  
Resultados acumulados Komatsu 797F-2019

Ton. Promedio de Enero a Agosto	369.98	101.9%
Ton. Pérdidas Acumuladas		(43,361.90)

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2 Logros alcanzados

- Para la flota CATERPILLAR 797F con respecto al 2018, se incrementó el porcentaje de cargas de alta productividad de 85% a 90 % dentro de la regla de 10/10/20. Asimismo, se redujo en 5% cargas deficientes con respecto al año pasado.
- Para la flota KOMATSU 980E-4 con respecto al 2018, se incrementó el porcentaje de cargas de alta productividad de 82% a 90 % dentro de la regla de 10/10/20;asimismo, se redujo en 8% cargas deficientes con respecto al año pasado.
- En el movimiento largo de la Pala 06, se finalizó en el punto de llegada con cero incidentes, cero accidentes de personal y equipos; asimismo, se llegó a las sin causar daños mayores al equipo por lo que su primera carga fue a las 7: 39 p.m. al inicio del turno noche, logrando un tiempo adecuado de movimiento para incrementar la producción del día.

### 5.3 Dificultades encontradas

#### Derrames de material al cargar

Generalmente, en los frentes de carguío a menudo se observa derrame del material por los dientes del balde, debido a que en muchos casos los volquetes se cuadran muy cerca o muy alejados de la pala.



**Figura 34:** Derrame de material en zona de carguío

**Fuente:** Elaboración propia

#### Cables parchados

Los problemas que se tuvieron en el movimiento de la Pala 06 fueron por cable de fuerza a fase tierra por lo que se tuvo una demora de 01 hora 10 minutos por los cables 571 y 573.

### 5.4 Planteamiento de mejoras

- Ingeniería mina
  - a) Realizar planes de minado con un ancho de minado de 120 metros, lo que permitirá un adecuado trabajo para carguío por ambos lados, trabajar con voladuras de anchos de minado largos incrementan la productividad de las palas eléctricas, por ende, el factor de carga de los volquetes.
  - b) Aprovechar las áreas de perforación amplias que se tienen en Fase 06 para mejorar el rendimiento productivo de las palas eléctricas.

Asimismo, se recomienda trabajar con mallas de perforación de 7x7 de 15 filas de producción y 02 de amortiguación, donde se tendría el ancho óptimo de minado.

- Operaciones mina
  - a) Se observó que se pueden realizar las mejoras en el rendimiento de neumáticos para lograr los objetivos de alcanzar 6,600 metros en la medida de 59/80R63, las cuales son llantas de los volquetes CAT797F Y KOM980E-4, por ello la importancia de mantener equipos de limpieza (tractor de llantas) en cada una de las palas. Se observó 10 cortes de llantas en las zonas de piso de pala por caída de material.
  - b) Se observó que se puede optimizar tiempos de acarreo, debido a que las caídas de material en la rampa oeste y rampa este, llegan a generar colas de hasta 15 volquetes dichos tiempos se hacen más críticos en la chancadora de mineral, por el tiempo perdido de espera para descargar, realizando un ciclo irregular de acarreo.
  - c) Realizar charlas de capacitación a los operadores de pala para evitar retirar el balde del frente de carguío a baja altura con referencia a la altura del eje de la corredera (Saddle Block), produciendo el derrame del material;asimismo, charlas para operadores de volquetes para cuadrarse de forma adecuada guiándose por el balde de la pala o diamante que se ubica en la parte posterior de la pala, estas prácticas se perdieron por exceso de confianza en el operador, generando caídas de material que provocan los problemas mencionados anteriormente en el inciso a y b.
- Electricidad mina
  - a) Revisar en el laboratorio la operatividad de todos los cables que se usaran en el proceso, para evitar demoras en los movimientos largos de pala.
  - b) Los cables no tienen que tener problemas de parches, puesto que por el movimiento paralelo del cable y la pala tienden a tener fases a tierra, en el movimiento de la Pala 06 por trabajar con cables parchados se generó una demora de 01 hora y 10 minutos.

## **5.5 Análisis**

En el estudio se observó que, poniendo énfasis en la supervisión de trabajos operativos dentro del proceso unitario de carguío, se pueden conseguir resultados óptimos en el proceso.

La supervisión adecuada para dirigir un movimiento largo de pala, consigue llegar con cero incidentes y accidentes teniendo en cuenta que es un trabajo de alto riesgo. Asimismo, reduce el tiempo de llegada de una pala cuidando el equipo y evitando daños mayores en traslados de largas distancias.

## **5.6 Aporte del bachiller en la empresa**

- Conocimientos en seguridad minera, realizando Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control (IPERC), Análisis de Trabajo Seguro (ATS), Contactos Personales, Seguridad Basada en el Comportamiento (SBC).

Se logró llegar a tener CERO incidentes, CERO accidentes durante el movimiento largo de pala, la cual estuvo designada a mi persona como supervisor del trabajo de alto riesgo.

- Conocimientos en operaciones mina, realizando un análisis de cargas con la aplicación de la regla 10-10-20 con una supervisión constante de procesos operativos y aportando procedimientos eficientes de trabajo.

Se logró incrementar a un 90% las cargas en la gama de alta productividad en las flotas de volquetes más importantes en la Unidad Minera Toquepala.

- Conocimientos en planeamiento minero, realizando un planeamiento adecuado en anchos de vía, rutas de traslado, tiempos disponibles para la utilización de la pala, líneas de alta tensión para la instalación de casetas eléctricas. Observando dichos temas como representante del área de Operaciones Mina en la reunión de Planeamiento del Movimiento de la Pala 06 organizado por Ingeniería Mina.

Se logró finalizar el movimiento de la Pala 06 en un tiempo eficiente, sin daños mayores en el equipo lo que permitió realizar la primera carga de la Pala en su nuevo corte a las 07:39 p.m., sin necesidad de realizar alguna reparación

por falla mecánica o eléctrica a su llegada después de recorrer una distancia de 8.50 Km.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se realizó el Procedimiento de Escrito de Trabajo Seguro (PETS) de Movimiento Largo de Pala Eléctricas, de acuerdo a las diferentes técnicas y procedimientos de operación para que el traslado de palas eléctricas alcance los estándares de seguridad y productividad que servirá de guía para el personal del área de Operaciones Mina.
- SEGUNDA:** Se mejoró el rendimiento productivo de palas eléctricas en términos de carguío de material mediante la aplicación de técnicas, procedimientos operativos que se pueden observar en el Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) de Carguío de Material en Palas Eléctricas.
- TERCERA:** Se cuantificó el rendimiento de las palas eléctricas en el factor de carga de las flotas Caterpillar 797F y Komatsu 980E-4 mediante la aplicación de la regla 10-10-20.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda darle mayor énfasis a la supervisión de procedimientos operativos, puesto que, al realizar adecuadamente los trabajos de acuerdo con los PETS en mina, se logran resultados óptimos en seguridad y producción.

Se recomienda utilizar equipos auxiliares como tractores de ruedas y tractores de orugas para darle condiciones óptimas de operación a las palas y volquetes en el proceso unitario de carguío y acarreo, puesto que se observó el derrame de material en zona de pala y caída de material en vías de acarreo.

Se recomienda realizar estudios en el rendimiento de los neumáticos de los volquetes de acuerdo al planeamiento de vías adecuadas y mantenimiento constante de las rutas de acarreo, puesto que se observó cortes de neumáticos en la zona de carguío de la pala.



## BIBLIOGRAFÍA

- ENERGIMINAS. La metamorfosis de Toquepala: Los detalles técnicos de la mas reciente inversión de la minera Southern en Tacna. Revista Energiminas [en línea]. Febrero, 2019, (68), 12-23 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.energiminas.com/wp-content/uploads/2019/01/EMAA01021900.pdf>
- EQUIPMENT TRAINING SOLUTIONS. (2013). Causa y efecto, previniendo daños o lesiones innecesarias (I). Estados Unidos: CATERPILLAR YELLOW.
- GRUPO MÉXICO. (2015). Reporte anual de acuerdo con lo estipulado en la sección 13 o 15 de la ley de bolsas de valores 1934. México.
- MORA-OCHOA, B., QUIROZ-TABER, E., TORRES-ARCE, E., & SAMATELO-FERNÁNDEZ, R. (2019). Planeamiento Estratégico de Southern Perú CopperCorporation. Tesis (Magister en Administración Estratégica de Empresas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú [fecha de consulta: 01 de junio de 2019]. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14156/MORA\\_QUIROZ\\_PLANEAMIENTO\\_SOUTHERN.pdf](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14156/MORA_QUIROZ_PLANEAMIENTO_SOUTHERN.pdf)
- OPERACIONES MINA TOQUEPALA. Catálogo de equipos, estrategias de administración, especificaciones técnicas. Perú. 2015
- P&H MINEPROSERVICES. peakperformance baldes. Harnischfeger Corporation. Estados Unidos: 2001
- P&H MINEPROSERVICES. Curso de formación de operadores de palas eléctrica 4100XPC AC (I). Estados Unidos. 2012
- PACIFICCREDIT RATING.. SouthernCopperCorporationHighlights. México. 2019
- SOUTHERNCOPPERCORPORATION. Informe Anual 2005, 64 pp. México.
- WALSH PERÚ S.A. Estudio de impacto ambiental “Ampliación de la concentradora Toquepala y recrecimiento del embalse de relaves de Quebrada Honda”. Perú. 2011

ANEXOS

	<b>Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y medidas de control Continuo</b> <b>IPERC CONTINUO</b>	 CERROCOCHA S.A. PERÚ - 01-01-2017
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Tercero:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Área / Sección:</b>	<b>Gerencia:</b>
<b>Lugar / Equipo:</b>	

**DATOS DE LOS TRABAJADORES:**

HORA	OCUPACION / AREA	REGISTRO	NOMBRES/APELLIDOS	FIRMA	MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS												
					Frecuencia			Exposición			Evaluación						
					Comun	No comun	Poco frecuente	Rara vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez	Una vez
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
					27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
					40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52

DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGOS	SEVERIDAD PARA LOS TRABAJADORES		MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	
		SEVERIDAD	INDICADOR	SEVERIDAD	INDICADOR


**Nota: El trabajador compromete que la identificación y medición de los peligros y riesgos Escalar de los trabajos a realizar, por lo que debe ser firmes.**

**SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO (¿cómo reducir las consecuencias del evento?)**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_

**DATOS DE LOS SUPERVISORES:**

HORA	NOMBRES/APELLIDOS	MEDIDA(S) CORRECTIVA(S) (cómo se van a controlar los riesgos?)	FIRMA

FORMATO CONTROL RLD 0: Este formato es intransferible y no se permite su nivelación ni modificación a ningún nivel de la División.





## REPORTE DE PRE-USO DE PALA

**Nº**

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

REGISTRO: \_\_\_\_\_

TURNO: \_\_\_\_\_

**INDICAR PROBLEMAS Y/O REPARACIONES DURANTE EL TURNO**
**A. CONTROLES EN CONSOLA:**

Anotar el indicador

 Reparado

 Malogrado

 INDICADOR: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**B. ESTADO DEL CUCHARON Y ACCESORIOS**

1	Base de diente	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Dientes N°	1	2	3	4	5	6	7	8

3	Espada	4	Planchas de espada	5	Barretón
6	Cadena	7	Cabezal	8	Cucharón y refuerzos
9	Compuerta	10	Pines de .....	11	Quijada

 Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**C. ESTADO DE LOS CABLES**

Marcar con una X

Reportar evidencias visibles sobre:

1	Abrasión severa	2	Chencado	3	Enredado
4	Estirado	5	Rotura de alambres ext. o picado		
6	Cable roto				

1	Cable de izar	<input type="checkbox"/>
2	Cable de compuerta	<input type="checkbox"/>
3	Cables templadores	<input type="checkbox"/>
4	Caballote y/o seguros de cables templadores	<input type="checkbox"/>

 Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**D. ESTADO DE ORUGAS**

Marcar con una X

1	Pines	Izquierda	Derecha	Roto	Saliéndose
2	Zapatas	Izquierda	Derecha	Roto	Saliéndose
3	Orugas	Izquierda	Derecha	Muy suelta / Templada / Gastada / Descarrilada	
4	Grasera y línea de lubricación			OK	Goteando

 Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**E. LAPIZ**

Marcar con una X

1	Dientes rotos: Cantidad.....	Izquierda	Derecha
2	Rajaduras	Izquierda	Derecha
3	Bocinas y topes de Limit Switch	OK	BO
4	Lubricación (Inspección Visual)	OK	BO

 Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**F. PLUMA**

Marcar con una X

1	Rajaduras en .....		SI	NO
2	Montura		OK	BO
3	Eje de montura		OK	BO
4	Polea		OK	BO
5	Resguardo del cable de izar		OK	BO
6	Lineas de lubricación (Inspección visual)		OK	BO
7	Faja de empuje		OK	BO
8	Ventilador	Izquierdo	OK	BO
		Derecho		

Comentarios:

**G. PIÑÓN DE TORNAMEZA**

Marcar con una X

1	Lubricación	OK	BO
2	Dientes	OK	Rotos

**H. CHEQUEO NIVELES DE ACEITE**

Marcar con una X

1	Compresora auxiliar (Verificar manómetro ok)	OK	BO
2	Motor de giro derecho	OK	BO
3	Motor de giro izquierdo	OK	BO

Comentarios:

**I. FRENOS DE IZAJE Y GIRO LIBRES DE ACEITE Y GRASA**

Marcar con una X

SI NO

Comentarios:

**J. ORDEN Y LIMPIEZA**

Marcar con una X

1	Cabina del operador	OK	BO
2	Extintores	OK	BO
3	Sala de máquinas	OK	BO
4	Todo los resguardos en su lugar	OK	BO
5	Gabinetes eléctricos cerrados y asegurados	OK	BO
6	Escalera automática	OK	BO
7	Parabrisa y lunas de cabina	OK	BO

Comentarios:

**K. PALA CHOCADA O ROZADA EN:**


---



---



---



---



---



---



---

Firma del operador

**PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)**
**ÁREA:** OPERACION MINA

**LUGAR:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**HORA INICIO:** \_\_\_\_\_

**HORA FINAL:** \_\_\_\_\_

**NUMERO:** \_\_\_\_\_

**1.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:**
**2.- RESPONSABLE DEL TRABAJO:**

OCUPACIÓN	NOMBRES	FIRMA INICIO	FIRMA TÉRMINO

**3.- EQUIPO DE PROTECCION REQUERIDO**
  
  


CASCO  
GUANTES DE CUERO  
ZAPATOS PUNTA DE ACERO


PROTECTOR DE OIDOS  
RESPIRADOR POLVO  
PROTECTOR VISUAL


\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**4.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL**
**5.- PROCEDIMIENTO**
**6.- ANTES DE INICIAR EL TRABAJO SE DEBE:**

	B	M
Inspeccion del lugar (Supervisor y Operador Equipo)		
Inspeccion Pre-Operativo Equipos		
Reunion grupal para realizar el IPERC		
Plan de trabajo - ATS		
Lectura del PETS		
Señalización del area		
No equipos ni personal niveles abajo de area de influencia		
Difusion de trabajos a realizar por Frecuencias 1 y 2.		
Condiciones ambientales: Viento, temperatura, lluvia, visibilidad, etc.		

**7.- AUTORIZADO Y SUPERVISIÓN**

CARGO	NOMBRES	FIRMA

**8. OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_