

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Indicadores claves de desempeño (KPI) para optimizar la explotación
del tajo norte en Sociedad Minera el Brocal S.A.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Juan Diego QUISPE CASQUERO

Asesor: Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO

Cerro de Pasco – Perú – 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Indicadores claves de desempeño (KPI) para optimizar la explotación
del tajo norte en Sociedad Minera el Brocal S.A.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCOS
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo
durante mi formación académica.

RECONOCIMIENTO

A Dios, por iluminarme y darme la fortaleza para culminar mis estudios

A mis padres y hermanos, quienes estuvieron conmigo en todo momento

A mi asesor quien me supo corregir errores para la finalizar el presente estudio

Y a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas

A todos ustedes mi mayor reconocimiento y gratitud.

RESUMEN

El Brocal es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: plata, plomo, zinc y cobre. La empresa realiza sus operaciones en las Unidades Mineras de Colquijirca. Esta investigación es definitivamente descriptiva, buscó determinar y entender a los indicadores claves de desempeño (KPIs), que permiten involucrar a todos los stakeholder de la empresa en la realización de los objetivos estratégicos de la empresa MUR –WY en la Sociedad Minera El Brocal. Con ellos se podrá medir el nivel de satisfacción del cliente, valorar el compromiso de los empleados, la calidad de la gestión de la empresa etc.

Estos indicadores nos reflejan de forma muy sencilla el comportamiento futuro sobre la evolución de la empresa MUR – WY además de ayudar a analizar cómo van a ir evolucionando nuestras ventas en el futuro y mostrarnos el camino adecuado para ir logrando nuestros objetivos.

Conociendo los KPIs fundamentales en nuestra empresa pusimos en marcha acciones de mejora que posibiliten un incremento en la producción y una mejor visión de todos los factores que están involucrados en los costos. Para ello, según la metodología de la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo en su totalidad; el diseño de la investigación fue el no – experimental. El muestreo se realizó por la técnica no probabilística, por conveniencia.

La investigación nos permitió tener una base sólida para tomar decisiones, disminuir los costos de operación e incrementar las ganancias para la empresa.

Palabras clave. KPI (indicadores claves de desempeño), explotación y costos.

ABSTRACT

On May 7, 1956, in the city of Lima, Sociedad Minera El Brocal S.A. was established for an indefinite period of time. (The Brocal).

El Brocal is a mining company dedicated to the extraction, concentration and commercialization of polymetallic minerals: silver, lead, zinc and copper. The company carries out its operations in the Colquijirca Mining. This research sought to determine and understand the KPIs, which allow to involve all the stakeholders of the company in the realization of the strategic objectives of the company MUR-WY in the Sociedad Minera El Brocal. With them you can measure the level of customer satisfaction, assess the commitment of employees, the quality of management of the company, etc.

These indicators reflect in a very simple way the future behavior on the evolution of the company MUR - WY as well as helping to analyze how our sales will evolve in the future and show us the suitable way to achieve our objectives.

Knowing the fundamental KPIs in our company, we implemented improvement actions that allow an increase in production and a better vision of all the factors that are involved in the costs. For this, according to the methodology of the research, it was of the applied type, of a descriptive level in its entirety; the design of the research was non - experimental. The sampling was carried out by the non-probabilistic technique, for convenience. The treatment proposal of the tailings deposit has two parts.

The research allowed us to have a solid base to make decisions, reduce operating costs and increase profits for the company.

Keywords. KPI (key performance indicators), exploitation and costs.

PRESENTACIÓN

El objetivo de la presente tesis es de dar a conocer la importancia de los indicadores claves de desempeño dentro de la unidad minera el Brocal.

El trabajo contiene información concisa sobre los diferentes procesos que se realizan durante la operación tales como el proceso de carguío, el proceso de perforación y el proceso de traslado de material.

La recopilación de la información se llevo a cabo dentro de la operación como la medida de los tiempos, las distancias recorridas, el número de flota por cada tipo de excavadoras y la cantidad de metros perforados.

Durante la elaboración tesis se pudo analizar cada uno de los procesos y a su vez comparar posibles escenarios si se pueden aumentar los indicadores de desempeño.

Los resultados finales muestran que, si se tiene un control correcto sobre estos indicadores, se podrá lograr una mejoría elevada durante los procesos de producción dentro de la unidad minera.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio **3**

2.2. Bases teóricas - científicas **6**

2.3. Definición de términos conceptuales. **13**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación **15**

3.2. Método de investigación **17**

3.3. Diseño de investigación **17**

3.4. Procedimiento de muestreo **17**

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos **18**

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos **18**

3.7. Orientación ética **19**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Presentación de resultados	20
4.2. Discusión de resultados	46

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 01. Operacionalización de variables.	18
Tabla 02. Criterios de Diseño General del Tajo	33
Tabla 03. Precios unitarios MUR – WY	36
Tabla 04. Perforadoras disponibles	37
Tabla 05. Rendimiento de la perforadora.	39
Tabla 06. Excavadoras disponibles.	39
Tabla 07. Rendimiento de las excavadoras.	41
Tabla 08. Rendimiento de las excavadoras - 2.6 ton/m3 densidad promedio del material volado.	42
Tabla 09. Actividades realizadas en la perforación (incluye todas).	44

Lista de figuras

	Pág.
Figura 01. Mapa de ubicación	26
Figura 02. Fotografía 01	27
Figura 03. Rasgos estructurares de mayor importancia en sociedad minera el Brocal	29
Figura 04. Geología económica de sociedad minera el Brocal	32
Figura 05. Sección típica – ancho de rampa	34
Figura 06. Ancho de minado optimo	34
Figura 07. Radio de giro de volquetes	35
Figura 08. Perforadora en operaciones	38
Figura 09. Excavadora en operaciones	40
Figura 10. Fotografía 02	42
Figura 11. Diagrama de Actividades realizadas en la perforación (incluye todas)	45
Figura 12. Diagrama de Actividades realizadas en la excavación (carguío)	47
Figura 13. Diagrama de Actividades realizadas en acarreo	49

CAPÍTULO I

Introducción

La industria minera ha evolucionado considerablemente a tal grado de ser una de las actividades potencialmente más rentables. Asimismo, constituye un factor muy importante en el desarrollo económico de Perú. En la actualidad las empresas mineras realizan sus operaciones a Tajo abierto por ser más factibles y ser comúnmente las más utilizadas, estas mismas empresas cuentan o implementan sistemas de control, para poder optimizar sus operaciones de minado y su control de costos de éste proceso, llevándolo u obteniendo como resultado un control de costo real o costo efectivo; hora a hora, guardia por guardia, día a día durante el transcurso del año.

Por lo mencionado se realizará un análisis de los indicadores claves de desempeño (KPI), que nos permitirá identificar y proponer mejoras significativas, que ayudarán a optimizar la explotación del tajo norte de sociedad minera El Brocal S.A.A.

Una de las consecuencias del presente estudio está en monitorear y hacer seguimiento a los equipos presentes en el tajo norte de sociedad minera El Brocal S.A.A. Para asegurar su cumplimiento implementaremos los indicadores clave de rendimiento (KPIs, por sus

siglas en inglés). Se utilizan para este fin, formatos rediseñados para tomar datos de campo, ya que ofrecen criterios para determinar con mayor precisión resultados que ayudaran a tomar decisiones a la gerencia, al dar un panorama del rendimiento de las operaciones de negocio. Por esto, se necesitan determinar los indicadores clave de rendimiento el cual está directamente relacionado con los objetivos y así asegurar que lo que se quiere medir es lo que se está Midiendo, los KPIs permiten determinar el estado actual de la organización, analizar el comportamiento del rendimiento pasado y estudiar los posibles escenarios futuros (Castillo y Lorenzana, 2010). Debido al rol que juegan los KPIs dentro de las organizaciones, el proceso de definición de los mismos no es trivial. Por lo tanto, esta investigación está compuesta por el Capítulo I donde se desarrolló el planteamiento del problema, tomando en cuenta la propuesta de incorporar y analizar los indicadores KPIs, para optimizar la explotación del tajo norte de sociedad minera El Brocal S.A.A. El Capítulo II consta del desarrollo del marco teórico correspondiente al objeto de estudio. El Capítulo III contiene la metodología de investigación aplicada con el fin de alcanzar los objetivos, recopilar datos. El Capítulo IV trata sobre los resultados de la investigación mostrando las estadísticas descriptivas e inferenciales de los ítems, indicadores, dimensiones y variables de la investigación. Finalmente, se hacen las conclusiones y las recomendaciones

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Referente a los antecedentes internacionales relacionados al presente trabajo resalto las investigaciones siguientes:

- a) Coveña (2017)*, en su investigación “Análisis de las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, enfocado en la eficiencia del indicador clave de desempeño del mantenimiento preventivo (kpi-2), en el equipamiento del área de suelda de la empresa obb”, para obtener el título de ingeniero industrial, en la ciudad de Quito; quien arribó en las conclusiones: La redistribución de las frecuencias actuales de mantenimiento preventivo que inciden positivamente en la carga de trabajo de los operadores ha significado un gran ahorro de tiempo y recursos muy valiosos para el área de mantenimiento. La redistribución adecuada y equitativa de la carga de trabajo

optimiza los recursos disponibles y mejorará notablemente el desempeño y eficiencia del mantenimiento preventivo.

b. Durán (2010), es su tesis doctoral “Indicadores de gestión al proceso de producción en la concesión minera “San Jorge 2”, para optar al título ingeniero en contabilidad y auditoría, en la Universidad Católica de Cuenca Sede San Pablo la Troncal, en la ciudad de Barcelona; concluye lo siguiente: Los indicadores de gestión evaluaron el grado de cumplimiento de los objetivos y metas de las áreas, departamentos o procesos que conforma una empresa, y generaron acciones, actividades correctivas y prevenir problemas o riesgos a futuro, haciendo que la empresa se desarrolle de manera eficiente y eficaz dándose el crecimiento permanente en el mercado.

La implementación de los indicadores de gestión en la concesionaria “SAN JORGE 2” se desarrolló mediante la observación de la misión y visión, el análisis del FODA generando iniciativas estratégicas para elaborar los objetivos operativos que se deben cumplir en determinado período. Los cuales permitirán medir las metas establecidas en los objetivos operativos esperando su cumplimiento.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Rodríguez (2017), es su investigación “Implementación de indicadores kpi en los controles de los equipos “emperradores hammer bolt” para mejorar el rendimiento de los equipos en el Sosténimiento mecanizado – mina catalina huanca sociedad minera s.a.”; para optar el grado académico de Ingeniero de minas; en la Universidad Nacional de Trujillo, en la ciudad de Trujillo; concluye: El rendimiento de los Equipos de minería esta basados en el control

de la disponibilidad, utilización, confiabilidad y mantenibilidad, lo cual en el estudio a la operación de los Empernadores Hammer Bolt tenemos que el rendimiento en el sostenimiento mecanizado aumento en un 8 % - 10 %, según lo esperado en este estudio. La sobrevalorización de los costos operativos de los equipos Empernadores Hammer Bolt fue controlada tendido así ahorros proyectados entre 3000 y 5000 dólares mensuales. Los indicadores óptimos para estos equipos son, disponibilidad mayor a 85%, utilización mayor a 50%, confiabilidad. Manteniendo los indicadores de los empernadores Hammer bolt en los valores óptimos podemos cumplir con las 250 hr/mes de operación sin ningún inconveniente.

b) Checya (2015), llevó a cabo su tesis “Gestión de la operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguío y acarreo en la mina Antapaccay”, para optar el grado académico de Ingeniero de Minas, en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en la ciudad de Arequipa; quien concluye: El costo unitario óptimo del carguío y acarreo bajó de 0,5452 US\$/TM (con 9 camiones) a 0,5094 US\$/TM (con un óptimo de 11 camiones) y una eficiencia operativa potencial del 88,76 %. El incremento de eficiencia operativa es de 21 ,0%.

2.1.3. Antecedentes Locales

Luego de una extensa búsqueda de tesis de maestría y doctorado relacionados al tema motivo de estudio, se concluye que no existe localmente estudios previos relacionados al tema de investigación presente.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. KPI. Para el desarrollo de la presente investigación se tomará en cuenta la información pertinente a los conceptos de los indicadores claves de desempeño KPI, del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño. KPI, miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos.

El manejo de KPIs está basado en la conceptualización corporativa de la distribución de tiempos. La base de esta distribución de tiempos es la definición de cada razón de tiempo, garantizando que el benchmarking entre faenas se realice teniendo los mismos parámetros base.

2.2.2. Indicadores clave de desempeño.

2.2.2.1. Definición. Los indicadores clave de desempeño son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico.

2.2.2.2. Importancia. Los indicadores son necesarios para poder mejorar, puesto lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar.

Los indicadores se pueden definir como un tipo de instrumentos que permiten medir la consecución o evolución de los objetivos de la empresa basados principalmente en los aspectos claves del negocio u otros aspectos del funcionamiento según el tipo de actividad que realice la empresa. Aunque también se pueden definir como un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o actividad.

Los indicadores claves de desempeño miden el nivel del rendimiento de un proceso, enfocándose en el cómo y que tan buenos son los procesos para poder alcanzar los objetivos fijados.

Ayudan a interpretar lo que está ocurriendo en la organización sirven como apoyo al proceso de toma de decisiones cuando las variables se salen de los límites establecidos, o se quiere proponer una nueva meta.

Definen la necesidad de introducir cambios y/o mejoras a un determinado proceso o forma de actuación, así como también facilitan el compromiso de mejores resultados.

Aunque cada empresa tiene sus propios KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos y servicios, la rentabilidad del negocio, el cumplimiento de plazos, la eficacia de los procesos, los tiempos de desarrollo de trabajos, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, el nivel de innovación y desempeño de la infraestructura tecnológica.

2.2.2.3. Uso de los KPI. Los indicadores más utilizados ayudan a las organizaciones a determinar si se están manejando acertadamente los recursos y costos, contribuyendo a que la gerencia tenga una noción clara de lo que acontece en un momento específico para tomar medidas correctivas oportunamente. Definir, sin embargo, un conjunto correcto de KPI en cada organización tiene sus complejidades, ya que el desafío real no es seleccionar sólo indicadores que ayuden a cumplir con las metas presupuestarias, sino también, y más importante aún, que estén en perfecta sintonía con las metas estratégicas de la empresa.

2.2.2.4. Sistema de KPI. Un sistema de Indicadores se encuentra conformado por el Indicador, el nivel base, el valor actual, la meta, y el uso de semáforos para la evaluación del desempeño del Indicador.

Los objetivos y tareas que se propone alcanzar una organización deben expresarse en términos medibles, que permitan evaluar el grado de cumplimiento o avance de los mismos. Es aquí donde el uso de indicadores tiene su mayor fortaleza. Los indicadores pueden ser de tipo positivos o negativos, veamos:

Indicadores Positivos; Son aquellos en los cuales un aumento en su valor o tendencia, estarían indicando un avance hacia la situación deseada.

Indicadores Negativos; Son aquellos en los cuales una disminución de su valor o tendencia, estarían indicando un avance en la situación deseada.

El Tiempo Total se divide en dos categorías: tiempo programado y tiempo no programado. como el tiempo no programado (periodo de inactividad del emplazamiento minero) no tiene efecto en SMCV, el tiempo programado es igual al tiempo total.

2.2.2.4.1. El Tiempo Controlable. Es el tiempo durante el cual se requieren equipos o personal para realizar las actividades de operación o mantenimiento. Es también conocido en otras faenas como tiempo requerido.

2.2.2.4.2. El Tiempo No Controlable. Es el tiempo en 'Standby', el tiempo en que el equipo no es requerido o no está disponible debido a condiciones o motivos que escapan al control directo de la administración del proceso. Por ejemplo: estructura de turnos,

disputas laborales, feriado legal, fallas en el servicio que prestan terceros, desastres naturales declarados y otros eventos de fuerza mayor.

Nota: Cuando un proceso o equipo, estando en tiempo no controlable desarrolla actividades de operación o mantenimiento, ese tiempo deberá incluirse en el tiempo requerido.

Cuando un proceso o equipo es requerido para operar, se considera que está en tiempo de producción o en tiempo de demora (mantenimiento u operación). Los standby programados de equipos también se clasifican en este tiempo.

Tiempo de funcionamiento es el tiempo de producción efectiva durante el cual el proceso está generando una cantidad de producto medible, incluyendo aquellas actividades incidentales necesarias para mantener el ciclo de producción del proceso. Las actividades incidentales son aquellas que forman parte del ciclo inmediato, por ejemplo, los metros que debe avanzar una pala para continuar excavando, o el desplazamiento de una perforadora entre una perforación y otra, pero excluye el traslado de una pala o perforadora a un nuevo frente de trabajo en otro banco.

2.2.2.4.3. Tiempo de Demora (Downtime). Es el período de tiempo durante el cual un ítem no está realizando su función de producción requerida e incluye tanto el tiempo de retrasos de función (demoras operativas) como el tiempo de mantenimiento (demoras de mantenimiento). El tiempo de demora puede ser programado o no

programado, de mantenimiento o de operaciones, incluyendo los retrasos debidos a la indisponibilidad de mano de obra, repuestos, instalaciones, movimientos, etc.

El tiempo de detención comienza cuando un ítem ya no está en condiciones de realizar su función requerida. Esto ocurre cuando:

El equipo ha fallado.

Mantenimiento toma el equipo para realizar el mantenimiento programado.

Operaciones está realizando trabajos para asegurar la integridad de la operación.

El tiempo de detención debido a falla comienza al momento de detectarse la falla. El tiempo de parada incluirá todo el tiempo adicional necesario para alcanzar igual estado dentro del programa de trabajo que al momento de ocurrir la falla. El operador del equipo señala el comienzo del tiempo de demora. Una vez terminada la actividad, mantenimiento entrega el equipo con una notificación a producción indicando que el equipo está “Disponible”. Producción debe verificar que las reparaciones se hayan completado de forma satisfactoria. Si las reparaciones no están terminadas satisfactoriamente, se registrará una nueva falla, comenzándose un nuevo registro de tiempo de detención.

2.2.2.4.4. Tiempo Disponible. Es el período de tiempo durante el cual un ítem está en condiciones de realizar su función requerida y se

requiere realizar dicha función. Es el tiempo que tiene operaciones mina para realizar su gestión.

= (Tiempo Programado – (Tiempo en No Controlable + Demoras de mantenimiento))

= (Horas Efectivas + Demoras Operativas)

2.2.2.5. % Disponibilidad. Es una medida de la cantidad de tiempo de demoras de los equipos, requerido para mantener al equipo disponible. Mide la gestión de mantenimiento. Es el porcentaje del tiempo controlable que mantenimiento ha dado disponible el equipo para la gestión de operaciones.

$$\frac{(\text{Tiempo Controlable} - \text{Demoras de Mantto.})}{\text{Tiempo Controlable}} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Controlable}}$$

2.2.2.6. % de Utilización. Es una medida de la utilización del Tiempo Disponible (Tiempo de Funcionamiento + Tiempo de Demora Operativa) durante el cual ocurre el Tiempo de Funcionamiento. La utilización mide la gestión de operaciones mina, indica que tan eficientemente se gestiona el equipo.

$$\frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{(\text{Tiempo de Funcionamiento} + \text{Tiempo de Detención del Proceso})} = \frac{\text{Tiempo de Funciona}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

2.2.2.7. MTBF. Es el tiempo medio entre fallas, una medida promedio de confiabilidad para flotas de Equipos. El tiempo entre fallas indica la frecuencia de ocurrencia de las fallas. ¿Cada que tiempo ocurre una falla?

$$= \frac{\text{Suma de Tiempos de Funcionamiento en el período de informe}}{\text{Cantidad total de fallas}}$$

2.2.2.8. MTTR. Es el tiempo medio de reparación, una medida promedio del Tiempo de Demora por Falla de un Equipo, esto indica qué tan rápido puede devolverse el equipo a producción después de una falla. El tiempo promedio para reparación indica cuanta demora mantenimiento en promedio para reparar una falla.
¿Cuánto se demoran en reparar?

$$= \frac{\text{El Tiempo Total de Detención por Fallas de Equipo en el período de informe}}{\text{Cantidad total de fallas}}$$

2.2.3. Eficiencia de Activos.

2.2.3.1. Definición. Una medida del uso del Tiempo Calendario durante el cual ocurre el Tiempo de Funcionamiento. Es un indicador corporativo para medir que tan eficientemente utiliza la unidad minera CV sus equipos. Sirve para el cálculo de utilidades.

$$= \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Calendario}}$$

2.2.3.2. Asignación de camiones. Para camiones vacíos, la PD:

- Asigna camiones a palas.
- Reasigna camiones en los puntos de comunicación.
- Reasigna los camiones en ruta de una pala fuera de servicio.
- Crea asignaciones fijas entre camiones y palas al final del turno.

Para camiones cargados, la PD asigna camiones a puntos de descarga.

Antes de iniciar la tarea de generar asignaciones de camión, la PD necesita obtener la siguiente información del modelo de PL:

- Las rutas de PL que están en la solución actual de PL.
- Las velocidades de alimentación del material para cada ruta de PL.

- El Tipo LPTRUCK para cada ruta de PL

2.2.3.2.1. Criterios a tener en cuenta en asignación.

- La prioridad del trabajo del despachador es parar y levantar equipos cuando esto es necesario. Si se requiere y es necesario se deben parar camiones, El objetivo es producir más con menos costo.
- Las prioridades al inicio de turno (y durante el turno) se configuran modificando en forma adecuada la capacidad de los equipos de carguío en combinación con las prioridades de estos equipos. La capacidad de los botaderos y de equipos de carguío se puede regular para ajustar el envío de camiones. Hay que tener cuidado con las capacidades de los equipos de carguío que tienen prioridad uno

2.3. Definición de términos conceptuales.

- **Operaciones o Procesos Unitarios.** Se llama Operación o Proceso unitario a una parte indivisible de cualquier proceso de transformación donde hay un intercambio de energía del tipo de físico, de una materia prima en otro producto de características diferentes.
- **Perforación.** Agujero practicado en el suelo para sondear la existencia de minerales para extraerlos después.
- **Carguío.** Cantidad de géneros u otras cosas que componen la carga. Cargo o peso a ser transportado
- **Acarreo o Transporte.** Llevar o transportar mercancías o cargas de un lugar a otro.
- **Disponibilidad Mecánica.** La Disponibilidad Mecánica, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o

sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la Disponibilidad Mecánica se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

- **Utilización.** Empleo o utilización de una cosa para un fin determinado.
- **Horas Efectivas.** Horas reales de trabajo sin tomar en cuenta paradas o demoras ajenas a la labor asignada s.f.).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que el resultado que se vaya a obtener podrá ser aplicado por las entidades interesadas que tomen como base la presente investigación.

3.1.1. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es integralmente descriptivo. Hace referencia a la proposición de optimizar la explotación del tajo norte en sociedad minera El Brocal S.A.A., mediante el análisis de indicadores claves de desempeño (KPI) que nos servirán para llegar a este propósito. La investigación es descriptiva porque según Oseda, Dulio; (2008:119) “Estos tienen como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables”. La utilidad y el propósito principal de los estudios es saber si se influye en algo conocer los KPI y con la explotación del tajo norte de SMEB.

El nivel de investigación tipo descriptivo se basa en especificar las características y las cualidades de los sujetos, grupos, objetos, fenómenos, etc., siendo posible aplicarlos un respectivo análisis; con la finalidad de recaudar información o datos de forma separada o conjunta con respecto a las variables de estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.1.2. Característica de la investigación.

Razones de carácter particular, vinculadas a mis practicas pre-profesionales donde me desempeñe me han llevado a iniciar esta tesis.

Es importante dicho trabajo de investigación no solo económicamente para la empresa que explota la materia prima, sino comprobar como el inadecuado control de equipos a tajo o cielo abierto nos da como resultado un inadecuado control de horas efectivas de las maquinarias y/o equipos, y esto a su vez nos da como resultado un inadecuado control de costos o un costo no real; por lo tanto, nos da como resultado final pérdidas para el área de operaciones de la empresa MUR WY. Así mismo se pretende obtener resultados, enfocada en el desarrollo de KPI's para optimizar las operaciones de explotación centradas en la confiabilidad y la calidad operacional en el desempeño de las operaciones unitarias de carguío y transporte, fundamentada en el uso de la confiabilidad operativa que se observaría en la cantidad de fallas del proceso operativo. Los KPI's generados en la investigación otorgarán un mayor conocimiento de las principales fallas que se podrían observar en el proceso operativo.

La presente investigación también se justifica plenamente ya que será un aporte que servirá para la toma de decisiones a nivel de la organización de esta empresa

minera, como también se hará extensiva a otras minas del ámbito nacional e internacional.

3.2. Método de investigación

3.2.1. Método estadístico. Considerado con el fin de recopilar, organizar, codificar, tabular, presentar, analizar e interpretar los datos obtenidos en la muestra de estudio durante la investigación.

3.3. Diseño de investigación

El nivel de investigación es integralmente descriptivo. Hace referencia a la proposición de optimizar la explotación del tajo norte en sociedad minera El Brocal S.A.A., mediante el análisis de indicadores claves de desempeño (KPI) que nos servirán para llegar a este propósito.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población. La población estuvo conformada por las máquinas pesadas en Sociedad Minera El Brocal operante en superficie en el tajo norte contando con un total de 63.

3.4.2. Muestra. La muestra es no probabilística de tipo muestreo por conveniencia, representado por las máquinas pesadas que MUR - WY. opera en superficie, que viene a ser el 56.

3.4.3. Muestreo. El muestreo de la investigación se realizó por la técnica no probabilística, muestreo por conveniencia, ya que se usó la muestra que convenga para el estudio. En este tipo de muestreos se usa una muestra que más convenga para la investigación (Niño, 2011).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas. La técnica de recolección de datos sigue un procedimiento específico, de manera que va recaudando los datos o la información que se requiere para el estudio (Niño, 2011).

Las técnicas que se usarán serán las de:

- Documental: para la elaboración y ampliación de los antecedentes de la investigación, para la elaboración del marco teórico y conceptual referente a la investigación.
- Codificación: para codificar a los estudiantes elegidos. Así mismo codificar el pre y post test aplicado.
- Tabulación: los datos obtenidos durante el proceso de la investigación, con el manejo del Excel y el SPSS.23 arribando a las conclusiones por medio de la estadística inferencial.

3.5.2. Instrumentos. Los instrumentos empleados en la recolección de datos para la investigación fueron: técnicas de procesamiento y análisis de datos, registros, etc.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Previo al procesamiento de datos, hay la necesidad de realizar una selección de base de datos, por ello se ha empleado el software MS Excel 2016.

Consecuentemente para el procesamiento de datos se aplicó el método estadístico, haciendo uso del programa estadístico IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 25, mediante este software se obtiene la captura y análisis de los datos con la finalidad de crear tablas y figuras.

3.7. Orientación ética

La investigación utilizará los principios básicos de la ética citando y considerando investigaciones que apoyen a elaboración y sustento de nuestra investigación

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

El desarrollo de la investigación se efectuó en el área de Oficina Técnica. Tanto en campo como en oficina, es así que se realizó actividades y ejercer diferentes funciones que se configuro en el presente estudio desde el 14 de febrero al 31 de mayo del 2016.

Cálculo de Rendimientos para los Equipos

Siendo otra entrada de información para el área los rendimientos son de mucha importancia para poder tener un plan adecuado para la mina, estos rendimientos son importante, influyen en gran medida para la empresa pues estos equipos son propios y algunos alquilados de las diferentes empresas de las comunidades aledañas al proyecto.

Este cálculo fue necesario para tener un mejor proceso de la operación y además para mejorar los rendimientos, por ende, tener un mejor costo operativo. Para calcular los rendimientos de equipos de mina, lo primero que se hizo fue el levantamiento de

información es decir se tomó los tiempos de los principales equipos como Perforadoras (Perforación), Excavadora (Carguío) y Volquetes (Acarreo). En el levantamiento de información se consideró tener una clasificación de tiempos para cada proceso de la operación minera, esta clasificación básicamente se divide en Tiempos Productivos y Tiempos Improductivos. Luego de obtener los resultados una vez calculados los rendimientos, estos no ayudaran a identificar las áreas de oportunidad para mejoras y así obtener un mejor rendimiento para cumplir la producción planeada, obtener costos bajos y tener un óptimo número de equipos en la unidad minera.

Datos generales del titular minero

Sociedad Mineral El Broca S.A.A. Es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: plata, plomo, zinc y cobre. El yacimiento minero de Colquijirca se encuentra ubicado en el departamento y, provincia de Pasco y distrito de Tinyahuarco a una altura promedio de 4300 m.s.n.m. Sus coordenadas UTM son: 811271 – N, 361760 – E. El acceso principal a la mina Colquijirca, es a través de la Carretera Central, Lima – La Oroya – Colquijirca, con un recorrido de 288 Km.

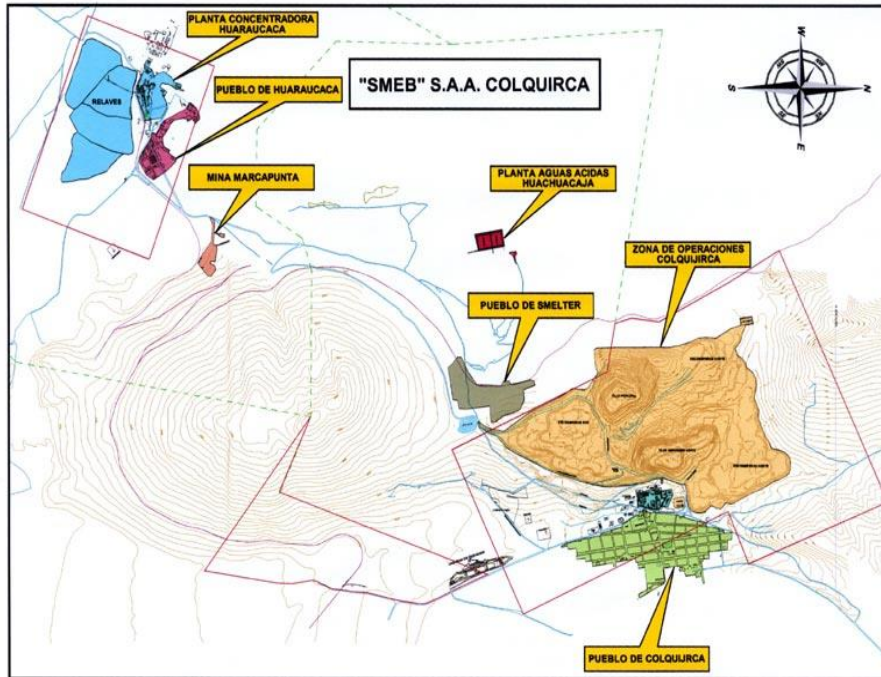


Figura 01. Mapa de ubicación.
Fuente. Elaboración propia.

También existe acceso por la vía férrea: Lima – La Oroya – Cerro de Pasco. Colquijirca se encuentra a 15.8 Km. de la ciudad de Cerro de Pasco por la Carretera Central.

Lima-Oroya-Colquijirca: (asfaltado) 288 Km. 7 horas de viaje.



Figura 02. Fotografía 01.

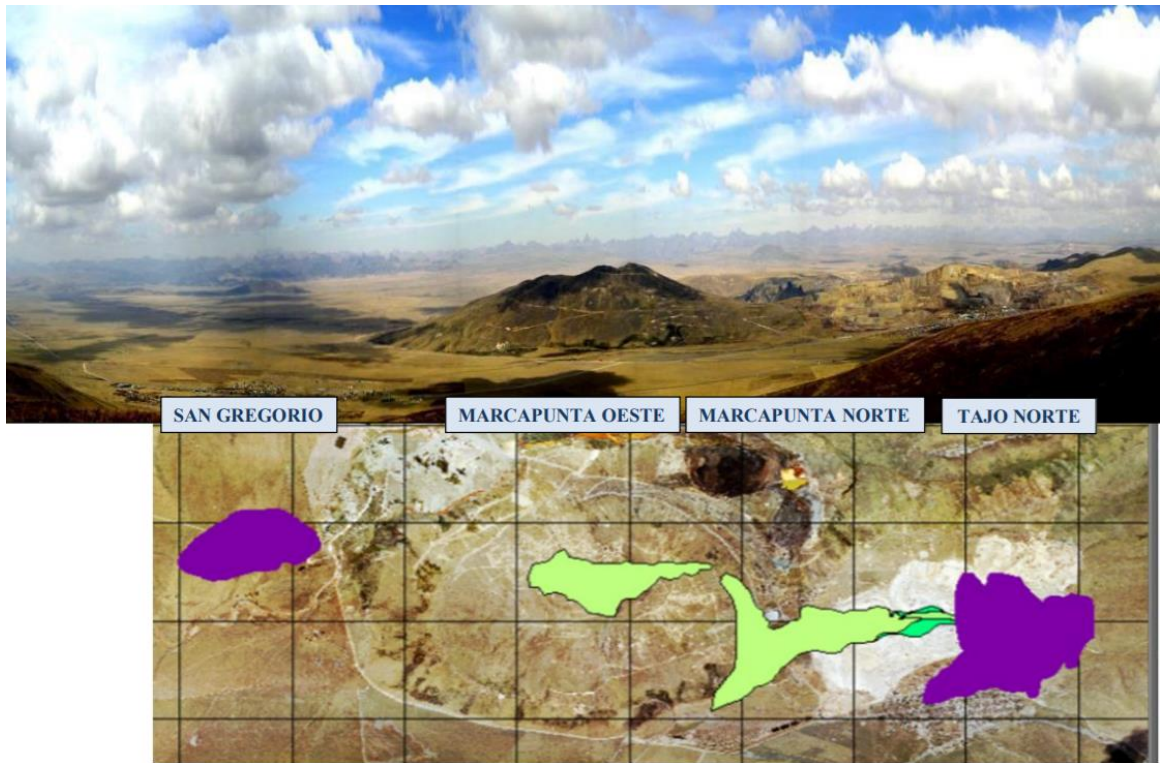
Fuente. Elaboración propia.

Geología del tajo. Los rasgos estructurales de mayor importancia en el área son la Falla Longitudinal y la Falla del Rio San Juan – Venenococha, siendo la primera una estructura antigua con dirección N – S, que controló por el movimiento de la falla, lo depósitos de los sedimentos del Triásico (Era Mesozoica), constituidos por calizas, margas, dolomitas pertenecientes a la Formación Chambará depositados al W y E de la falla. Al Este de la falla longitudinal existen pequeñas estructuras, donde las secuencias sedimentarias delgadas descansan sobre esquistos, presentándose como anticlinales domicos alongados. Al Oeste de la falla regional se observan anticlinales y sinclinales apretados. En el área del Tajo Norte – La Llave están presentes los flancos:

- Principal – Mercedes – Chocayo – La Llave – La Pampa.
- Eje del sinclinal Principal – Mercedes: N 12° W
- Eje del anticlinal Mercedes – Chocayo: N 20° W
- Eje del sinclinal Chocayo – La Llave: N 32° W
- Eje del anticlinal La Llave – Pampa: N 39° W

En las inmediaciones de la mina Colquijirca afloran rocas de los períodos Devónico hasta el Terciario. El grupo Excelsior del Devónico está expuesto en un valle anticlinal entre los cerros Condorcayán y Vista Alegre. Esta formación está compuesta por pizarras, filitas y cuarcitas que muestran un rumbo NNW y un buzamiento casi vertical. La formación Excelsior es seguida, luego de una marcada discordancia angular, por la formación Mitu del Permiano, representada en el área de Colquijirca por areniscas y lutitas rojas y conglomerados con alto contenido de fragmentos de cuarzo lechoso. El Grupo Mitu, al oeste del Cerro Colquijirca se

encuentra infrayaciendo al Grupo Pucará. Existe una leve discordancia angular entre los sedimentos molásicos del Mitu y los carbonatos del Grupo Pucará. Inmediatamente al oeste del tajo, las areniscas del Grupo Mitu, están cubiertas por el conglomerado Shuco, compuesto por pequeños fragmentos redondeados de calizas negras del grupo Pucará. En el área del tajo aflora la formación Calera del período Terciario (Eoceno), conformada por dolomías varvadas y calizas lacustrinas en la parte superior y media; y areniscas, lutitas y tobas rojas en la parte inferior. La mineralización de los tajos se encuentra emplazada en las calizas de la parte superior y media de la formación Calera. La formación Calera es intruida hacia el sur con el complejo volcánico Marcapunta; el cual incluye domos dacíticos, brechas y piroclastos. Su edad ha sido determinada en 11.5 más menos 0.4 millones de años y está caracterizada por presentar una fuerte alteración hidrotermal que ha afectado también las partes adyacentes de la Formación Caldera. El área de Huachuacaja, es un valle de origen glacial y se caracteriza por su fondo amplio, suave inclinación y flancos asimétricos. Está modelado en rocas sedimentarias y volcánicas, que fueron posteriormente tapizadas por depósitos glaciales y lacustres. Las unidades litoestratigráficas presentes son lutitas y conglomerados del Grupo Mitu, dolomías del Grupo Pucará, domos dacíticos y depósitos cuaternarios de origen glacial y lacustre.



*Figura 03. Rasgos estructurares de mayor importancia en sociedad minera el Brocal.
Fuente. Elaboración propia.*

Complejo volcánico Marcapunta.

Está emplazada en el centro del distrito minero de Colquijirca, conformado por múltiples intrusiones (domos-lava) de composición dacítica y escasamente andesítica (representan menos del 5% en volumen del complejo volcánico, Noble 1993), asociados a varios eventos de brechas de explosión freatomagmáticas, brechas diatrema y diques sub volcánicos. En el sector de Marcapunta Norte, se ha reconocido depósitos piroclásticos de diferente granulometría, los cuales cubren los diferentes eventos que forman lacolito sobre un diatrema central de aproximadamente 650 m de diámetro que recubren secuencias sedimentarias del Grupo Pocobamba y Mitu

Dacitas: Presentan una textura porfirítica, conformada por 40-45 % de fenocristales de feldespato potásico (sanidina) que pueden alcanzar hasta 10 cm de tamaño. Las

andesitas presentan una textura porfirítica a afanítica gris con predominancia de fenocristales alargados subhedrales de plagioclasas y menor presencia de feldespatos potásicos.

Piroclastos: Relacionados a una fase eruptiva; se trata de flujos piroclásticos y erupciones que representan un 20% en volumen del complejo volcánico, Hacia el sector norte del complejo (Marcapunta Norte), sondajes diamantinos interceptaron un bloque importante de tufo-llapilli de hasta 200 m de profundidad, los cuales consisten de clastos sub redondeados y heterométricos de dacita porfirítica en una matriz de ceniza clasificada de feldespato y piroxeno, y fragmentos líticos afaníticos.

Andesitas: Cuerpo sub volcánico, que aflora hacia la parte Este del yacimiento Marcapunta Norte, intruyendo las secuencias sedimentarias Eocénicas (Grupo Pocobamba) y por relaciones de corte, emplazada probablemente posterior del evento de mineralización del distrito de Colquijirca.

Intrusivo Marcapunta Norte: Cuerpo sub volcánico de composición probablemente andesítica, con escaso feldespato potásico y escasos minerales máficos, en una matriz afanítica moderadamente alterada (argilizada). Se ubica hacia el sector Este de Marcapunta Norte e intruye las secuencias terciarias, completamente estéril.

Geología local. Entre los sectores de Tajo Norte – Smelter – Marcapunta Norte el área está fuertemente plegada apreciándose sinclinales y anticlinales asimétricos subparalelos con orientación NS. Las secuencias sedimentarias del área de estudio pertenecen principalmente a la Formación Calera, de edad Terciario Inferior - Eoceno, con un espesor de 225 m, constituida principalmente por caliza gris y beige, calizas margosas beige, dolomías y dolomías varvadas, intercaladas con horizontes

arcilíticos y tobáceos retrabajados, evidenciando una actividad volcánica contemporánea a la sedimentación de la formación Calera.

Geología regional. El área está compuesta por materiales que van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Siguiendo desde la capa más antigua hasta la más reciente se tienen: Grupo Excelsior, Grupo Mitu, Grupo Pucará (Formación Chambará), Grupo Pocobamba (Formación Cacuan, Formación Shuco y Formación Calera), intrusiones volcánicas y materiales cuaternarios. Las formaciones rocosas sedimentarias presentan una alineación N-S, las cuales se encuentran plegadas formando anticlinales y sinclinales que tienen un lineamiento N-S y que se encuentran erosionadas dejando expuestas las distintas capas sedimentarias. Las rocas de la Formación de Chambará (Triásico Superior) compuesta por calizas grises y del Grupo Pocobamba (Paleógeno – Eoceno Superior) compuesta por dolomías, calizas, brechas monomicticas y areniscas, se extienden ampliamente por la región. En el área tuvo lugar la Orogenia Andina la cual generó un fuerte plegamiento de las capas sedimentarias.

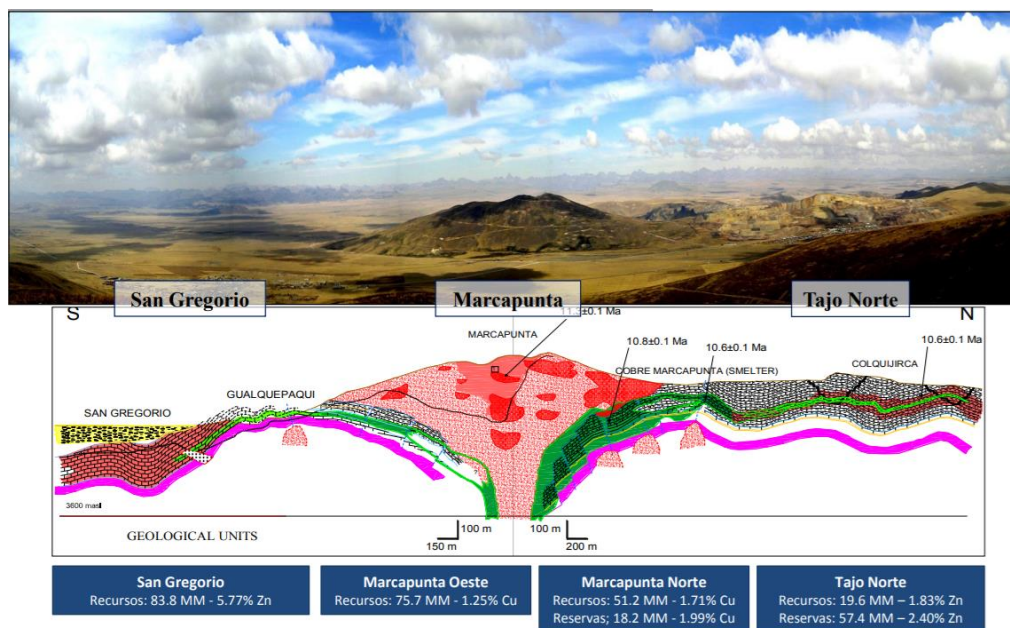
Se tiene lineamientos generales de fallas y fracturamiento NW-SE, NE-SW y NS

Geología estructural. La zona ha sido fuertemente tectonizada observándose un intenso plegamiento de las capas sedimentarias, dando lugar a la formación de anticlinales y sinclinales, los que presentan rumbo de eje de plegamiento promedio N20°-25°W y que como consecuencia de las fallas presentes han sufrido desplazamientos verticales, horizontales con dirección NE y SW y combinación de los desplazamientos mencionados. Esto se aprecia en las paredes N, NE y E del Tajo, las que son cruzadas por 2 anticlinales y 2 sinclinales, donde los estratos

sedimentarios tienen buzamientos en dirección NE y SW, con valores promedio que varían de 37° a 78° (NE) y 24° a 57°(SW) respectivamente.

La pared SW y zona S del Tajo Norte actual forman parte del flanco W de un sinclinal (Flanco Principal), donde los estratos sedimentarios muestran una dirección de buzamiento promedio NE-E, decreciendo el valor de buzamiento de W a E de 45° a 12°.

Geología económica. La mineralización se da principalmente en la Formación Calera y la Formación Shuco. El yacimiento es mixto, Cordillerano – Epitermal de Alta Sulfuración. Estudios realizados a los testigos de perforación diamantina, han definido tres tipos de mineralización: Tipo I, Tipo II y Tipo III.



*Figura 04: Geología económica de sociedad minera el Brocal.
Fuente. Elaboración propia.*

Plan de minado

El criterio general de mina se muestra en la Tabla: Criterios de Diseño General del Tajo. Las rampas y vías de acarreo están diseñadas para camiones de 22 m3 de

capacidad con una gradiente máxima de 10% y un ancho de vía de 12m, con un radio de giro interno de 9m.

Tabla 02.
Criterios de Diseño General del Tajo

Criterio	Unidad	Valor
Altura de Banco	m	6
Ancho de Minado Mínimo	m	25
Ancho de Rampa	m	25 / 12
Gradiente en Rampa (Max)	%	10
Radio interno de Giro	m	9
Angulo Talud de Banco (ATB)	°	Variable
Angulo Inter Rampa (AIR)	°	Variable
Angulo Global de Talud (AGT)	°	Variable

Fuente. Elaboración propia (2019)

Se muestra una sección típica de rampa. Aunque el ancho mínimo de rampa llega a los 10 m, SMEB decidió continuar con rampas de 12 m para estandarizar el ancho de las nuevas vías con las vías antiguas (25m). El ancho operativo mínimo fue definido de acuerdo a las dimensiones de los equipos más grandes de la operación, es este caso el camión de 22 m³ en doble vía y la excavadora CAT 374 de 5 m³ de capacidad. La Figura 4-2 muestra el ancho operacional mínimo para el equipo de carguío más grande.

En la siguiente tabla se muestra los criterios de diseño general para las vías y accesos.

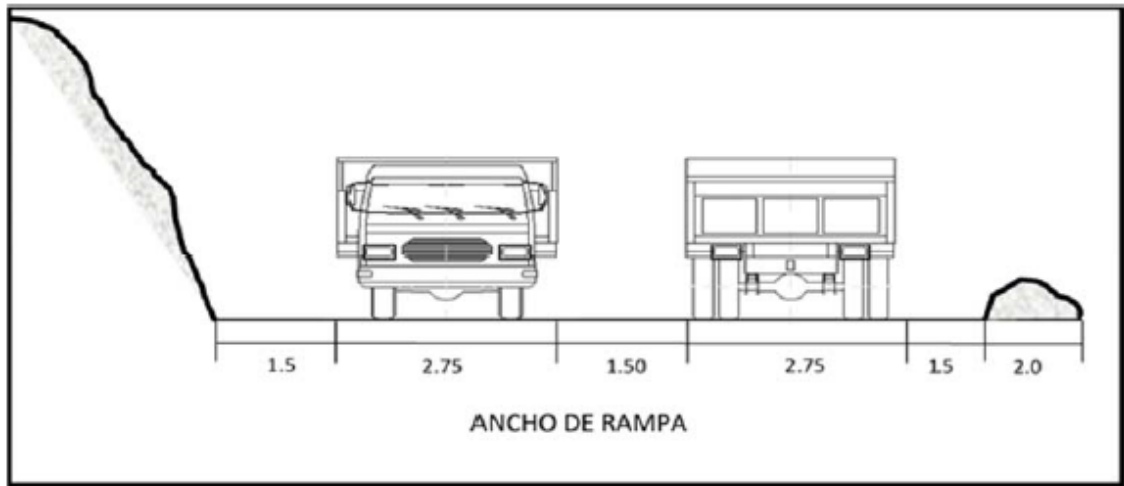


Figura 05: Sección típica – ancho de rampa.
Fuente. Sociedad Mineral el Brocal



Figura 06. ancho de minado optimo
Fuente. Sociedad Mineral el Brocal

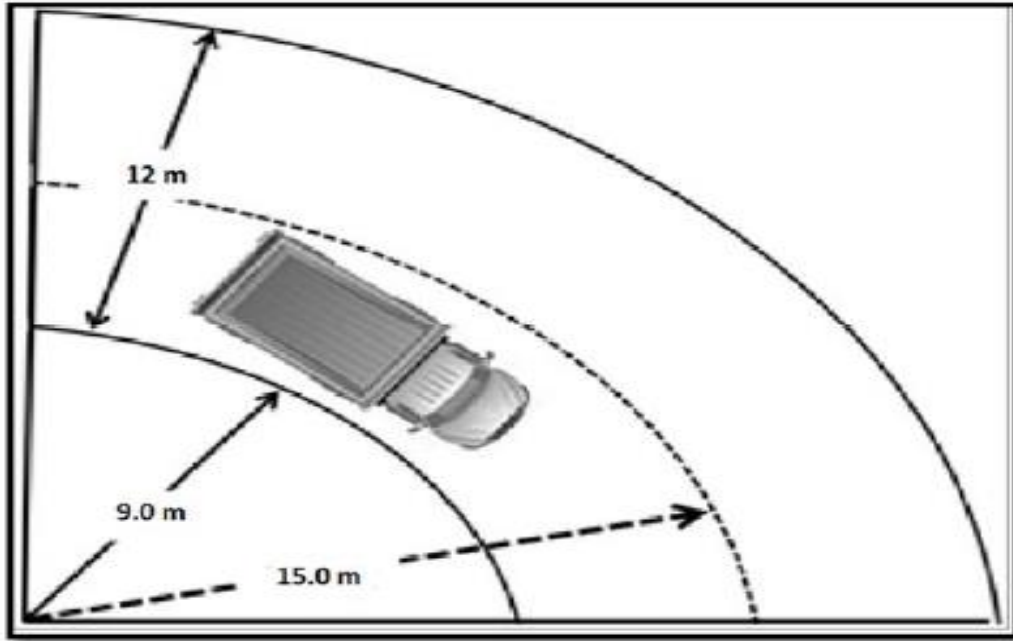


Figura 07. radio de giro de volquetes.
Fuente. Sociedad Mineral el Brocal.

Botadero Condorcayán

Los diseños operativos que se tienen en el Botadero Condorcayán, se basan en el estudio de estabilidad de Taludes realizados por DCR Ingenieros SRL, 2008, y actualizados por SVS.

Ingenieros SAC, 2009, para su incorporación en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Ampliación de Operaciones a 18ktpd en Abril del 2010, por el cual se tienen estas recomendaciones en diseño y descarga del material.

La capacidad de almacenamiento en el Botadero Condorcayán debe ser de 161,58 Mt, que corresponde al volumen de desmonte a generarse en el Tajo Norte durante su vida operativa. La construcción del botadero se realizará por recrecimiento sucesivo en rebanadas o tongadas, hasta alcanzar una capacidad de almacenamiento de 72 Mm³.

Teniendo en cuenta que el Botadero Condorcayán debe mantener unas condiciones mínimas de estabilidad y de menor impacto ambiental al medio, además de alcanzar una Densidad en los desmontes de 2,6 (t/m³) el diseño del botadero inicial a nivel conceptual permite almacenar cerca de 187 Mt.

Datos generales de la organización donde se realizó el estudio.

MUR - WY MINERÍA TRANSPORTE REPARACIÓN. MUR – WY es una empresa subsidiaria del Grupo Aruntani, especializada en los servicios de soporte a la actividad minera.

Brindamos servicios de:

- Desarrollo y explotación de minas, movimiento de Tierra masivos
- Alquiler de maquinaria y equipos
- Transporte de carga y logística
- Servicios de mantenimiento, reparación de maquinaria y componentes

4.1.1. Resultados.

Los resultados de la investigación corresponden a las mediciones realizadas en campo y documentalmente.

Descripción y precios unitarios

Tabla 03.

Precios unitarios MUR - WY

DESCRIPCIÓN/ACTIVIDAD	UND	PU (\$)
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
MINERAL		
Perforación	MP	5.2064
Carguío	BCM	0.3199
Acarreo < 1KM	M3-KM	0.7191
Acarreo > 1KM	M3-KM	0.3699
Empuje de Material - Mineral	BCM	0.1147

DESMONTE		
Perforación	MP	4.9390
Carguío	BCM	0.3322
Acarreo < 1KM	M3-KM	0.7481
Acarreo > 1KM	M3-KM	0.3984
Empuje de Material - Desmante	BCM	0.0475

Fuente. Elaboración propia (2019)

Perforación. Las actividades de perforación se realizan con 3 perforadoras diésel montadas sobre orugas, las cuales son:

Tabla 04.

Perforadoras disponibles

Perforadoras		
Cantidad	Marca	Modelo
01	Atlas Copco	DML-02
01	Atlas Copco	DML-03
01	Atlas Copco	DM-45

Fuente. Elaboración propia (2019)

Los parámetros de perforación son los siguientes:

Las perforaciones son de 6 m de profundidad y 0.5 m de sobre perforación y un diámetro de 63/4 pulgadas (171 mm).

Las mallas tienen un espaciamiento de 5.5 m y un burden de 4.8 m.

Se usa agua para el control de polvo de perforación.



Figura 08. Perforadora en operaciones.

Fuente. Elaboración propia.

Para la toma de tiempos para la perforación, se empezó por conocer el ciclo de perforación, también conocer los tiempos productivos como improductivos y luego en campo tomar los tiempos de la perforadora principal (DML). Las plantillas KPI. La perforadora perfora aproximadamente 190 taladros por turno, los rendimientos de la perforadora se muestran en el Cuadro:

Tabla 05.

Rendimiento de la perforadora.

Media de rendimientos de las perforadoras	
Metros Perforados por Turno (m)	187.6
	t/hr
Rendimiento Efectivo	28.42
Rendimiento Operativo	18.76
Rendimiento por Turno	17.05

Fuente. Elaboración propia

Carguío. El carguío de desmonte se realiza con

Tabla 06.

Excavadoras disponibles.

Excavadoras			
Cantidad	Marca	Modelo	Capacidad
03	Caterpillar	374	4.6 m ³
01	Caterpillar	390	4.5 m ³
01	Caterpillar	365	4.5 m ³
01	Caterpillar	336	3 m ³

Fuente. Elaboración propia

El carguío de desmonte pocas veces se realiza con las excavadoras antes mencionados salvo el mineral este contaminado, para el carguío de desmonte normalmente se realiza con las mismas excavadoras.



Figura 09. Excavadora en operaciones.

Fuente. Elaboración propia.

Para la toma de tiempos en el carguío, se tuvo que conocer cuál es el ciclo de carguío, también conocer los tiempos productivos como improductivos y finalmente la toma de los tiempos de los equipos de carguío.

Para la toma de tiempos se tuvo que modificar y mejorar la plantilla de apuntes para el carguío, para luego tomar los tiempos en campo y luego trabajarlos en Excel.

En base a la toma de tiempos realizadas en el tajo el carguío de los volquetes con excavadoras se hace normalmente en 4 pases y el ciclo completo de carguío aproximado es de 2.33 minutos, moviendo 54,670.50 Tms por turno de 11 horas con un rendimiento efectivo de 4,970.05 tms/hr, con una densidad de material volado promedio de 2.6 ton/m³, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 07.

Rendimiento de las excavadoras.

Media de rendimientos de las excavadoras	
TMS por Turno	54,670.50
	(TMS/hr)
Rendimiento Efectivo	5,522.27
Rendimiento Operativo	5,467.05
Rendimiento por Turno	4,970.05

Fuente. Elaboración propia.

Acarreo. Se puso un especial cuidado en la toma de datos en esta etapa, es el que mayor costo y ganancia en valorización que genera la empresa.

El acarreo de mineral y desmonte se lleva a cabo con 68 volquetes de 20 m³ marca Volvo, Scania y Mercedes Benz, como se adjunta en los anexos, estos equipos trabajan a una altura promedio de 4300 m.s.n.m y una velocidad máxima de tránsito para los volquetes de 30 kph.

Los volquetes asignados para el transporte de mineral recorren una distancia aproximada 3.4 km hacia el stock de mineral.

Los volquetes asignados para el transporte de desmonte recorren una distancia aproximada 3 km hacia el botadero lo cual varía según los bancos donde se encuentran operando las excavadoras.



*Figura 10. Fotografía 02.
Fuente. Elaboración propia.*

En base a la toma de tiempos realizadas en la mina, el acarreo el ciclo completo de carguío aproximado varía dependiendo de las zonas de descarga, para el stock de mineral el ciclo de carguío es minutos, para él depósito de material inerte (botadero) el ciclo cambia a min, estas variaciones de tiempo se deben a las distancias.

Tabla 08.

Rendimiento de las excavadoras - 2.6 ton/m3 densidad promedio del material volado.

Media de rendimientos los volquetes	
TMS por Turno (11 horas)	560
	(TMS/turno)
Rendimiento Efectivo	50.9

Fuente. Elaboración propia

4.1.2. Análisis de los resultados. Del ítem 4.2.1. se obtiene que:

En perforación: Siendo el rendimiento el efectivo, el rendimiento que se obtiene dividiendo los metros perforados por turno entre las horas operativas sin considerar las demoras operativas (Desplazamiento y posicionamiento), es decir el tiempo operativo efectivo.

Para el rendimiento operativo se consideran las demoras operativas y finalmente el rendimiento por turno se considera las once horas asignadas por turno.

En carguío: Siendo el rendimiento el efectivo, el rendimiento que se obtiene dividiendo el total de toneladas secas movidas por turno entre las horas operativas sin considerar las demoras operativas (Espera de excavadora a volquete, maniobras de excavadoras, maniobras de estacionamiento de volquete, traslado de excavadoras hacia el frente y zona de parqueo), es decir el tiempo operativo efectivo.

Para el rendimiento operativo se consideran las demoras operativas y finalmente el rendimiento por turno se considera las once horas asignadas por turno.

En acarreo: Para la toma de tiempos en el acarreo, se tuvo que conocer cuál es el ciclo de acarreo, también conocer los tiempos productivos como improductivos y finalmente la toma los tiempos de los volquetes Volvo, Scania y Mercedes Benz que tiene una tolva promedio de 20 m³ de capacidad. Para la toma de tiempos se tuvo que modificar y mejorar la plantilla de apuntes para el carguío para luego tomar los tiempos en campo y luego trabajarlos en Excel.

4.1.3. Interpretación de los resultados. Se ha realizado gráficos que ayudaran a una mejor interpretación de los resultados.

En perforación:

Tabla 09.

Actividades realizadas en la perforación (incluye todas).

PERFORACIÓN (Perforadora)			
Cód	Actividades	Clasificación de T.	Tiempo
1	Perforando Taladro	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
2	Desplazamiento y Posicionamiento	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
3	Traslado hacia malla	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
4	Traslado hacia zona de parqueo	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
5	Coordinaciones en campo	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
6	Reparto de guardia e Inducción de Seguridad	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
7	Traslado al Comedor	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
8	Refrigerio	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
9	Traslado al Tajo	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
10	Relleno de Combustible	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
11	Traslado hacia Campamento definitivo	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
12	Mantenimiento preventivo	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
13	Mantenimiento planificado	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
14	Falla Mecánica	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
15	Accidente	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>

Fuente. Elaboración propia.

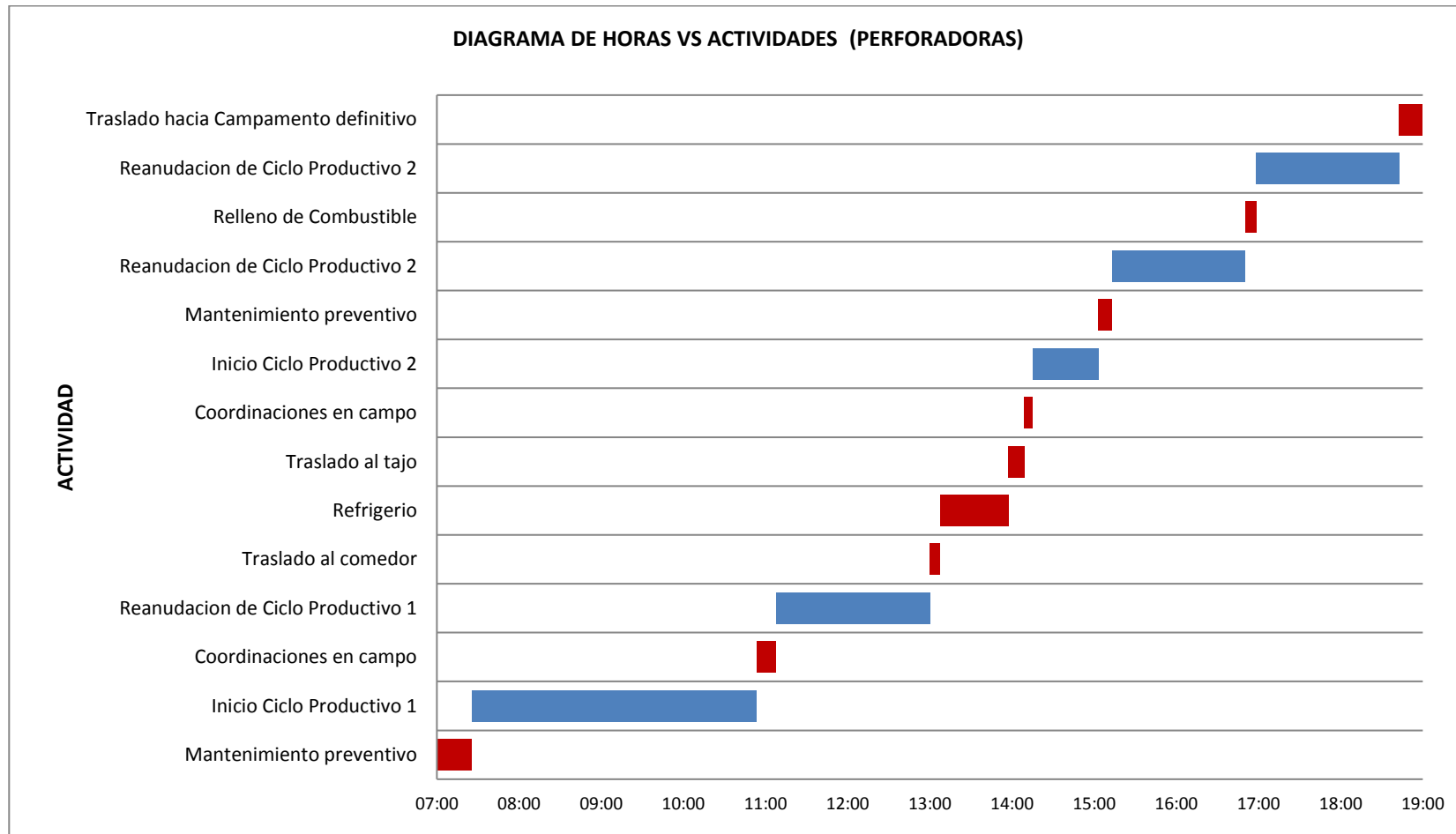
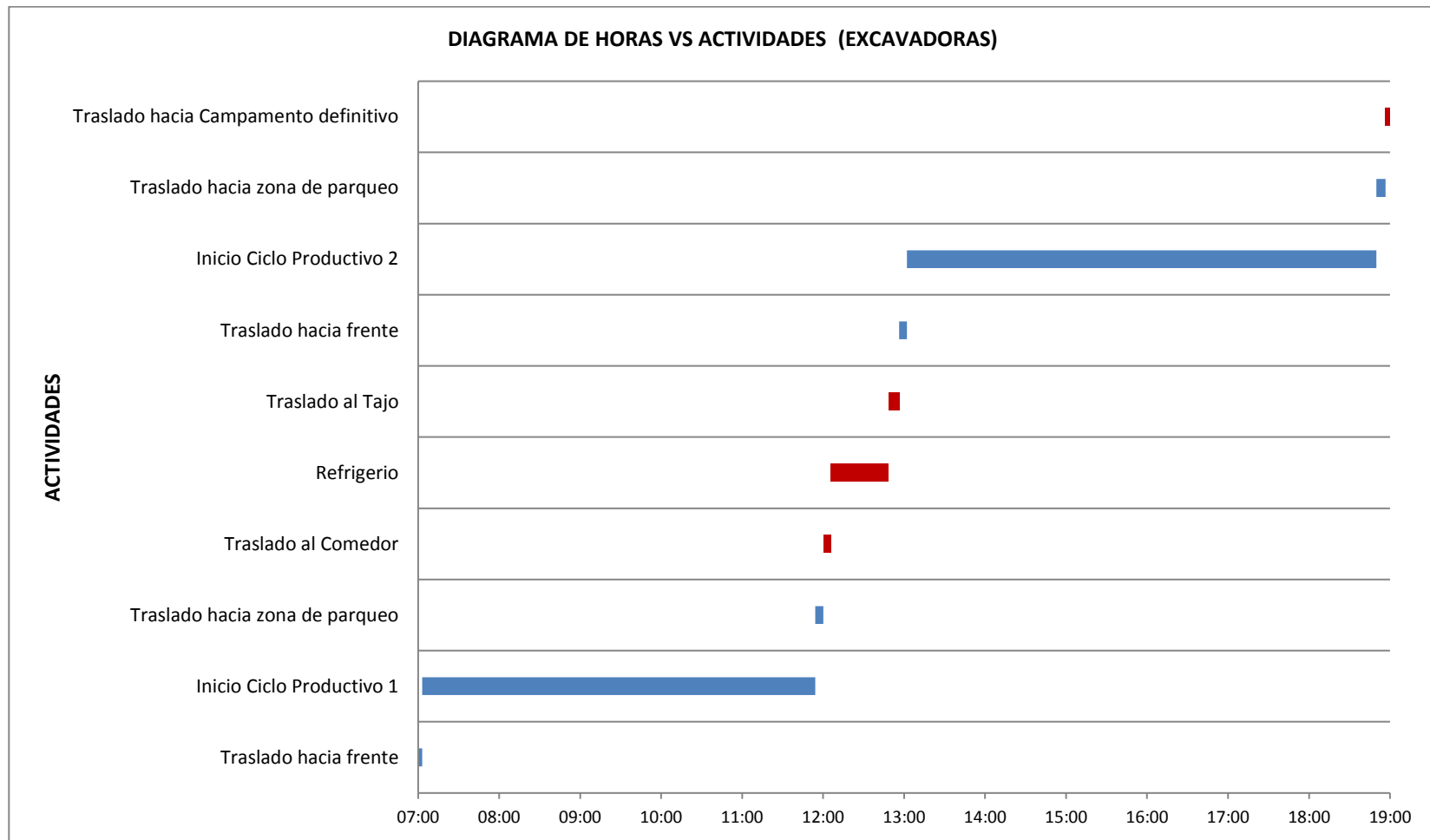


Figura 11. Diagrama de Actividades realizadas en la perforación (incluye todas).

Fuente. Elaboración propia.

En carguío:

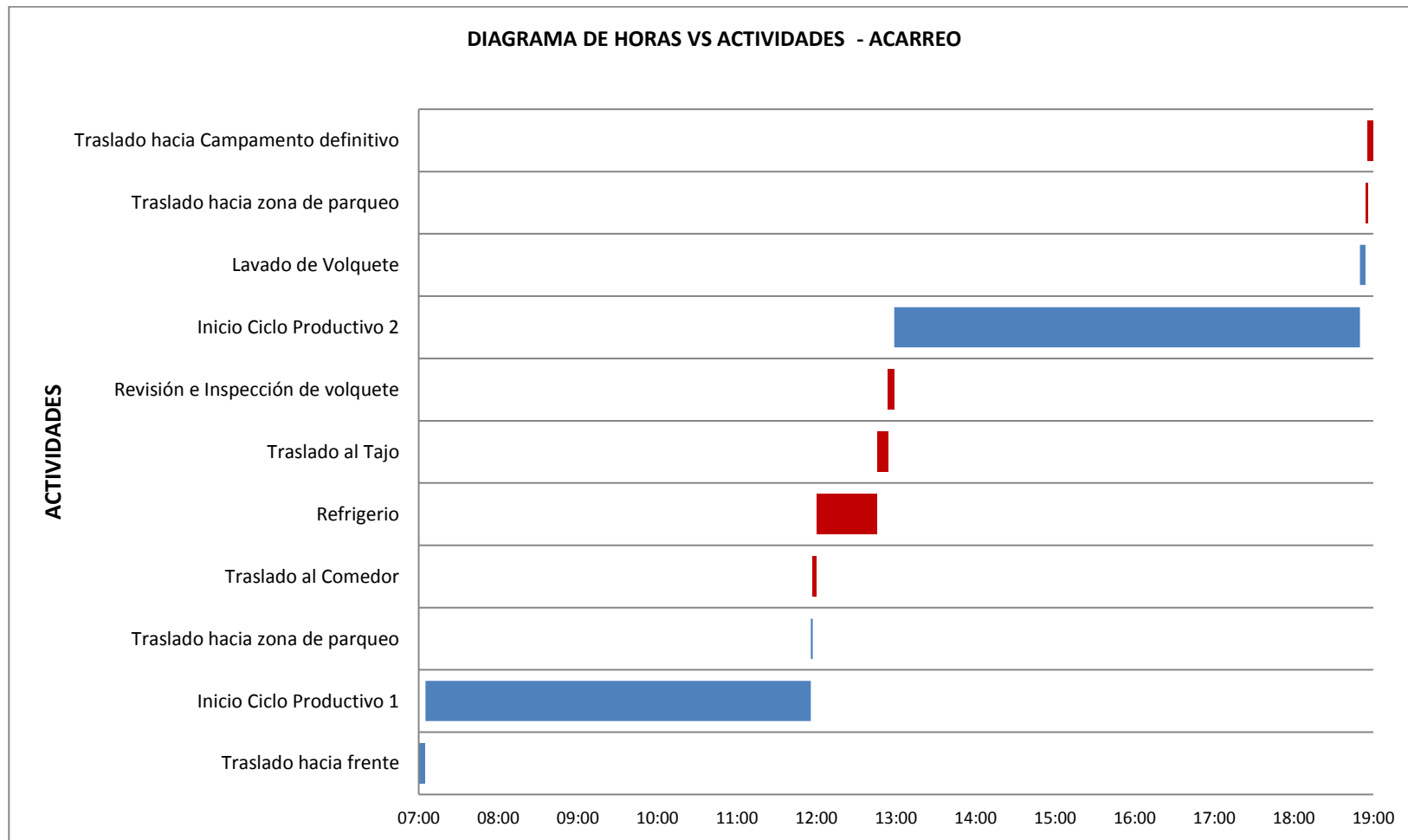
CARGUÍO (Excavadora)			
Cód	Actividades	Clasificación de T.	Tiempo
1	Carguío de Volquete	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
2	Maniobas de la Excavadora y Volquete estacionándose	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
3	Espera de Excavadora a Volquete	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
4	Traslado hacia frente	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
5	Traslado hacia zona de parqueo	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
6	Traslado al Comedor	Stand-By	Tiempo Improductivo
7	Refrigerio	Stand-By	Tiempo Improductivo
8	Traslado al Tajo	Stand-By	Tiempo Improductivo
9	Relleno de Combustible	Stand-By	Tiempo Improductivo
10	Traslado hacia Campamento definitivo	Stand-By	Tiempo Improductivo
11	Mantenimiento preventivo	No operables / Mantenimiento	Tiempo Improductivo
12	Mantenimiento planificado	No operables / Mantenimiento	Tiempo Improductivo
13	Falla Mecánica	No operables / Mantenimiento	Tiempo Improductivo
14	Accidente	No operables / Mantenimiento	Tiempo Improductivo



*Figura 12. Diagrama de Actividades realizadas en la excavación (carguío).
Fuente. Elaboración propia*

En acarreo:

ACARREO (Volquete)			
Cód	Actividades	Clasificación de T.	Tiempo
1	Maniobras de estacionamiento 1 (frente)	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
2	Cargado de material al volquete	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
3	Volquete en movimiento 1 (viaje con carga)	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
4	Maniobras de estacionamiento 2 (punto de descarga)	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
5	Descarga de material del volquete	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
6	Volquete en movimiento 2 (viaje sin carga)	Tiempo Operativo Efectivo	<i>Tiempo Efectivo</i>
7	Revisión e Inspección de volquete	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
8	Espera por tráfico de equipos 1 (cola frente)	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
9	Espera por tráfico de equipos 2 (cola en punto de descarga)	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
10	Traslado hacia frente	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
11	Traslado hacia zona de parqueo	Demoras Operativas	<i>Tiempo Efectivo</i>
12	Reparto de guardia e Inducción de Seguridad	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
13	Traslado al Comedor	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
14	Refrigerio	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
15	Traslado al Tajo	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
16	Llenado de Combustible	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
17	Lavado de Volquete	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
18	Traslado hacia Campamento definitivo	Stand-By	<i>Tiempo Improductivo</i>
19	Mantenimiento preventivo	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
20	Mantenimiento planificado	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
21	Falla Mecánica	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>
22	Accidente	No operables / Mantenimiento	<i>Tiempo Improductivo</i>



*Figura 13. Diagrama de Actividades realizadas en acarreo.
Fuente. Elaboración propia.*

4.2. Discusión de resultados

Según el análisis realizado a la empresa se puede observar si bien el país tiene una situación económica variable todavía existen grupos de personas en contra de la actividad minera, pues estos no se ven involucrados, ni beneficiados de la misma.

El descontento en el personal de la zona se deben a los problemas con la falta de información y capacitación con respecto a los ítems establecidos en el contrato según los beneficios que perciben por ser comuneros del área de influencia del proyecto y esto debe ser tomado en cuenta, escuchando sus reclamos y preocupaciones ayudará a entender a los pobladores, prevenir situaciones de conflictos y permitirá explotar los yacimientos con normalidad (si es que estos resultan económicamente rentables).

La empresa ha comenzado a realizar trabajos de comunicación hacia la comunidad, además de programas inclusivos. Esto ayuda a tener una mejor promoción de la unidad, en donde se tratan los cuidados ambientales y de seguridad que se tiene con los recursos ambientales y con el personal que trabaja dentro de la mina. Esto ayudará a eliminar los diferentes prejuicios y el desconocimiento que tiene la población aledaña.

Para las operaciones en mina, incluyendo al área de oficina técnica, existen diferentes factores que afectan a la producción y el buen desempeño de los trabajos en general. Uno de los factores importantes es que los volquetes de la empresa están malográndose cada vez más seguido, otro problema es la falta de comunicación entre las áreas y dentro de las áreas pues al cambio de guardia hace falta la comunicación entre ellos. Es necesario seguir capacitando al personal a cargo para poder abarcar todos los problemas que puedan existir en el área de trabajo.

INDICADORES DE RENDIMIENTOS

Perforación

PRIMARIO

	Und	Feb
Cant.		
Taladros	Nº	3,585
Long. total	m	23,516
Tiempo Efect.	h	419
Penetracion	m/h	56
Ton. en miles	t	636
Ratio	m3/tal	171

REPERFORADO

	Und	Feb
Cant.		
Taladros	Nº	124
Long. total	m	829
Tiempo Efect.	h	28
Penetracion	m/h	30
Ton. en miles	t	21
Ratio	m3/tal	172

TOTAL GENERAL

	Und	Feb
Cant.		
Taladros	Nº	3,709
Long. total	m	24,345
Tiempo Efect.	h	447
Penetracion	m/h	54
Ratio	m3/tal	171
Long Mineral	m	21,923
Long Desmonte	m	2,422

Carguío

EXCAVADORA 390 CAT	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	187
Mineral en miles	BCM	30
BCM total en miles	BCM	216
Tiempo E.	h	553
Rendimiento	bcm/h	391
EXCAVADORA 374-01	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	104
Mineral en miles	BCM	2
BCM total en miles	BCM	107
Tiempo E.	h	515
Rendimiento	bcm/h	207
EXCAVADORA 374-02	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	110
Mineral en miles	BCM	10
BCM total en miles	BCM	121
Tiempo E.	h	537
Rendimiento	bcm/h	225
EXCAVADORA 374-03	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	87
Mineral en miles	BCM	6
BCM total en miles	BCM	92
Tiempo E.	h	516
Rendimiento	bcm/h	179
EXCAVADORA 365 CAT	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	10
Mineral en miles	BCM	2
BCM total en miles	BCM	12
Tiempo E.	h	133
Rendimiento	bcm/h	92
TOTAL GENERAL	Und	Feb
Desmante en miles	BCM	500
Mineral en miles	BCM	50
BCM total en miles	BCM	550
Tiempo E.	h	2,288
Rendimiento	bcm/h	240

Transporte

MINERAL

	Feb
Ton. en (miles)	151
BCM en (miles)	50.19
Nº Volquetes Prom.	15
Ciclo Prom (h)	0.36

DESMONTE

	Feb
Ton. en (miles)	1,300
BCM en (miles)	499.91
Nº Volquetes Prom.	20
Ciclo Prom (h)	0.26

AVANCE FÍSICO DEL MES (MODELO)

	PLAN DE MES				
	Plan de Mes	Ejecutado	Faltante	% Avance	% Estimado
TOTAL	1,547,005	1,422,137	124,868	92%	100%
Mineral (Tn)	152,058	155,379	-3,321	102%	100%
Desmonte (Tn)	1,394,947	1,266,758	128,189	91%	100%

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS

FAMILIA	MODELO	EQUIPO	DM%	DO%	FU%	MTTR	MTBF
Cargador Frontal	CATERPILLAR	CF980-CAT	93%	89%	59%	3.5	46.3
Total Cargador Frontal			93%	89%	59%	3.5	46.3
Motoniveladora	CATERPILLAR	MT-140H-ECO	97%	93%	35%	1.2	40.8
Motoniveladora	CATERPILLAR	MT-140H-02	93%	89%	71%	6.0	79.7
Total Motoniveladora			94%	90%	58%	3.5	58.9
Tractor sobre Orugas	CATERPILLAR	TO-D8T-01	69%	66%	51%	12.7	28.3
Tractor sobre Orugas	CATERPILLAR	TO-D8T-02	94%	89%	71%	3.5	54.1
Tractor sobre Orugas	KOMATSU	TO155	93%	88%	66%	3.8	49.7
Total Tractor sobre Orugas			85%	81%	62%	7.5	41.7
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC325-CAT	91%	86%	37%	5.3	52.7
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC374-01	97%	92%	78%	1.8	56.2
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC374-02	97%	92%	78%	1.7	48.0
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC390-CAT	98%	93%	80%	0.8	35.8
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC374-03	94%	89%	69%	3.8	59.5
Excavadoras	CATERPILLAR	EXC365-CAT	87%	83%	45%	18.3	125.8
Total Excavadoras			95%	90%	67%	2.9	50.9

Retroexcavadora	CATERPILLAR	RETRO-420F	96%	91%	70%	2.7	57.3
Retroexcavadora	JCB	RETRO-JCB	97%	92%	37%	3.9	116.1
Total Retroexcavadora			96%	92%	46%	3.4	90.0
Tractor sobre Ruedas	CATERPILLAR	TR-824H	96%	92%	79%	1.9	51.7
Total Tractor sobre Ruedas			96%	92%	79%	1.9	51.7
Volquetes de 22m3			85%	83%	80%	3.1	62.9
Total Volquetes			85%	83%	80%	3.1	62.9
Equipo Perforacion	ATLAS COPCO	DM45-01	95%	90%	34%	2.7	47.1
Equipo Perforacion	ATLAS COPCO	DML-02	95%	90%	43%	3.4	59.9
Total Equipo Perforacion			95%	90%	39%	3.0	52.7
Rodillo Vibratorio	CATERPILLAR	ROD-01	98%	94%	28%	0.7	41.4
Total Rodillo Vibratorio			98%	94%	28%	0.7	41.4

Valorizaciones

ITEM	Fecha	Monto \$
Valorization N° 01 : Enero 2016	05-Ene-16	1,199,211.7584
Valorization N° 02: Febrero 2016	02-Feb-16	1,492,085.0274
Total hasta la fecha		2,503,758.7763

Los montos no incluyen IGV.

CONCLUSIONES

1. Los indicadores claves de rendimiento (KPI) permiten la elaboración de propuestas e implementación de mejoras basadas en análisis y seguimiento del proceso a través de la recolección de datos y clasificación, identificando aquellos resultados anómalos que obstaculizan el normal desarrollo de la prestación del servicio.
2. El incremento de la producción, teniendo como resultado la diferencia de la producción actual y la producción potencial. Producción horaria (476,00TM/h), Producción horaria potencial (623,52TM/h). El incremento de la producción es de 147,52 TM/h. La producción se incrementa en el 31 % de la producción actual.
3. Respecto a las valorizaciones, desde febrero del 2018 hasta mayo del mismo año se tuvo una variación de aproximadamente, 31 % constituyéndose en un incremento, agregándose solamente en los costos un aproximado de 5 %, el cual generó un valor aproximado mensual de \$ 230 000 (dólares mensuales) en ganancias para la empresa
4. Mantener una performance de los equipos de debe mantener los controles de los indicadores ya que estos nos dirán que probabilidad hay de que falle estos equipos. Se recomienda tomar en cuenta la calidad de materiales y repuestos que se utilizan en el mantenimiento correctivo y preventivo de los volquetes, al respecto es importante mencionar que en el mes de mayo se tuvo una cantidad considerable de volquetes paralizados por falta de repuestos.
5. La toma de tiempos se realiza en formatos simples lo cual complicaba cálculos posteriores e información errónea para obtener indicadores adecuados para un buen planeamiento. Dada la posible expansión de la mina se necesita saber cuáles son los rendimientos de los equipos de perforación, carguío y acarreo. Esto es para obtener

un óptimo número de equipos para cumplir con la producción planeada, previniendo inconvenientes dentro de cada una de las operaciones unitarias.

6. Gracias al método, se logró asegurar que los gerentes de la organización encargados que los indicadores clave de rendimiento tomen decisiones que eran necesarios para la medición de sus objetivos y la realidad, garantizando el cumplimiento de plan de minado, reduciendo costos de producción. Al aplicar el método sobre objetivos cuantificables, los indicadores generados son altamente confiables.
7. Finalmente se recomienda continuar monitoreando los indicadores claves de desempeño para tener la información actualizada y decidir correctamente basados en información clasificado, para lograr una mejor productividad. También se sugiere contratar un especialista dedicado a este tema para aprovechar las oportunidades de mejora que se identifican mediante los indicadores claves de desempeño, para el control y monitoreo a las actividades y proyectos planificados (plan de minado), de manera que se utilicen adecuadamente los recursos de la empresa MUR – WY.

RECOMENDACIONES

1. Se deberá mejorar el estado de las vías de acarreo, plataformas de carga y descarga, desde el botadero hasta el tajo, de tal forma que se puedan evitar demoras y así optimizar las operaciones de carguío y acarreo. Esto es determinante para el manteniendo de los equipos y el tiempo que hacen en el recorrido.
2. El control de los volquetes, deberá permitir estandarizar los ciclos de carguío - acarreo, y de tal forma, determinar los KPI's de acarreo en función al tiempo de trabajo efectivo y demoras durante la operación, permitiendo tener un Benchmark para la optimización.
3. Mediante la investigación se contrasto la hipótesis y se llegó a que existe una mejora después de la implementación de los indicadores claves de desempeño en la productividad de la explotación del tajo norte de Sociedad Minera El Brocal. Obteniendo un índice de diferencia del 0.1276.
4. Se recomienda mejorar los formatos de toma de tiempos, de esta manera se reducirán los errores involuntarios causados por los formatos usados, de esta manera los controladores tendrán los medios necesarios para realizar su trabajo, además capacitaciones sobre los riesgos y accidentes que pueden ocurrir dentro de sus tareas.
5. Se recomienda seguir afianzando las comunicaciones entre las diferentes áreas de operaciones para poder ejecutar de manera eficiente los trabajos en los que se interrelacionan. Es por ello que es de suma importancia las visitas a los lugares de trabajo, reuniones, exposiciones donde participen todos los involucrados desde el ayudante de topografía u obrero hasta el superintendente del área. Así buscar cumplir los objetivos comunes en armonía y ayuda mutua.

6. Para la gestión de mantenimiento se debe contar con un equipo responsable, multidisciplinario para la planeación, ejecución, evaluación y seguimiento respectivo de todos los equipos en las operaciones de tajo norte de SMEB, la finalidad de que exista un buen seguimiento, información en tiempo real y toma de decisiones adecuadas y oportunas.
7. Realizar revisión de inventarios de repuestos, para que haya un stock que permita abastecer la demanda. Se evidenció que este proceso es el cuello de botella en la prestación de servicio de reparación de las maquinarias, el equipo técnico después de realizar el diagnóstico tiene que esperar horas, o incluso días, para que le sean entregados la totalidad de los repuestos y pueda iniciar con la reparación.

BIBLIOGRAFÍA

- Baladrón Zanetti, C. (2017). Evaluación de impactos de la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en construcción.
- Carmona, Carlos (2002), “Administración Avanzada”. Publicaciones de Modular Mining System, Santiago de Chile.
- Carmona, Carlos (2006), “Gestión en Dispatch”. Publicaciones de Modular Mining System, Santiago de Chile.
- Castillo Ríos, O. (2014). Análisis de cadena de valor, establecimiento, evaluación y cuadros de control de KPI'S para operaciones en mina en tajo abierto.
- CATERPILLAR, 2000 Caterpillar Performance Handbook Edition 30. Publication by Caterpillar Inc. Illinois USA. 30-17p
- CCanto, H., & Marx, P. (2014). Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño UM Chuco II de la EM Upkar Mining SAC.
- Checya Tiito, D. (2015). Gestión de la operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguío y acarreo en la mina antapaccay.
- Cordova, J. (2005). Manual Práctico de Administración Dispatch. Publicación del autor..
- Hardley G. (1962), “Lineal Programming”. Addison Wesley. Reading, Massachuset.
- Hurtado de Barrera, J. (2012) El proyecto de investigación. Una comprensión holística. Caracas, Venezuela: Sypal- Quirón
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2002). Cuadro de mando integral: the Balanced Scorecard. Gestión 2000,.
- Lam, C., & Elida, J. (2010). Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras.



- Laston, Leon S. (1970), "Optimization Theory For Large Systems" Macmillan, New York.
- Mahiu, Jhonatan (2001), "Usando Dispatch ", Vol. 1 y 2. Publicaciones de Modular Mining System, Tucson, E.U.A.
- Maya, E. (2014). *Métodos y Técnicas de Investigación*. México D.F.
- Mora Escobar, Hector (2004), "Programación Lineal". Editorial de la facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Nichols H. Manual de Excavaciones Movimiento de Tierras. 5° Ed. Mexico. Edit. Continental 1976
- Niño, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Olivo, B. M., Asanza, W. R., Pinta, M., Franco, A. M., Pizarro, L. A., Macas, H. G., & Pineda, B. P. (2017, June). Dashboard para el soporte de decisiones en una empresa del sector minero. In *Conference Proceedings* (Vol. 1, No. 1).
- Urbina, B. (2003). Fundamentos de ingeniería económica..
- Vidal Loli, M. A. (2011). Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto.
- Villa Buitrago, H. J. (2015). Un método para la definición de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- Zapata, T. D. G., & Davila, C. S. S. (2013). Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas de servicios de mantenimiento de equipos pesados. *Industrial Data*, 16(1), 37-49.

ANEXOS


DATA MUR - WY

Nº	FAMILIA	MAQUINARIA, EQUIPOS Y OTROS SERVICIOS	Nº Serie	CC MUR	Moneda	Unidad	P.U. MUR 2015	H. Mín. MUR 2015
EQUIPOS DE CARGUIO								
CF-966	CARGADOR	CARGADOR FRONTAL CAT 966H	RYF01054	OZ.CF.025	US\$	hr mínimas	40.5	400
CF980-CAT	CARGADOR	CARGADOR FRONTAL CAT 980H	JMS04213	OZ.CF.012	US\$	hr mínimas	65	300
EXCAVADORAS								
EXC374-01	EXCAVADORA	Excavadora Cat 374	PJW01556	OZ.EX.051	US\$	hr mínimas	66.5	600
EXC374-02	EXCAVADORA	Excavadora Cat 374	PJW01556	OZ.EX.052	US\$	hr mínimas	66.5	600
EXC374-03	EXCAVADORA	Excavadora Cat 374	PJW01556	OZ.EX.053	US\$	hr mínimas	66.5	600
EXC390-CAT	EXCAVADORA	EXCAVADORA CAT 390F	CA3R00617	OZ.EX.050	US\$	hr mínimas	92.3	600
RETRO-JCB	EXCAVADORA	RETROEXCAVADORA JCB	HLS05398		US\$	hr mínimas	16	400
RETRO-420F	EXCAVADORA	RETROEXCAVADORA 420 F						
RETRO-420F-02	EXCAVADORA	RETROEXCAVADORA 420 F						
EXC365-CAT	EXCAVADORA	EXCAVADORA CAT 365F		OZ.EX.041				
EXC325-CAT	EXCAVADORA	EXCAVADORA CAT 325-DL	PAL00326	OZ.EX.035	US\$	hr mínimas	56	400
EQUIPOS DE PERFORACION								
DM45-01	PERFORADORAS	PERFORADORA DM45 S: 8770		PE.022	US\$	hr mínimas	120	480
DML-02	PERFORADORAS	PERFORADORA IR DML 8723		PE.019				
DML-03	PERFORADORAS	PERFORADORA IR DML 8722		PE.020				

Resumen de valorización

		RESUMEN VALORIZACION DEL CONTRATO PRINCIPAL DEL 1 DE FEBRERO 2016 AL 29 DE FEBRERO DEL 2016													
CONTRATO DE OBRA		: CONTRATO DE OBRA Y SERVICIOS N° 2016-001-LS-MI Servicio de explotación, el cual incluye las actividades de perforación, carguío, acarreo, descarga, mantenimiento de vías y riego anti polvo. Adicionalmente se incluye explotación de cantera.													
CLIENTE		: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL SMEB					CONTRATISTA		: MUR WY SAC						
UBICACIÓN		: COLQUIJRCA - TINYAHUARCO - PASCO					MONTO CONTRATADO		: \$ 30,369,195.35					No incluye IGV	
ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO CONTRATADO		ACUMULADO ANTERIOR		AVANCE ACTUAL		ACUMULADO ACTUAL		SALDO CONTRACTUAL					
		TOTAL US \$	%	MONTO \$	%	MONTO \$	%	MONTO \$	%	MONTO \$	%				
1	Movilización y Desmovilización de Equipos	222,450.0000		111,225.00		-	0.00%	111,225.0000	50.00%	111,225.0000	50.00%				
2	Servicio de explotación, el cual incluye las actividades de perforación, carguío, acarreo, descarga, mantenimiento de vías y riego anti polvo. Adicionalmente se incluye explotación de cantera.	25,619,927.0017		900,448.75		1,258,746.2079	4.91%	2,159,194.9568	8.43%	23,460,732.0449	91.57%				
COSTO DIRECTO		25,842,377.0017		1,011,673.7489	3.91%	1,258,746.2079	4.87%	2,270,419.9568	8.79%	23,571,957.0449	91.21%				
GASTOS GENERALES 8.54%		2,206,267.0941		86,370.6346		107,464.1988		107,464.1988		2,098,802.8954					
UTILIDADES 10.00%		2,584,237.7002		101,167.3749		125,874.6208		125,874.6208		2,458,363.0794					
SUB TOTAL		30,632,881.7960		1,199,211.7584		1,492,085.0274		2,503,758.7763		28,129,123.0197					
I.G.V. 18.00%		5,513,918.7233		215,858.1165		268,575.3000		450,676.5800		5,063,242.1400					
MONTO CONTRATADO PROG C/IGV		36,146,800.5193		1,415,069.8750		1,760,660.3274		2,954,435.3563		33,192,365.1597					
Gerente de Proyecto MUR - WY		Superintendente de Mina MUR - WY				Superintendente de Mina SMEB									

KPI FLOTAS DE PRODUCCION MUR - WY

 KPI FLOTAS DE PRODUCCIÓN MUR WY - UM "EL BROCAL" MES: SETIEMBRE 2016												Versión 01			
												Fecha 30/09/2016			
FAMILIA	COD MINA	CECO	Hr. FISICA	Hr. PROG.	Hr. Maq.	Hr. Mto(24)	Hr. Mto(22)	Disp. Fis. %	Disp. Mec. %	FU%	Utliz%	MTBF	MTTR	HV	# FALLAS
Excavadoras	374DL-01	OZ.EX.052	720	660	609	45.3	42.4	94%	94%	85%	99%	67.6	4.7	609	9
Excavadoras	374DL-02	OZ.EX.051	720	660	581	61.0	56.5	92%	91%	81%	96%	64.5	6.3	581	9
Excavadoras	373DL-03	OZ.EX.053	720	660	605	54.7	51.6	92%	92%	84%	99%	100.9	8.6	605	6
Excavadoras	390FL-04	OZ.EX.050	720	660	620	39.5	37.5	95%	94%	86%	100%	206.5	12.5	620	3
Excavadoras	365CL-05	OZ.EX.037	720	660	435	67.7	63.3	91%	90%	60%	73%	33.5	4.9	435	13
Total Excavadoras			3,600	3,300	2849	268.12	251.17	93%	92%	79%	93%	71	6.3	2849	40
Perforadoras	DML-02	OZ.PE.019	720	660	272	56.0	51.5	92%	92%	38%	45%	30.2	5.7	272	9
Perforadoras	DML-03	OZ.PE.020	720	660	366	42.1	41.3	94%	94%	51%	59%	28.1	3.2	366	13
Total Perforadoras			1,440	1,320	637	98	93	93%	93%	44%	52%	29	4.2	637	22
FLOTA DE SOPORTE															
Tractor sobre Orugas	D8T-02	OZ.TO.047	720	660	426	69.4	63.9	90%	90%	59%	71%	53	8.0	426	8
Tractor sobre Orugas	D8T-04	OZ.TO.038	720	660	491	39.0	35.8	95%	95%	68%	79%	55	4.0	491	9
Tractor sobre Orugas	D8T-05	OZ.TO.045	720	660	491	47.9	44.6	93%	93%	68%	80%	49	4.5	491	10
Tractor sobre Orugas	D8T-06	OZ.TO.039	720	660	541	20.0	18.5	97%	97%	75%	84%	108	3.7	541	5
Total Tractor sobre Orugas			2,880	2,640	1,948	176	163	94%	94%	68%	79%	61	5.1	1948	32
Tractor sobre Ruedas	824G-01	OZ.TR.001	720	660	599	50.0	47.0	93%	93%	83%	98%	67	5.2	599	9
Total Tractor sobre Ruedas			720	660	599	50	47	93%	93%	83%	98%	67	5.2	599	9
Cargador Frontal	980H-01	OZ.CF.012	720	660	359	20.7	20.7	97%	97%	50%	56%	60	3.4	359	6
Total Cargador Frontal			720	660	359	21	21	97%	97%	50%	56%	60	3.4	359	6
Motoniveladora	140H-02	OZ.MT.012	720	660	456	98.8	90.8	86%	86%	63%	80%	33	6.5	456	14
Motoniveladora	16M-03	OZ.MT.020	720	660	494	47.0	44.0	93%	93%	69%	80%	82	7.3	494	6
Total Motoniveladora			1,440	1,320	950	146	135	90%	90%	66%	80%	35	5.0	950	27
Excavadoras	325DL-08	OZ.EX.035	720	660	152	65.7	60.7	91%	91%	21%	25%	9	3.6	152	17
Excavadoras	336D2D-07	OZ.EX.044	720	660	282	47.8	45.3	93%	93%	39%	46%	40	6.5	282	7
Total Excavadoras Auxiliares			1,440	1,320	433	114	106	92%	92%	30%	36%	18	4.4	433	24
Rodillo Vibratorio	CS56B-01	OZ.RV.018	720	660	232	23.7	22.2	97%	97%	32%	36%	116	11.1	232	2
Total Rodillo Vibratorio			720	660	232	24	22	97%	97%	32%	36%	116	11.1	232	2
Total general Flota De Soporte			7,920	7,260	4521	530	493	93%	93%	57%	67%	45	4.9	4521	100

EQUIPOS STAND BY EQUIPO PES/COD MINA		CECO	ESTADO
Excavadoras	365CL-06	0Z.EX.041	OPERATIVO
Perforadoras	DM45-01	0Z.PE.022	OPERATIVO
EQUIPOS STAND BY VOLQUETES COD MINA		CECO	ESTADO
Volquete VOLVO	6	0Z.VQ.139	OPERATIVO
Volquete VOLVO	7	0Z.VQ.150	OPERATIVO
Volquete VOLVO	8	0Z.VQ.154	OPERATIVO
Volquete VOLVO	10	0Z.VQ.134	OPERATIVO
Volquete VOLVO	25	0Z.VQ.147	OPERATIVO
Volquete VOLVO	27	0Z.VQ.152	OPERATIVO
Volquete VOLVO	28	0Z.VQ.141	OPERATIVO
Volquete SCANIA		0Z.VQ.088	DESMOVILIZAR

RESUMEN KPI – PERFORACION

AÑO:	2016				
MES:	JULIO				
Total Días:		7	7	6	7
				4	31

ACTIVIDAD: PERFORACION

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	30	46	43	50	49	50	29	57	51	50	54	37	50
DML-02	30	35	44	42	57		41	54	46	43	52	57	51
DML-03	30			55		51	56			42	68	50	53

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	38	56	64	71		66	65	65	64	71	63	62	65
DML-02	38	62	65	60	67		82	77	68	67	77	62	70
DML-03	38			74	77	84	75			61	92	69	74

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	mp	15,215	11,002	12,221	12,445	11,240	16,630	4970	5179	4244	2858	2194	19,444
DML-02	mp	6,563	13,343	14,985	14,238		20,169	5093	4377	4011	3146	2220	18,847
DML-03	mp			2,670		12,537	29,362			445	4284	2035	6,763

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	20	22.2	31.1	24.5	23.4	26.1	22.8	36.9	22.8	42.5	22.8	11.2	27.2
DML-02	20	22.9	46.9	22.2			20.7	27.7	21.7	35.7	20.0	21.2	25.3
DML-03	20				26.4	29.8	22.4			32.0	28.0	14.6	24.9

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	90%	92%	95%	96%	55%	87%	95%	95%	99%	87%	100%	99%	96%
DML-02	90%	94%	95%	95%	92%		93%	96%	97%	90%	89%	99%	94%
DML-03	90%			89%	85%	96%	85%			99%	100%	98%	99%

JULIO													
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
DM45 N° 1	90%	56%	34%	40%		55%	48%	64%	66%	68%	52%	87%	68%
DML-02	90%	54%	43%	39%	58%		59%	62%	67%	70%	58%	69%	65%
DML-03	90%				60%	48%	64%			91%	56%	73%	74%

RESUMEN KPI – CARGUIO

AÑO:	2016				
MES:	Julio				
Total Días:		7	7	6	7
				4	31

ACTIVIDAD: CARGUIO

1. Rendimiento Tn/Hm								JULIO					
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
EXC390-CAT	1000	999	1093	1041	966	1031	1107	1084	1114	991	1080	979	1050
EXC 374-01	850	679	748	782	752	944	996	885	771	957	991	862	893
EXC 374-02	850	875	902	895	1036	995	1009	897	996	1047	948	624	902
EXC 374-03	850	704	664	734	698	951	842	947	731	926	958	983	909
EXC 365-06	700		735	494	450	816	694	676	308	774	323	165	449
EXC 365-08	700					413	671	844	779	776	800	579	755

2. Toneladas cargadas Tn								JULIO					
Equipo		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
EXC390-CAT	Tn	499,844	628,894	660,281	516,652	275,787	662,237	162,355	158,480	68,929	142,063	66,047	597,873
EXC 374-01	Tn	278,383	394,986	414,752	422,862	212,407	594,629	115,638	115,751	53,137	116,806	62,112	463,445
EXC 374-02	Tn	235,843	457,668	439,214	502,423	269,831	564,214	124,481	135,405	67,351	139,903	30,202	497,342
EXC 374-03	Tn	122,771	320,978	368,087	340,847	231,269	472,560	125,735	107,441	59,103	126,239	59,878	478,397
EXC 365-06	Tn		33,787	175,285	158,536	162,909	183,220	17,820	4,010	34,914	14,857	300	71,901
EXC 365-08	Tn					15,284	279,992	107,276	104,759	12,000	107,726	27,120	358,881

3. Consumo Combustible Gln/Hm								JULIO					
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
EXC390-CAT	22	13.8	17.8	13.6	17.8	17.7	17.9	18.3	17.6	18.1	18.0	16.9	17.8
EXC 374-01	18	13.5	14.6	14.4	14.6	11.2	15.1	14.7	14.6	15.9	15.6	13.8	14.9
EXC 374-02	18	12.5	15.3	13.0	15.8	15.3	15.1	15.4	15.6	15.4	15.8	13.8	15.2
EXC 374-03	18	11.2	12.6	16.5	13.8	15.3	14.8	14.6	14.2	16.7	15.2	13.9	14.9
EXC 365-06	15		19.0	13.6	12.9	15.6	13.6	17.7	11.4	13.5	9.3		13.0
EXC 365-08	15					18.2	16.5	12.5	14.3	14.0	12.8	15.0	13.7

4. Disponibilidad Mecánica %													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
EXC390-CAT	90%	80%	80%	80%	94%	99%	97%	99%	100%	100%	94%	100%	99%	
EXC 374-01	90%	92%	92%	92%	93%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	
EXC 374-02	90%	80%	80%	80%	96%	99%	99%	100%	98%	100%	99%	97%	99%	
EXC 374-03	90%				98%	100%	98%	99%	100%	100%	93%	99%	98%	
EXC 365-06	90%				81%	99%	93%	97%	94%	100%	99%	95%	97%	
EXC 365-08	90%				96%	96%	98%	99%	99%	99%	99%	98%	99%	

5. Utilización %													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
EXC390-CAT	90%	71%	80%	97%	95%	88%	89%	90%	93%	94%	86%	94%	91%	
EXC 374-01	90%	65%	78%	92%	94%	85%	91%	83%	90%	93%	91%	91%	90%	
EXC 374-02	90%	79%	78%	88%	96%	88%	87%	91%	90%	92%	90%	88%	90%	
EXC 374-03	90%	56%	69%	91%	89%	91%	86%	92%	91%	92%	87%	91%	91%	
EXC 365-06	90%		45%	72%	68%	63%	69%	62%	53%	72%	49%	0%	47%	
EXC 365-08	90%				0%	42%	77%	85%	90%	79%	93%	78%	85%	

6. Demoras Operativas Promedio/día													JULIO	
Equipo	Hrs/día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
EXC390-CAT	Hrs/día	0.05	0.02	0.03	0.03	0.01	0.94	2.34	0.45	0.15	0.61	0.05	0.72	
EXC 374-01	Hrs/día	0.08	0.04	0.07	0.02	0.01	0.82	4.45	0.82	0.43	0.78	0.02	1.30	
EXC 374-02	Hrs/día	0.07	0.02	0.02	0.02	0.03	1.21	2.23	0.22	0.32	0.52	0.20	0.70	
EXC 374-03	Hrs/día	0.09	0.01	0.02	0.03	0.02	0.79	1.73	0.48	0.00	0.37	0.04	0.52	
EXC 365-06	Hrs/día		0.07	0.06	0.05	0.04	1.22	5.42	0.00	0.00	0.23	0.00	1.13	
EXC 365-08	Hrs/día					0.03	1.01	3.70	1.15	0.12	0.63	0.38	1.20	

7. Demoras No Operativas Promedio/día													JULIO	
Equipo	Hrs/día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
EXC390-CAT	Hrs/día	0.35	0.40	0.46	0.75	0.36	0.92	0.29	1.83	1.27	1.64	0.77	1.16	
EXC 374-01	Hrs/día	0.39	0.48	0.70	0.98	0.39	0.96	0.00	2.47	1.53	1.90	1.04	1.39	
EXC 374-02	Hrs/día	0.38	0.42	1.04	0.81	0.35	0.98	0.03	2.02	1.61	1.86	1.20	1.34	
EXC 374-03	Hrs/día	0.58	0.63	0.68	0.86	0.55	1.62	0.36	2.18	1.64	1.68	0.97	1.37	
EXC 365-06	Hrs/día		1.40	0.95	1.32	0.65	2.27	0.80	2.72	3.58	6.24	0.00	2.67	
EXC 365-08	Hrs/día					1.87	2.67	0.17	2.28	2.58	1.50	2.54	1.81	

RESUMEN KPI – TRANSPORTE

AÑO: 2016
 MES: JULIO
 Total Días:

7 7 6 7 4 31

ACTIVIDAD: TRANSPORTE

Total Días: 7 7 6 7 4 31

1. Promedio de Volquetes en circulación por día

								JULIO					
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
Flota Mercedes	45		12	21	40	45	51	46	47	49	48	45	47
Flota SCANIA	40	17	30	22	10								
Flota Volvo	15	21	18	17	15	15	15	16	15	14	14	12	14

2. Performance Transporte

								JULIO					
Equipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Monto Val. US\$	521,843	790,507	956,333	1,009,685	880,136	1,460,816	349,053	349,053	299,189	349,053	199,459	1,545,808	
Horas Valorizadas Hm	14,631	23,124	26,340	23,461	19,537	35,545	7,672	7,198	6,301	7,247	3,826	32,243	
Horas Horómetro Hm	16,659	25,896	28,905	26,992	22,037	41,414	7,958	8,452	7,457	8,663	4,697	37,228	
Var. Hrs. Horom Vs Hrs Val. %	12%	11%	9%	13%	11%	14%	4%	15%	16%	16%	19%	13%	
Val Prom. De Volque \$/día:	13733	13175	15939	15534	14669	22134	5541	5541	4826	5630	3562	5020	
Rendimiento Tn/Hm:	98	102	106	110	112	89	82	84	79	81	68	79	

3. Parámetros de Transporte

								JULIO					
Distancias	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado
Tajo La Llave - Botadero Km	3.2	3.2	3.0	3.1	3.3	3.1	3.3	3.35	3.69	3.51	3.90	3.91	3.7
Tajo La Llave- Canchas km	3.4	3.4	3.4	3.6	3.8	3.6	3.7	3.60	3.72	3.64	3.62	3.62	3.6
Tajo Metro - Botadero km	2.2	2.3	2.3	2.4	2.7	2.7	2.6	2.60	2.72	2.29	3.01	2.99	2.7
Tajo Metro - Canchas Km	2.4				2.7	3.0	2.8	-	-	-	3.72	3.82	1.5
Tajo Estabilización - Botadero K	2.8	2.5	3.0	3.0	3.1	3.3	3.2	2.25	3.23	2.94	3.29	3.30	3.0
Tajo Estabilización - Canchas Kr	3.0		3.1	3.7	3.3	4.0	3.6	-	3.37	3.36	2.98	2.99	2.5

4. Consumo Combustible Gln/Hm													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Flota Mercedes	5		5.71	5.78	6.26	5.77	5.99	6.00	6.10	6.09	6.18	6.26	6.13	
Flota SCANIA	5	5.01	5.15	5.01	4.62								#¡DIV/0!	
Flota Volvo	5	5.81	5.63	5.30	5.49	5.42	5.05	4.80	3.90	3.70	4.38	3.46	4.05	
		108%	110%	107%	109%	112%	110%	108%	100%	98%	106%	97%	123%	
Promedio		5.41	5.50	5.36	5.45	5.60	5.52	5.40	5.00	4.90	5.28	4.86		

5. Disponibilidad Mecánica % y Utilización													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Disponibilidad %	90%	76%	81%	71%	96%	96%	97%	96%	95%	97.0%	96.0%	94%	96%	
Utilización %	90%	54%	59%	68%	62%	80%	81%	80%	81%	82.0%	83.0%	79%	81%	

6. Demoras Operativas Promedio/día													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Flota Mercedes	Hrs/día		1.62	1.74	1.74	1.52	2.32	1.73	1.65	1.69	1.72	1.82	1.72	
Flota SCANIA	Hrs/día	1.74	1.74	1.74	1.74		0.00						0.00	
Flota Volvo	Hrs/día	1.74	1.52	1.74	1.74	1.52	2.07	1.76	1.80	1.74	1.75	1.79	1.77	

7. Gasto Adicional por Combustible													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Utilización Flota US\$		22,929	31,823	28,736	40,228	29,220	67,508	3,229	13,099	11,824	15,622	8,847	52,621	
Por Ratio de D2		14,338	26,832	21,919	25,600	27,400	44,729	6,650	0	-1,636	5,067	-1,374	8,708	

8. Precio Combustible \$/Gln													JULIO	
Equipo	Plan	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	1ra Sem	2da Sem	3ra Sem	4ta Sem	5ta Sem	Acumulado	
Todos	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	