

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Tesis N° 339

GRADO: TITULO PROFESIONAL

El Secretario Academico - Administrativo de la Facultad de Ingeniería de Minas, Certifica que el Decano de la Facultad ha designado como Jurados a:

Ing° Salomón Ortiz Quintanilla Presidente

Ing° Carlos Huiso Cerri 1er. miembro - secretario

Ing° Jorge Segura Navila 2do miembro

Para examinar y dictaminar el Tema: Análisis de la distribución y Rendimiento

de las Equipos de Servicio y Transporte en la Empresa Contratista

SME SPA MINA Colquijirca de SMDA

Presentado por el Señor Bachiller Wilfredo Lorenza Carrizosa

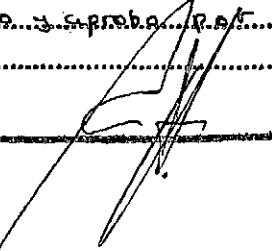
La código 2001-2066 que es sustento y se proba por

Unanidad el 14 de junio 2010

El Jurado:







Tacna,

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería de Minas

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

**“ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y RENDIMIENTO
DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y TRANSPORTE
EN LA EMPRESA CONTRATISTA SMCGSA,
MINA COLQUIJIRCA DE SMBSA”**

TESIS

Presentada por:

Bach. WILFREDO LORENZO CARITA MARCA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

**TACNA - PERÚ
2010**

DEDICATORIA:

A MIS PADRES, ESPOSA Y
TODA MI FAMILIA; POR SU
ESFUERZO E INCONDICIONAL
APOYO.

AGRADECIMIENTO

Es mi deseo agradecer a mi asesor el Ing. Carlos Huisa por su valioso aporte con sus responsables observaciones, correcciones y recomendaciones con las que pude concluir el presente trabajo.

Finalmente agradezco a todos los ingenieros de la facultad de minas que contribuyeron a mi formación profesional.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA | IV |
| RESUMEN | X |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I | |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | |
| 1.1 Planteamiento General del Problema | 5 |
| 1.2 Justificación de la Investigación | 7 |
| 1.3 Objetivos | 8 |
| 1.3.1 Objetivo General | 8 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 8 |
| 1.4 Hipótesis | 9 |
| 1.5 Operacionalización de Variables | 9 |
| CAPITULO II | |
| GENERALIDADES | |
| 2.1 Ubicación | 10 |
| 2.2 Accesibilidad | 10 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.3 | Suelo y Clima | 12 |
| 2.4 | Fisiografía | 12 |
| 2.5 | Recursos Naturales | 13 |
| 2.5.1 | Recursos Hídricos | 13 |
| 2.5.2 | Recursos Flora y Fauna | 13 |
| 2.5.3 | Recursos Socio - Económicos | 14 |
| 2.6 | Historia de la Mina | 15 |
| 2.7 | Biografía de la Empresa Contratista San Martín (SMCGSA) | 19 |

CAPITULO III

GEOLOGÍA GENERAL

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 3.1 | Geología Regional | 25 |
| 3.2 | Geología Local | 27 |
| 3.2.1 | Litología y Estratigrafía | 27 |
| 3.2.2 | Rocas Intrusivas | 31 |
| 3.3 | Geología Estructural | 31 |
| 3.3.1 | Plegamientos | 31 |
| 3.3.2 | Fallamientos | 33 |
| 3.4 | Geología Económica | 34 |
| 3.4.1 | Mineralización | 34 |
| 3.4.2 | Reservas de Mineral | 37 |

CAPITULO IV

OPERACIONES DE MINADO EN LA MINA COLQUIJIRCA

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.1 | Introducción | 41 |
| 4.2 | Organización y Dirección de las Operaciones | 42 |
| 4.3 | Operaciones Mineras | 46 |
| 4.3.1 | Producción | 46 |
| 4.3.2 | Parámetros Técnicos del Tajo Abierto | 49 |
| 4.4 | Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura | 50 |
| 4.5 | Trabajo Desarrollado por la Contrata San Martin en SMEBSAA | 52 |
| 4.5.1 | Estudio de la Operación de Carguío y Transporte en la Contrata San Martin | 53 |
| 4.5.2 | Costo de Propiedad y Operación | 60 |
| 4.5.3 | Planeamiento Operacional Programado por SMEBSAA | 62 |

CAPITULO V

ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y TRANSPORTE EN SMCGSA

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 5.1 | Introducción | 64 |
| 5.2 | Fundamento del Análisis de Disponibilidad y Rendimiento por el sistema Empírico | 65 |
| 5.2.1 | Formulas Utilizadas para Determinar la Disponibilidad de los Equipos | 65 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.2.2 | Dimensionamiento de la Flota de Volquetes | 70 |
| 5.2.3 | Disponibilidad Mecánica de los Equipos de la Contrata SMCGSA | 72 |
| 5.2.4 | Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en el Mes de Julio | 75 |
| 5.2.5 | Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en el Mes de Agosto | 110 |
| 5.2.6 | Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en el Mes de Setiembre | 123 |
| 5.2.7 | Resumen General de la Producción Mensual | 136 |
| 5.2.8 | Factor de Acoplamiento entre la Flota de Transporte y Carga para Las Rutas N° 01, 02 y 03 | 138 |
| 5.2.9 | Factor de Acoplamiento entre la Flota de Transporte y Carga para La Ruta N° 04 | 144 |
| 5.3 | Tiempo Óptimo de Reemplazo de los Equipos | 146 |
| 5.3.1 | Fundamento Teórico de Reemplazo de Equipo | 146 |
| 5.3.2 | Análisis de Tiempo de Reemplazo de Equipo en SMCGSA | 148 |
| 5.4 | Organización y Control de Mantenimiento de los Equipos | 149 |
| 5.4.1 | Organización de Mantenimiento | 149 |
| 5.4.2 | Mantenimiento de Equipo en SMCGSA | 150 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

| | |
|--|------------|
| ANEXO 1: Precio y Costo de Alquiler de Equipo de SMCGSA- Mina Colquijirca | 157 |
| ANEXO2: Tiempo Optimo de Reemplazo de un Equipo | 162 |
| ANEXO 3: Mantenimiento Programado de los Equipos de la Empresa San Martin | 167 |
| ANEXO 4: Rendimiento Comparativo por el estudio de Tiempos en Equipos De Carguío y Transporte | 169 |

RESUMEN

Queda claro que el conocimiento y control de los rendimientos es especialmente importante, pues con ellos se determina, en primer lugar, la capacidad de producción que es posible alcanzar, en segundo lugar, su efectividad y, por último, el potencial productivo y rentabilidad económica del proyecto. Por otro lado, el conocimiento de los rendimientos es indispensable para llevar a cabo una planificación del trabajo y para la selección de los equipos más adecuados, de su tamaño y número. Realizado el estudio analítico en forma empírica de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte en los meses de Julio, Agosto y Setiembre dio los siguientes resultados:

- Los equipos de carguío compuesto de RE- 18, RE- 79AL , RE- 86AL y CH-01 arrojaron una producción promedio de: Ruta 01 (53,71 m³/h), Ruta 02 (53,18 m³/h), Ruta 03 (31,79 m³/h), y Ruta 04 (85,92 m³/h), demostrando que en el mes de Setiembre hubo problemas de bajo rendimiento en la Ruta 03.
- Los equipos de transporte compuesto por camiones Volvo FM 12 (8x4) de 20 m³ y camiones Komatsu de 40 m³, dio como producción de 100% de lo programado, demostrando deficiencia en los meses Agosto y Setiembre, donde la Ruta 01 falto en cumplir lo calculado en un 22% y 27%.
- El factor de acoplamiento fue de 3 excavadoras y 11 volquetes a un costo unitario de 1,44 US \$/t

INTRODUCCION

La crisis internacional ha impactado la actividad económica en el Perú de distinta manera a lo experimentado por otras economías. El sector bancario ha soportado en relativa calma el caos financiero externo, lo cual ha dado tiempo a las empresas y al estado para prepararse para un futuro inmediato más difícil; sin embargo, se ha visto una desaceleración del crédito y la revaluación del tipo de cambio. Al mismo tiempo, los sectores exportadores como la agroindustria y la minería se han visto afectados por los menores precios de sus productos y la reducción en la disponibilidad de crédito.

El Brocal y la contrata (SMCGSA) no son ajenos a estos eventos. Una reducción marcada de los precios de los metales, en un periodo de tiempo relativamente corto, hoy un 50% más bajo de sus picos Históricos recientes.

La administración de la empresa ha adoptado las acciones necesarias para mejorar sus márgenes y reducir sus costos, de manera tal que les permita enfrentar la compleja coyuntura actual en forma exitosa.

Es en este contexto que, en el segundo trimestre del año 2009, el directorio aprobó un programa de expansión de operaciones, que involucra el incremento

de producción de minerales así como triplicar la capacidad de tratamiento de los procesos metalúrgicos hasta 18000 toneladas por día. Ello permitirá el aprovechamiento de los minerales de menor ley de plomo y Zinc del flanco La Llave y de cobre de Marca Punta Norte. Para el programa de desbroce se realiza un contrato con la empresa SMCGSA.

San Martín Contratistas Generales es considerado una de las mejores empresas en el ámbito de la Minería Peruana teniendo como prioridad asegurar los resultados de producción pactados, cumpliendo los más elevados estándares de calidad Internacional, prestando sus servicios en el ámbito de la Minería, construcciones y equipos.

El alto exigencia de San Martín Contratistas Generales satisface las expectativas de toda su cartera de clientes en el rubro de Minería.

La razón social de SMCGSA en la mina Colquijirca Sociedad Minera el Brocal es mover material de desbroce aplicando una serie de procesos empezando en el planeamiento, carguío, transporte, llenado de vacíos, botaderos y costos.

Según el programa de la Minera el Brocal para el movimiento de desbroce, corresponde el 44% a la zona "Inpit – Llave" dentro de los bancos 4306, 4300, 4294, 4324, 4318, y 4312, dicho movimiento lo efectuará la contrata San Martín.

Este trabajo fue desarrollado en el periodo de los meses julio, agosto y septiembre 2009 (toma de datos) y consta de V capítulos divididos de la siguiente manera:

- Capítulo I: Planteamiento del problema, justificación de la Investigación, objetivos, Objetivo General y específicos, hipótesis y Operacionalización de variables.
- Capítulo II: Generalidades, se desarrolla la ubicación, accesibilidad, recursos naturales, suelo y clima, Fisiografía, la historia de la mina, Biografía de la Empresa Contratista San Martín.
- Capítulo III: Geología, se describe la Geología Regional, Estructural, Plegamientos, Fallamientos y estratigrafía, Geología Local y Geología Económica.
- Capítulo IV: Operaciones de Minado, aquí se describe la organización y dirección de las operaciones mineras, Operaciones Mineras en general, Operaciones de perforación y Voladura, características y técnicas, planeamiento de Minado y las operaciones unitarias, Costo de propiedad.
- Capítulo V: Análisis de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte en la SMCGSA, Fundamento del análisis de la disponibilidad, Formulas principales utilizados para determinar la disponibilidad de los equipos, Dimensionamiento de la Flota de Volquetes, Estudio analítico y empírico de equipos de carguío y

transporte, cálculo del factor de acoplamiento y tiempo óptimo de
reemplazo, Organización y Control de Mantenimiento de los Equipos.

Se termina con conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento General del Problema

El programa de exploraciones desarrollada durante el año 2008 fue muy intenso en el Brocal y permitió perforar 51444 metros de sondaje, con una inversión US\$ 14 millones con ello, se ha concluido el programa en el flanco La Llave y luego del logeo, la interpretación de los estudios y los análisis respectivos a incorporado al sistema de ubicación del tajo Norte.

De otro lado, el análisis de los testigos perforados en Marca Punta Norte ha confirmado la extensión de la mineralización de cobre arsenical al sur de la zona en explotación y su progresiva profundización, definiendo que el cobre no arsenical esta en delgadas estructuras y que las zonas considerada como Skarn, tiene contenido de calcopirita.

Es en este contexto que la Empresa Minera el Brocal Requiere realizar el desbroce de las zonas antes mencionado y firma contrato con la Empresa Contratista San Martin. Pero la SMCOSA tiene problemas en la sincronización de los equipos de carguío con el de transporte, porque todos los fabricantes de maquinas indican las capacidades de sus unidades,

generalmente, de dos formas distintas, en peso y en volumen, por otro lado es necesario tener en cuenta la disponibilidad mecánica o simplemente disponibilidad, definida como la disposición de los equipos para actuar durante el tiempo de trabajo programado, es decir hay que considerar las pérdidas de horas de trabajo debido a averías intempestivas y a reparaciones programadas o rutinas de mantenimiento.

Otros factores que afectan son el clima extremo, ambiente polvoriento, con materiales densos y abrasivos, la localidad de operación será deficiente y las prestaciones se verán afectadas de forma adversa debido a las malas condiciones de trabajo, otro problema que afronta SMCGSA es, los tiempos de ciclo del camión y la compatibilidad de equipos.

El tiempo de ciclo de un camión, se refiere al tiempo promedio requerido por el camión en recorrer un circuito. El factor de compatibilidad (*match factor*), representa el número ideal de camiones asignados a una pala. Este equivale al tiempo de ciclo total dividido por el tiempo de carga promedio. El tiempo de ciclo para cada viaje, se ve afectado por los tiempos de espera en los puntos de carga y descarga y, además, por interferencias con vehículos más lentos durante el recorrido, los cuales no pueden ser pasados, y de la velocidad a la que los distintos conductores proceden bajo variadas condiciones.

Los tiempos de carga en la pala, son a menudo, sumamente variables, debido a las condiciones de fragmentación resultantes, la necesidad de

reposicionamiento de la pala, etc. Los puntos de descarga, generalmente en la chancadora, suelen ser uno de los puntos de mayor tiempo de espera para el camión. En muchas ocasiones, la chancadora suele trabarse por rocas de excesivo tamaño, parando la operación de descarga hasta que el problema haya sido solucionado. Al ser la chancadora utilizada por todos los camiones que transportan mineral, una falla de la misma, será mucho más seria que de producirse en una de las varias palas en operación. El resultado final, será que los tiempos de ciclo de transporte, exhiben cierta dispersión. Una consecuencia de esto es que no es posible predecir de manera precisa la generación de turnos con sólo tener conocimiento del ciclo de camiones y los tiempos de carga.

La administración de la empresa ha adoptado las acciones necesarias para mejorar sus márgenes y reducir sus costos, de manera tal que les permita enfrentar la compleja coyuntura actual en forma exitosa. Bajo este principio es que se plantea la siguiente interrogante de investigación ¿Un estudio analítico de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte podrá optimizar la productividad de la SMCGSA en la mina Colquijirca?

El tipo de investigación es de campo de nivel descriptivo correlacional.

1.2 Justificación de la Investigación

La investigación se justifica por las siguientes razones:

- Es original porque se trabaja con datos reales de campo tomados en formatos.
- Es relevante porque ayudara a la empresa en:
 - Reducción de sus costos operativos en el sistema de carguío y transporte
 - Mejoramiento en el ciclo operativo con la sincronización entre camiones y palas
 - Ordenamiento en la gestión de la empresa
- La otra razón es que servirá para lograr optar el titulo de ingeniero de Minas al suscrito.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio analítico de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte, para optimizar la productividad de la Empresa SMCGSA en la mina Colquijirca.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Establecer el estudio de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte por el sistema empírico
- b) Desarrollar el factor de acoplamiento entre los equipos de carguío y transporte
- d) Precisar la existencia de viabilidad de productividad en las operaciones de minado.

1.4 Hipótesis

Es Probable que con un estudio de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte mejore la productividad de la empresa SMCGSA en la mina Colquijirca.

1.5 Operacionalizacion de Variables.

a) Análisis empírico de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte

Indicadores:

- Equipos
- Estudio de tiempos
- Rendimientos
- Disponibilidad del equipo
- Mantenimiento
- Horas – Maquina
- Horas – Hombre

b) Mejora de la Productividad

- Sincronización de equipo carguío – transporte
- Teoría de colas
- Toneladas por hora
- Costos

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación

El yacimiento minero de Colquijirca perteneciente a Sociedad Minera El Brocal S.A. se ubica en el distrito de Tinyahuarco, al sur de la Ciudad de Cerro de Pasco, Provincia y Departamento de Cerro de Pasco, a 4,356 m. s. n.m. sus coordenadas geográficas son:

76°16'24" longitud oeste y

10°46'24" latitud sur.

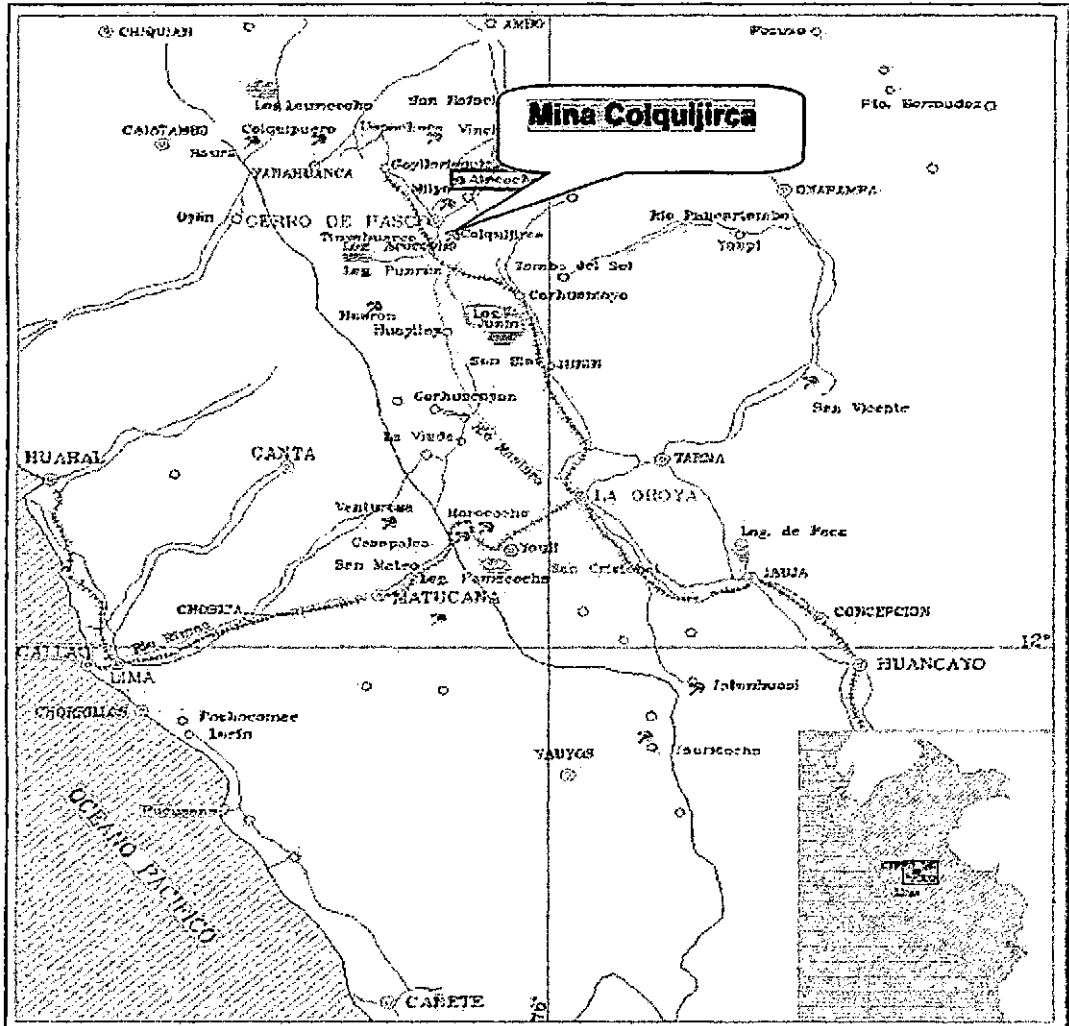
Ver la ubicación en el Plano N° 01

2.2 Accesibilidad

Es accesible por las siguientes rutas:

- *Vía Carretera Central Lima-Oroya-Cerro de Pasco* 305 km
- *Cerro de Pasco-Tinyahuarco* 5 km
- *Lima-Oroya-Chicrín* asfaltada 332 km

También es accesible desde Lima hasta Huánuco por medio de vía aérea y luego, Huánuco-Chicrín por carretera asfaltada con 81 km.



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESO – MINA COLQUIJIRCA

PLANO Nº 01

Dib : W. Carita

Escala : 1 : 5000

2.3 Suelo y Clima

Los suelos de la zona son pocos profundos, de textura media con un horizonte tipo A (superficial), de características ácidas y de color negro. El horizonte B es de un color pardo amarillento clasificado como suelos inceptisoles. Los litosoles se hallan limitados por roca consolidado continua de 25 cm. De profundidad, según la clasificación de tierras, el área donde se ubica la mina, corresponde a zonas de uso de tierras aptas para cultivo permanente y silvicultura.

El clima según datos de la estación meteorológica de Huaraucaca (1999 – 2008) la temperatura promedio en la zona varia entre un mínimo de -3,8 °C y un promedio máximo de 13,5 °C; el 80% de la precipitación se produce entre los meses de octubre y abril con un promedio mensual que varia entre 115 mm y 182 mm, pudiendo alcanzar valores de hasta 348 mm.

La evaporación promedio mensual durante los años 1996 – 2008 alcanzo a 77,67 mm por mes, mientras que el promedio anual alcanza hasta los 1003 mm. La humedad relativa media mensual fluctúa entre 92,8 % a 42,4 %.

2.4 Fisiografía

La unidad minera se ubica en la región alto andina, presenta una topografía suave conformada por áreas extensas ligeramente onduladas y suaves, las mismas se extienden constituyendo las pampas de Junín, tiene los ríos de pendiente poco pronunciada y algunos picos dispersos (cerro

Marcapunta que alcanza una altitud de 4 458 msnm) Entre los ríos de mayor importancia que atraviesa la zona es el río San Juan.

2.5 Recursos Naturales

2.5.1 Recursos Hídricos

El proyecto se extiende sobre la cuenca del río San Juan y río Andacancha. El primero nace de la confluencia de los ríos Yurajhuanca y Quiulacocha, recorriendo aproximadamente 32 km. Hasta su confluencia con el río Blanco, luego toma dirección norte – sur hasta desembocar en la laguna Chinchaycocha. El régimen del río San Juan es permanente y recibe aportes de diversos tributarios como los ríos Gasham, Acococha, Huarupampa y Racuragra, todos en dirección oeste – este. El río San Juan tiene un caudal promedio de 9 400 l/s y aguas arriba de la planta concentradora 9 160 l/s.

2.5.2 Recursos Flora y Fauna

- **Flora.-** En el área del proyecto se encuentra zonas de vida denominada páramo muy húmedo sub-alpino tropical. En la zona predomina 7 formaciones vegetales y ecosistemas, los cuales son: Pedregal, Bofedal, césped de puna, pajonal, aguas lenticas, aguas loticas y roquedal.
- **Fauna.-** Se registraron un total de 44 especies de aves, siendo los más numerosos los passeriformes con 24 especies. El tajo

abandonado de San Gregorio constituye un hábitat para algunas aves. El fondo inundado del tajo es utilizado como sitio de descanso y anidamiento por algunas aves. A 18 km al sur del área de la mina, se encuentra la Reserva Nacional de Junín, reconocida por la convención Ramsar como Humedal de importancia Internacional. El lago Junín es el hábitat de dos especies amenazadas: el Zambullidor de Junín y Gallineta de Junín.

2.5.3 Recursos Socio – Económico

El área de influencia directa social comprende el distrito de Tinyahuarco que posee 5 260 habitantes, donde oficialmente existen 6 comunidades campesinas reconocidas por el Ministerio de Agricultura.

Las comunidades de Huaraucaca y Smelter, tienen una extensión de 1676,10 ha y 1134,75 ha, respectivamente. La población económicamente activa (PEA) calculada sobre un total de 737 habitantes, es de 48,3% con un 89,93 % de población ocupada (fuente laboral: Comercio con un 28,3 %, seguido por la minería con un 27,3 %, agricultura y ganadería tienen un 17,3 % y el 10,7 % de desocupados.

La comunidad de huaraucaca, cuenta con abastecimiento de agua, energía eléctrica y servicios higiénicos, en Smelter el agua es distribuida por pilones públicos.

2.6 Historia de la Mina

Se sabe que los Tinyahuarcos, diligente y aguerrida tribu pre-incaica, cuyo asentamiento y fortaleza era la estratégica elevación de Puntac-Marca, hoy Marcapunta, ya trabajaban la plata con relativa facilidad. Estos primitivos orfebres, cuyas dotes artesanales eran muy sencillas, sufrieron la interrupción de su progreso artístico con la llegada de los españoles. Los Tinyahuarcos, extraían la plata de las faldas del cerro ubicado frente a Puntac-Marca, que por poseer abundancia y calidad desde aquellos tiempos era conocido como GOLGUE (plata), JIRCA (cerro), hoy Colquijirca, es decir "cerro de la plata".

El inca Pachacutec, gran organizador del imperio incaico, notable estadista y empeñoso conquistador, con los ejércitos imperiales al mando de su hermano Capac Yupanqui, se dedicaba a conquistar toda la actual zona central del Perú, librando para ello, encarnizadas batallas con los Huancas, Xauxas, Tarumas, Pumpus y Yaros, entre éstos asimilados al Tahuantinsuyo por pacíficos arreglos luego de infructuosas batallas. Ya sometido al imperio, Golquejirca era uno de los lugares más pródigos en la producción del blanco y noble metal.

La llegada de los hispanos cambió el destino de este paraje. Cuando hubo que pagar el rescate del Inca Atahualpa, se recibió la orden de enviar a Cajamarca toda la existencia almacenada de minerales preciosos. Golquejirca cumplió el mandato. Tan extraordinarios y abundantes eran los

envíos, que el mismísimo Hernando Pizarro, organiza una expedición para conocer personalmente este emporio.

El joven cronista, Miguel de Astete, nos dice que al llegar a Golguejirca, encuentran a una tropa de indios conduciendo cuatrocientas arrobas de plata fina y ciento cincuenta de oro, a lomo de numerosísimas llamas, para pagar el rescate del Inca. Era el 12 de marzo de 1533.

Cuando el 12 de enero de 1549, don Pedro de la Gasca otorga la encomienda de los Yaros y Chaupihuarangas a don Joan Tello de Sotomayor, los españoles llegan en tropel a la zona y comienzan a trabajar con denuesto las minas de Golguejirca. Para estar más cerca de los yacimientos van a afincarse en terrenos cercanos a un antiquísimo pueblo llamado Putaca, y allí fundan la Villa de Nuestra Señora de las Nieves de Pasco, el 5 de agosto de 1570.

En el año de 1880, la mina Colquijirca, propiedad del ciudadano español Manuel Clotet, fue cedida a su yerno, Eulogio Fernandini. En 1886, se inician los trabajos del socavón principal de Colquijirca que posteriormente se llamo el "Socavón Fernandini". La ejecución de la obra de 900 metros de longitud, tomo 13 años llegando por fin con tenacidad y esfuerzo a encontrar vetas de plata, plomo y zinc. Para 1889, se tenía instalada la Fundición de Huaraucaca, para la producción de barras de plata, cuya instalación y manejo estuvo a cargo del ingeniero Antenor Rizo Patrón. En ella, se realizaban diversos procesos, tales como: preparación mecánica,

fundición, amalgamación, lixiviación de plata y bismuto, cianuración, etc., para la obtención de mejores rendimientos según la composición y riqueza de las minas. Se beneficiaron minerales sulfurados y oxidados de cobre, en hornos de mangas o water jackets, previa calcinación en reverberos.

En 1921, la empresa, Negociación Minera Eulogio E. Fernandini, decidió cerrar la fundición y reemplazarla por una planta de flotación ubicada en el mismo lugar. En esa época, la flotación era una tecnología revolucionaria que reemplazó rápidamente a las fundiciones primitivas que hacían las veces de concentradoras. A la muerte de Eulogio Fernandini, en 1938, sus hijos se hicieron cargo de la empresa, modificando su nombre a "Negociación Fernandini Clotet Hermanos" que incluía tanto negocios mineros como agrícolas. El 7 de mayo de 1956, se registró como "Sociedad Minera El Brocal S.A."

En 1960, se instala el primer molino de barras e inicia su crecimiento. En 1962, la planta concentradora producía 480 t. por día y en 1972, llega a 510 t. por día. En 1973, se inicia los trabajos de tajo abierto "Mercedes-Chocayoc", mientras en la zona de Marcapunta, se explotaba por método subterráneo.

En 1974, se paraliza la explotación subterránea convencional, y, se intensifica el desbroce del tajo abierto, elevando la producción a 580 y posteriormente hasta las 1,000 t. por día. Entre 1980 y 1981, se incrementan las actividades en el tajo abierto, lográndose producir 1,500 t. por día de

mineral. En 1990 y 1991, se tratan 1750 t. por día y 2000 t. por día de mineral respectivamente, proveniente de los tajos Principal y Mercedes-Chocayoc.

A partir de 1994, se inicia un programa agresivo de exploraciones a través de perforaciones diamantinas, lo cual permitió identificar y cuantificar los Proyectos San Gregorio y Marcapunta. En el caso del primero, se logró estimar como recursos minerales alrededor de 70 millones de toneladas, con 8.06 % de zinc y 2.26 % de plomo. En el caso del segundo, alrededor de 50 millones de toneladas, con 1.90 % de cobre.

En Noviembre de 1996, la planta concentradora de Huaraucaca comienza con la flotación selectiva de zinc, plata y plomo. Al mismo tiempo, la producción llega hasta 2200 t/día.

Una de las actividades más importantes, fue la elaboración (1996) y ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), entre los años 1997 y 2001, cuyo cumplimiento mereció el reconocimiento y aprobación del Ministerio de Energía y Minas a través de la R.D. N° 306-2002-EM/DGM, el 08 de noviembre del 2002, luego de una rigurosa Auditoría Especial. Paralelamente la producción de la empresa se incrementó progresivamente hasta llegar a 3300 t./día. en el año 2003.

A fines del año 2002, luego de adecuarse a la legislación ambiental, la empresa toma la decisión de implementar un Sistema Integrado de gestión

en Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SIGMASS), con el objetivo de mostrar su compromiso voluntario por la mejora continua en cuanto al cuidado del medio ambiente y la integridad física de su personal, lo cual obligo la elaboración, cumplimiento y seguimiento de políticas, manuales, procedimientos, instrucciones, etc.; del sistema, para ser sometido luego, a una auditoría externa. Esta implementación se realizó durante los años siguientes, para culminar con el logro de la Certificación de ISO 14001 y OHSAS-18001, el 24 de marzo del 2004.

El 14 de abril del 2003, la empresa se convirtió en Sociedad Anónima Abierta y su razón social se modificó a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Para el año 2007 la capacidad instalada de la planta concentradora Huaraucaca es de 5 500 t /día.

Durante los últimos años, Sociedad Minera El Brocal ha logrado dar un salto cualitativo importante debido al crecimiento integral de la organización, lo que la ubica dentro del grupo de empresas mineras medianas más importantes del país.

2.7 Biografía de la Empresa Contratista San Martin (SMCGSA)

San Martin Contratistas Generales S.A. es una empresa de capitales peruanos que cree y apuesta por el crecimiento del Perú.

Inicio sus operaciones por la década de los 60, realizando trabajos en el sector transporte. Durante estos años se consolidó como empresa líder de transporte de minerales no metálicos y agregados de construcción, en los 70 decide invertir en maquinaria pesada para alquiler. Durante casi dos décadas, el alquiler de maquinaria se convirtió en una de las actividades más importantes de San Martín. Con los años, San Martín se consagró como una empresa líder en el alquiler de maquinaria pesada para la industria de la construcción y el transporte, siendo un apoyo importante en las diversas obras de construcción de carreteras, puentes, obras de irrigación.

A finales de los 80, los accionistas de San Martín con visión a futuro, deciden apostar por el rubro minero, Se inician así las primeras inversiones en equipos de perforación y con ello se consigue el primer contrato de explotación minera en el departamento de Junín, donde se utilizaron, equipos que por su tamaño ya marcaban una diferencia entre otros contratistas.

Durante los 90, San Martín expande sus operaciones a nivel nacional brindando servicios a la minería de metales preciosos, polimetálicos y no metálicos. De esta manera, se logra afianzar en el negocio de contratistas mineros, participando de los grandes emprendimientos de la época como lo son Yanacocha, Pierina, Izcaycruz, Yauliyacu, Volcan, entre otras, lo que le llevó a ser el más grande contratista mineros.

En el año 2000, la empresa se involucra también en el sector de

construcción de infraestructura, realizando su primera obra vial en la costa norte del Perú, lo que dio inicio a una nueva área de negocios en la que hoy participa activamente en el mercado, así mismo desde el 2008 la empresa abre su división inmobiliaria, donde desarrolla proyectos de viviendas, oficinas, centros comerciales entre otras edificaciones. Siempre con el sello de calidad de San Martín.

En el año 2009 alcanza un nuevo contrato en la mina Colquijirca de la Sociedad Minera el Brocal el contrato significa la remoción de más de nueve millones de toneladas métricas de material in Pit. Para ello, San Martín ha movilizó a un staff de capacitados profesionales como también a su moderna y especializada maquinaria entre las cuales encontramos: Pala Hidráulica O&K RH-90, Camiones fuera de carretera Komatsu 330M de 100 toneladas, Excavadoras Hyundai Robex 500 de 35 m³, y Volquetes Volvo de 20 m³ una vez más San Martín Contratistas Generales tiene la opción de continuar demostrándoles a sus clientes su capacidad operativa sin igual en el medio, siempre poniendo por delante la seguridad de su personal y el cuidado del medio ambiente.

A continuación se presenta una serie de visión empresarial que tiene SMCGSA para sus clientes así como algunos valores que son de total importancia para la empresa.

a) Misión:

Somos una empresa contratista orientada a la minería,

construcción e industria, que basa su crecimiento en el mayor valor agregado que otorga a sus clientes como consecuencia de la productividad y eficiencia con que se maneja el patrimonio de la compañía

b) **Visión:**

Ser la empresa contratista líder en los sectores de minería, construcción e industria. Reconocida en el ámbito nacional y latinoamericano. Forjar en nuestros colaboradores una cultura de seguridad y responsabilidad ambiental, social y familiar.

San Martín Brinda a sus clientes un excelente trabajo, el cual el éxito va de la mano con los valores que desarrollamos en la empresa como son:

- **Confianza:**

En San Martín se fomenta la confianza en la organización, delegando responsabilidades a quienes realizan las acciones en el lugar de los hechos, asegurando así la mayor efectividad y velocidad en las operaciones.

- **Integridad:**

La integridad es uno de los pilares de la filosofía de San Martín, sin la cual no sería posible lograr la confianza entre sus colaboradores y clientes. El respeto que se tiene con los

acuerdos realizados, ya sean laborales, comerciales o de cualquier otra índole, son características propias de la empresa.

- **Pertenencia:**

En San Martín se busca que sus colaboradores sientan a la Empresa como suya. El destino tanto de la organización como el de todas las familias vinculadas en la actividad, es consecuencia de las acciones y decisiones de sus colaboradores. Cada uno de los colaboradores de San Martín aporta un valor importante, logrando de esta manera un grupo de trabajo efectivo y sólido.

- **Trabajo en Equipo**

La sinergia de ideas y acciones es fuente imprescindible para la calidad en el servicio que San Martín brinda a sus clientes.

Todos los colaboradores de San Martín son igualmente importantes, todos se rigen bajo un fin común que es la satisfacción al cliente y maximizar los resultados.

Las cualidades del éxito de SMCGSA son:

- **Calidad**

La calidad no es sólo una meta sino la norma que rige las acciones en San Martín. No se trata de hacer las cosas bien sólo una vez sino de lograr una continuidad que no permita la variación en perjuicio del resultado esperado.

- **Productividad**

Se basa en una adecuada planificación que lleva no sólo a obtener resultados sino a obtenerlos de manera eficiente.

Mantiene y extiende las relaciones comerciales con los clientes, asegurando así la permanencia de San Martín en el mercado.

Una empresa con alta calidad en servicios pero ineficiente en sus procesos no podrá ser una organización que logre perdurar en el tiempo.

- **Comunicación:**

Garantiza el funcionamiento del trabajo en equipo. En San Martín se busca una comunicación abierta en todos los sentidos, que procure obtener siempre mejores resultados.

- **Innovación:**

Basada en la búsqueda constante de la satisfacción del cliente y de la maximización de los resultados. Evita el estancamiento y el "*status quo*."

Se basa en el sentido de pertenencia y en el trabajo en equipo.

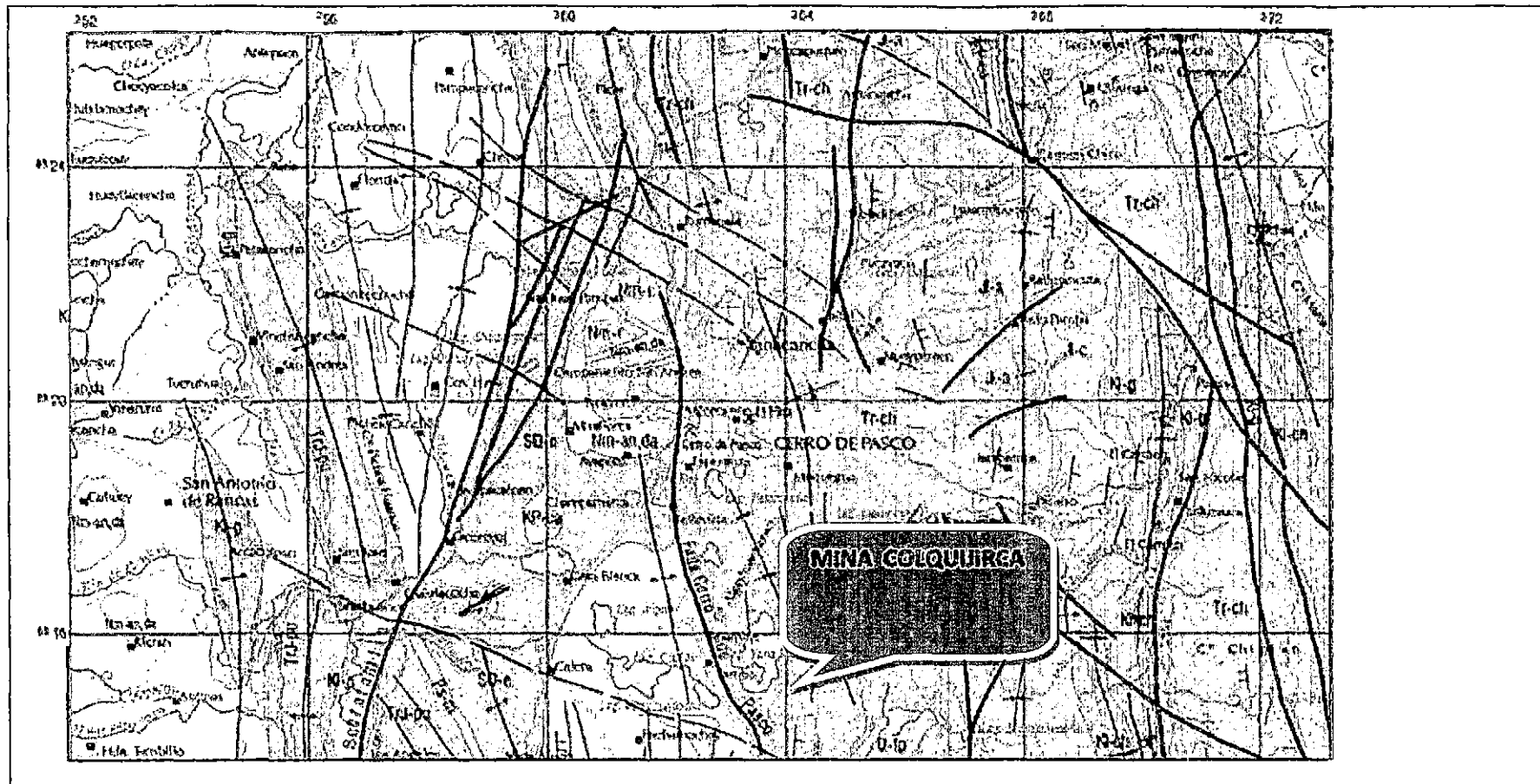
En San Martín se piensa: "Queremos mejorar, porque al mejorar nuestra empresa, mejoramos todos".

CAPITULO III

GEOLOGIA GENERAL

3.1 Geología Regional

(8) En la cordillera de los Andes Centrales Peruanos se emplaza la mina Colquijirca, cuyo marco geológico regional está constituido por rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, respectivamente separadas por discordancias en un contexto estructural gobernado por los sistemas de fallas NS y NW-SE, donde se ubican los distritos mineros de Cerro de Pasco – Colquijirca y el de Milpo-Atacocha-Machcan con orientaciones Este a Oeste. El distrito minero de Cerro de Pasco, Colquijirca (11 a 15 millones de años) corresponde a un sistema de alta sulfatación en carbonatos y el distrito minero de Milpo-Atacocha-Machcan (25 a 30 millones de años) corresponde a sistemas tipo skarn-hidrotermal. Ver Plano N° 3.1



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

| | | | |
|---------------------------|--|---------------------|---------------------------------|
| PROYECTO: | | ESCALA : S/E | |
| DIBUJO : W. Carita | | FECHA: | PLANO GEOLOGICO REGIONAL |
| REVISADO : | | Octubre 2009 | |
| | | | |

3.2 Geología Local

3.2.1 Litología y Estratigrafía

Esta formado por: (3)

a) Era Paleozoico:

- **Grupo Excélsior.**- Es la unidad estratigráfica más antigua, que pertenece al paleozoico inferior (Devónico) compuesta por rocas sedimentarias y metamórficas; se encuentra al Norte y al Oeste de Cóndor Cayán.
- **Grupo Mitu.**- Constituido por areniscas y conglomerados no calcáreos, arenisca cubierta con un conglomerado arenoso. Estas rocas se observan a 1 km y al N-W del tajo abierto de Chocayoc Mercedes como también al sur de Marcapunta.

b) Era Mesozoico:

- **Grupo Pucará** (Triásico superior – Jurasico inferior).- Es representado por las calizas Paría del grupo Pucará que sobre yacen en discordancia angular al grupo Mitu y se caracteriza por su contenido fosilífero, consiste de cabezas dolomíticas grises oscuras con intercalaciones de lutitas negras. En la zona San Gregorio (al Sur de Marcapunta)

existen calizas solidificadas y mineralizadas, además con fósiles.

c) **Era Cenozoico:**

- **Grupo Pocabamba** (Cretáceo Superior – Terciario Inferior).- Esta sobreyace en discordancia al grupo Pucará por comparación estratigráfica. Este grupo se subdivide en 3 formaciones:

- **Formación Huachuagaga.-** Denominados capas rojas de Huachuagaga con una secuencia de 300 m de potencia de areniscas rojas con varias capas prominentes de conglomerado de color rojizo con intercalaciones de lutita.
- **Formación Shuco.-** Denominado conglomerado Shuco infrayace a la formación calera y esta compuesta por fragmentos redondeados o sub redondeados gris oscuro y pedernal con matriz calera rojiza y contiene fósiles.
- **Formación Calera.-** Denominado Caliza Calera, se divide en tres miembros:
 - . Miembro Inferior: Con 70 – 85 m. compuesto de caliza y dolomitas con nódulos de Chert, Marga y Lutitas de estratificación fina.

. Miembro Medio: Aproximadamente de 70 m. denominado miembro Colquijirca, constituido por marga y calizas con nódulos de Chert y lutitas con estratificación fina o delgada intercalado con tufos. En este miembro es donde se emplaza la mineralización; la roca se encuentra alterada con desarrollo de sílice, caolín y hematita, presenta buenos valores de plata, plomo, zinc y cobre.

. Miembro Superior: Aproximadamente de 60 – 80 m. compuesto de caliza y dolomitas con nódulos de Chert, marga siderítica y sílice. Ver las formaciones en Plano N° 3.2

| ESTRATIGRAFIA | | FORMACIONES SEDIMENTARIAS | FORMACIONES IGNEAS | MINERALIZACIONES |
|--------------------|--------------|--|--|---|
| EOAC | CUMBER NABO | | | |
| CRETACICO SUPERIOR | GPO. MACIAS | Sedimentos no Consolidados Calizas blancas Fossilíferas | Cuellos de basalto a travez de todas las formaciones Basalto | |
| CRETACICO INFERIOR | GPO. GOLLAR | Lutitas rojas Areniscas | Basalto Diorita + gabro (Benavides 1970) | Mineralización estratoligada con Ba, Mn. |
| JURASICO | GPO. PUCARA | Calizas blancas y amarillas, brechas calcáreas y de chert. Calizas laminadas con yeso Calizas arenosas | Capas tufaceas Basalto | Mineralización estratoligada de Zn, Pb, Fe, Cu, Ba, Mn. |
| PERMIANO | GPO. MITU | Brechas y areniscas de erosión (B) | Volcánicos/Volcánico-clásticos monados. Intrusivo intermedio (Tipo Carahuacra) Ardaychagua E) | Alteración hidrotermal con mineralización veta de W, Sn, U, Bi, Cu, Zn, Pb, Ag, As, Sb |
| DEVONICO | GPO. EXCESOR | Brechas y areniscas de erosión (A) Filitas Mármoles fossilíferos Cuarzitas | Intrusivo ácido (Tipo Chuampe) Volcánicos/Volcánico-clásticos básicos | Mineralización estratoligada Ni, Co. Mineralización estratoligada de Cu, Zn, Pb, Fe. |

① ② DISCORDANCIAS

H.W. Hobe

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

| | | | | |
|----------|-----------|-----------------|---------------------------|------------------|
| PROYECTO | | ESCALA: | COLUMNA ESTRATIGRAFICA | PLANO No. 3.2 |
| DIBUJO | W. Carita | S/E | | |
| REVISADO | | FECHA: | | |
| APROBADO | Ing. | Octubre 2009 | | |

3.2.2 Rocas Intrusivas

En la región de Colquijirca las rocas ígneas están relacionadas al centro volcánico Marcapunta que se divide a la vez en:

- a) Tufo Unish.- Ubicado en la parte Sur del intrusivo y esta constituido por cuarzo detrítico, arcilla y mica.
- b) Brecha San Gregorio.- Está conformado por tufos que afloran localmente en forma de lentejuelas de brecha silificada favorable para la mineralización.
- c) Lavas y Tufos de Marcapunta.- La roca de esta zona no está determinada, algunos consideran como dacitas o como cuarzo monzonitas los que afloran en el cerro Marcapunta y en pampa de Huachuagaga, que se encuentra a 2 km. Al sur de la serie sedimentaria que fue intruida siguiendo el último periodo del plegamiento que sufrieron los Andes en el Terciario Tardío.

3.3 Geología Estructural (7)

3.3.1 Plegamientos

Entre la región de Colquijirca y la pampa Huachuagaga se presentan varios anticlinales y sinclinales de rumbo N – NW debido a esfuerzos compresionales orogénicas de E – W, las formaciones terciarias formaron pliegues sucesivos, dos de los anticlinales al lado

Oeste tienen sus flancos abiertos y al lado Este tienen sus flancos más apretados; son denominados: Flanco Mercedes, Chocayoc, la Llave y la Pampa.

a) Anticlinal Chocayoc – Mercedes.

Es un anticlinal agudo con eje inclinada hacia el Norte y sus flancos forman mantos interestratificados. El anticlinal también es simétrico con un buzamiento de 50° a 60° , que es explotado a cielo abierto en la zona Norte actualmente.

b) Anticlinal la Llave – La Pampa.

Su eje se encuentra ligeramente inclinado hacia el Oeste y con un flanco axial subvertical. Además el flanco la Llave buza al Oeste y el flanco de la Pampa buza hacia el Este.

c) Sinclinal Mercedes – Principal.

Esta se parece a una cubeta asimétrica, se encuentra dentro de la zona mineralizada. El flanco principal con un buzamiento suave de 15° a 27° . Es uno de los plegamientos más importantes en cuanto a la relación con la mineralización económica se refiere.

d) Sinclinal Chocayoc – La Llave.

Se caracteriza por que su eje se encuentra a 100 m por debajo del sinclinal principal – Mercedes, presenta escasa mineralización.

3.3.2 Fallamientos

Las estructuras mas importantes de la región, es la falla longitudinal N – S llamada de Cerro de Pasco, normal con un buzamiento de 60° - 65° NE, ésta falla pone en contacto a las Calizas Pucará con la Caliza Calera. Existen otras fallas que son:

a) Falla Longitudinal Huachuacaja

De rumbo Norte 30° - 40° al Oeste y con un desplazamiento aparente. Esta falla bordea la falda Oeste del Cerro Marcapunta hasta San Gregorio.

b) Falla Transversal de Condorcayán

Se encuentra al Norte del Tajo Abierto Mercedes – Chocayoc, que desplaza ligeramente el bloque Norte hacia el Oeste, siendo la falla de desplazamiento de rumbo E – W; ésta falla sirve de límite Norte al Tajo.

c) Falla Transversal de Marcapunta

Esta falla fue evidenciada durante el minado del Tajo Abierto

d) Falla Mercedes

Sigue el flanco axial del anticlinal Mercedes – Chocayoc, con desplazamiento del bloque este hacia arriba. Falla no muy pronunciado todavía.

3.4 Geología Económica

3.4.1 Mineralización

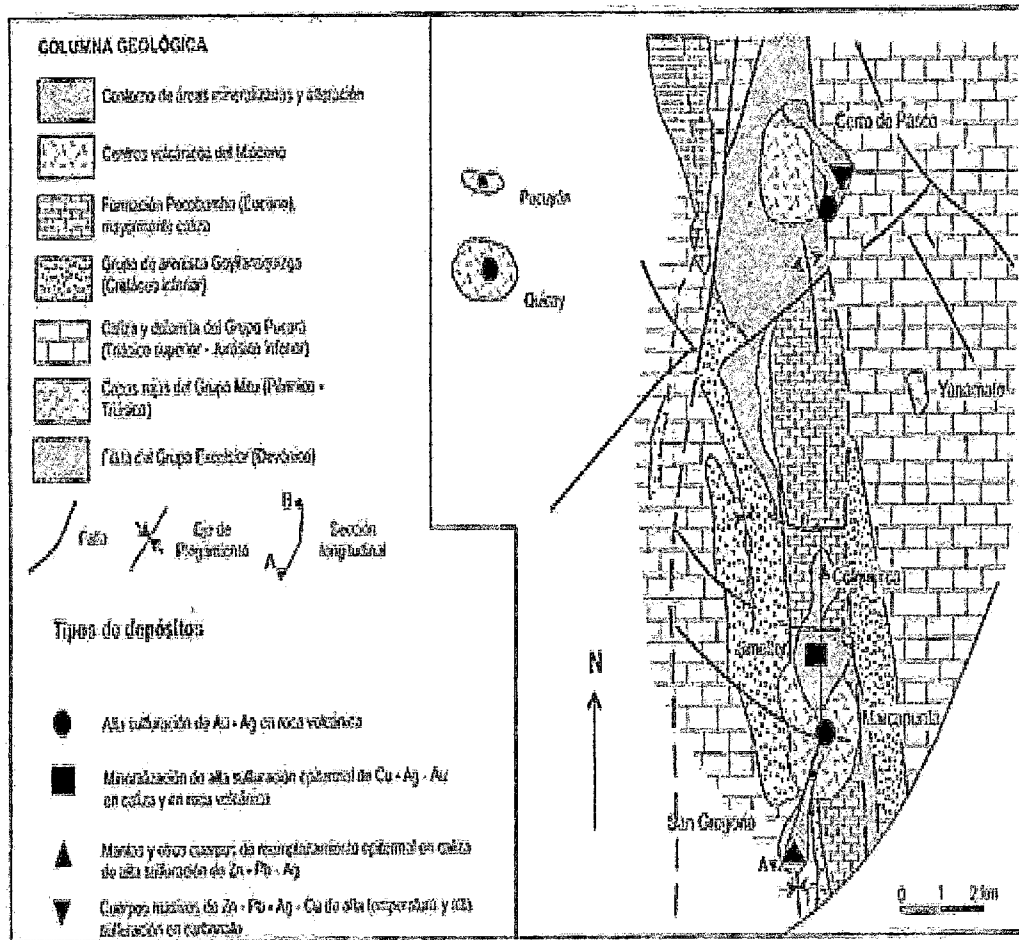
La diatrema de Marcapunta es el causante de la mineralización de Colquijirca produciéndose un reemplazamiento de las calizas Calera como mantos hacia el norte de la diatrema con un zonamiento de Au – Ag y Cu – As – Au – Ag y en las calizas Cu – As – Au – Ag, Zn – Pb, Pb – Ag, cuyas cajas están argilizadas, con grados de silicificación, descarbonatización y dolomitización. Al sur de la diatrema de Marcapunta Zn – Pb en calizas del Grupo Pucará conocido como la zona San Gregorio intensamente argilizada (Ver en las Figuras N° 3.1 y 3.2).

En un área de 1 km² se tiene una mineralización diseminada epitermal de alta sulfuración de Au, Ag, Cu esta. Ha sido afectada por una intensa alteración argílica avanzada (alunita caolinita, zunquita, pirofilita, diáspora) con presencia de vuggy sílica.

Según (3), La mineralización tuvo la siguiente secuencia:

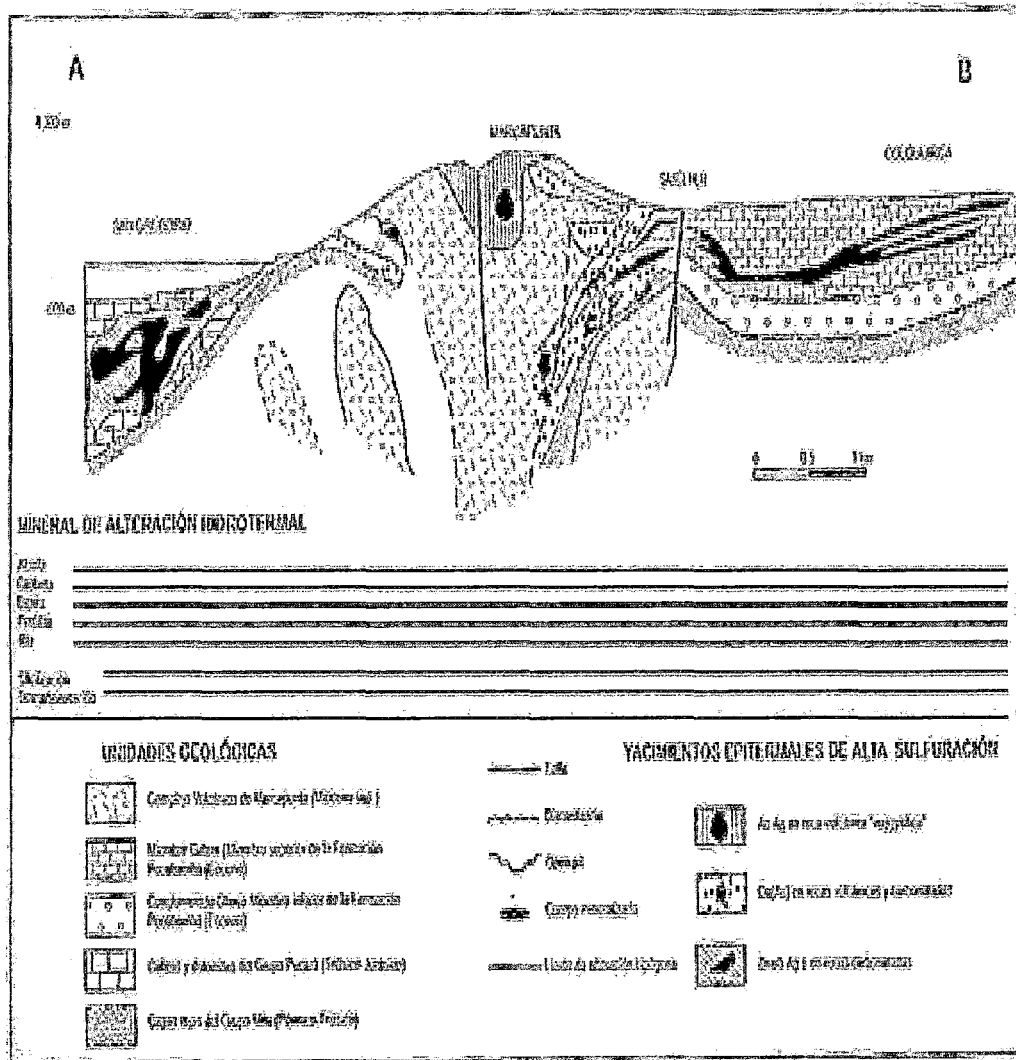
- Silicificación y Redolomitización, en las rocas micro cristalinas mediante un proceso genético de Sur a Norte.
- Argilización, como resultado de un proceso de descarbonización en forma selectiva.

- Posteriormente sufre una modificación supergénica, resultante de la oxidación, lixiviación y enriquecimiento secundario.



Fuente: Departamento de geología de la Mina Colquijirca

Figura N° 3.1: Geología y tipos de yacimientos hidrotermales del distrito minero de Colquijirca y alrededores



Fuente: Departamento de Geología de la Mina Colquijirca

Figura Nº 3.2: Sección de la Zona Mineralizada de la Mina Colquijirca

3.4.2 Reservas de Mineral

a) Reservas y Recursos minerales (Tajo Norte)

Al 31 de Diciembre de 2008, dentro del limite final del tajo Norte – La Llave y de acuerdo con las estimaciones en el estudio de factibilidad realizado por AMEC, las reservas minables han sido auditados por MINTEC. Para ello, se siguió los alcances del código JORC (Australian Joint Ore Reserves Committee) el cual incorpora a la categoría de reserva un volumen significativo de mineral del flanco la Llave, que en años pasados era registrado como recursos; las reservas generales son:

- Recursos de Minerales

| Recursos | Toneladas | Ag (oz/t) | Pb (%) | Zn (%) |
|-----------------------------|------------|-----------|--------|--------|
| Medidos y Indicados e | 23'396 000 | 1,16 | 0,95 | 2,74 |
| Inferidos | 9' 800 000 | 0,96 | 0,94 | 2,00 |

- Reservas Probadas – Probables

| Reservas | Toneladas | Ag (oz/t) | Pb (%) | Zn (%) |
|----------|-------------|-----------|--------|--------|
| Total | 44' 404 000 | 1,43 | 0,90 | 2,72 |

b) Marcapunta Norte

El programa de sondajes ejecutados, así como la exploración y preparación subterráneo del yacimiento, han diferido nuevos niveles de reserva de mineral de enargita de 7' 534 296 toneladas con 2,57 % Cu. Y recursos minerales de 53' 505 821 toneladas con 1,99 % Cu. Tal como se puede ver en los cuadros siguientes.

- Recursos de Minerales

| Recursos | toneladas | Cu (%) | Au (gr/t) | Ag (oz/t) | As (%) |
|---------------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-----------|
| Manto Mineralizado | 21' 561 789 | 1,93 | 0,28 | 0,62 | 0,52 |
| Brecha Mineralizada | 31' 944 032 | 2,02 | 0,32 | 0,90 | 0,64 |
| Total | 53' 505 821 | 1,99 | 0,30 | 0,79 | 0,59 |

- Reservas Probadas – Probables

| Reservas | toneladas | Cu (%) | Au (gr/t) | Ag (oz/t) | As (%) |
|--------------------|------------|-----------|--------------|--------------|-----------|
| Manto Mineralizada | 7' 534 296 | 2,57 | 0,45 | 0,53 | 0,79 |

c) Marcapunta Oeste

En Marcapunta Oeste, los sondajes realizados nos ha permitido reducir la malla de perforación y con ello, hemos conseguido un mayor detalle de los bloques de mineral y una mejor interpretación geológica. Este inventario de recursos ha sido validado por la

empresa AMEC, siguiendo el código JORC (Australian Joint Ore Reservas Committe).

- Recursos de Mineral

| Recursos | tonelaje | Cu (%) | Au (gr/t) | As (%) |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------|
| Zona de Calcosita | 17'671 223 | 1,45 | 0,34 | 0,069 |
| Zona de Enargita | 31'304 129 | 1,24 | 0,74 | 0,379 |
| Zona Mixta | 26'705 028 | 1,12 | 0,59 | 0,152 |
| Total Recursos | 75'680 380 | 1,25 | 0,60 | 0,224 |
| Zona Óxidos | 19'513 592 | ---- | 1,04 | Ag (oz/t) 1,63 |

d) San Gregorio

Durante el año 2008, no fue posible realizar actividades exploratorias por falta de acuerdos con la comunidad campesina Vicco, pero se tiene recursos que son un total de 68' 887 000 toneladas de mineral con 0,44 (oz/t) Ag, 2,26 (%) Pb y 8,06 (%)Zn.

e) Exploraciones

Para el año 2009 – 2010 se ha programado una serie de trabajos de exploraciones para incrementar las reservas estas son:

| Proyecto | Sondajes | Perforación (m) |
|-------------------------|----------|-----------------|
| La Llave | 85 | 14 336,65 |
| Marcapunta Norte | 75 | 16 124,00 |
| Marcapunta N. (Smelter) | 44 | 8 245,45 |
| Marcapunta Oeste | 41 | 12 738,15 |
| Total | 245 | 51 444,25 |

CAPITULO IV

OPERACIONES DE MINADO EN LA MINA COLQUIJIRCA

4.1 Introducción

El ingreso de una nueva Administración a Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A. a partir del año 2000, ha logrado superar una situación de pérdidas que se generó en el año 1998 y que continuó hasta el año 2001, cuando después de sincerar una serie de partidas, optimizar el uso de los recursos y darle un nuevo enfoque a la administración, comenzó a lograr utilidades en sus resultados a partir del año 2002.

(5) Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A. (SMEBSAA), es una empresa de la mediana minería, cuyo negocio principal es la venta de concentrados de Plomo y Zinc. El producto final se obtiene luego de darle valor agregado a la materia prima, en los diferentes procesos de la producción, es decir; el mineral se extrae desde el subsuelo (tajo abierto), se transporta hacia la planta concentradora para beneficiarlo, obteniéndose concentrados y relaves. Los concentrados son enviados por vía férrea al depósito del Callao, par su posterior comercialización en el mercado nacional e internacional.

Los relaves, que son materiales residuales, es almacenado en depósitos que son estabilizados desde el punto de vista físico y químico, para asegurar en el largo plazo, un mínimo impacto sobre el medio ambiente.

4.2 Organización y Dirección de las Operaciones

La Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A. tiene un organigrama en el cual están incluidas toda la Administración de Lima y la Unidad Minera de Colquijirca.

(5) Como se visualiza en el organigrama adjunto (Ver figura N° 4.1), la Alta Dirección formada por el Directorio, Gerencia General y las diversas gerencias de Finanzas, Logística y Relaciones Institucionales, así como algunas jefaturas como Contabilidad General, Informática , se encuentran físicamente ubicadas en Lima.

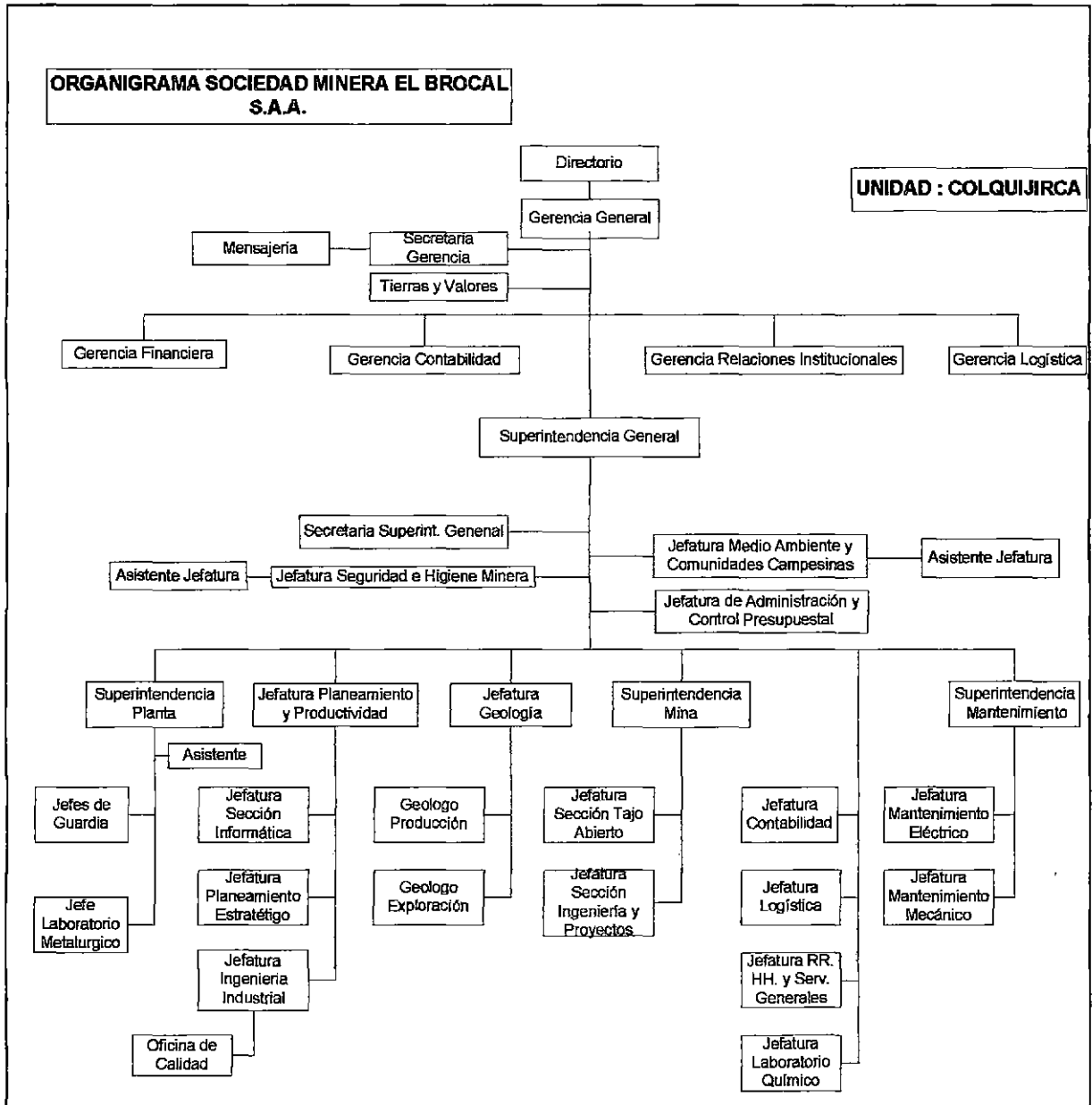
En nuestra Unidad operativa de Colquijirca la organización está representada por la Superintendencia General, contando como soporte las Superintendencias de Mantenimiento y de Planta.

Siguiendo la línea de autoridad se encuentran las jefaturas de las diferentes áreas como son: Ingeniería y Proyectos, Geología, Planeamiento y Productividad. Funcionalmente dependen de estas jefaturas diversas jefaturas de sección como son: Jefatura Tajo Abierto, Jefatura de Planeamiento Mina, Jefatura Sección Ingeniería y proyectos Mina,

Planeamiento Estratégico, Ingeniería Industrial, Informática Mina, Logística Mina, Recursos Humanos, Contabilidad Mina.

Existen diversas áreas de apoyo (Contratas de empresas especializadas) al sistema operativo como son: En el desbroce de la mina la Empresa San Martín (SMCGSA), Consorcio Pasco y otros.

En el alquiler de Equipos tenemos a KMMP, Nicotracto, Corver, Ferreyros etc. Ver el listado en el cuadro N° 4.1.



Fuente: Superintendencia de Mina Colquijirca

Figura N° 4.1: Organigrama Funcional de la Empresa Minera el Brocal y Unidad minera Colquijirca.

Cuadro N° 4.1: Disponibilidad de Equipos por las contratas para la Empresa Minera el Brocal - Colquijirca

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | PROPIETARIO | FECHA DE INGRESO | FECHA DE SALIDA |
|-----------|---|---------------------------------------|------------------|-----------------|
| RE-18 | EXCAVADORA S/ORGAS HYUNDAI 500 LC-7 | SM | 12-abr | |
| RE-18 | EXCAVADORA S/ORGAS HYUNDAI 500 LC-7 | SM | 22-mar | |
| RE-27A | EXCAVADORA CAT 330B | MC GREGOR | 24-mar | |
| RE-75AL | EXCAVADORA S/ORGAS HYUNDAI 450 LC-7 | DUSAN MELINC | 11-may | |
| RE-79AL | EXCAVADORA S/ORGAS KOMATSU PC300 | KMMP | | |
| RE-33A | EXCAVADORA S/ORGAS KOMATSU PC450LC-8 | KMMP | | |
| T-24 | TRACTOR S/ORGAS D8R | SM | 22-mar | |
| T-36AL | TRACTOR S/ORGAS D8R | NICOTRACTO | 26-may | |
| MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | SM | 22-mar | |
| MO-29AL | MOTONIVELADORA KOMATSU GD855 | KMMP | 20-nov | |
| C-14AL | CARGADOR FRONTAL CHAN LING ZL50H | CORVER | | |
| C-28AL | CARGADOR FRONTAL CAT 966H | FERREY ROS | | |
| V-76 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-78 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-79 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-82 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-83 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-84 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-102 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-107 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-108 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 26-jul | |
| V-109 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | SM | 22-mar | |
| V-139AL | CAMION VOLQUETE FM 8X4 WGE-840 | CHAVEZ | | |
| V-140AL | CAMION VOLQUETE FM 8X4 WGL725 | CHAVEZ | | |
| V-189AL | CAMION VOLQUETE FM 8X4 WGC-031 | CHAVEZ | | |
| V-190AL | CAMION VOLQUETE FM 8X4 WGH-357 | CHAVEZ | | |
| V-191AL | CAMION VOLQUETE FM 8X4 WGC-376 | CHAVEZ | | |
| C-23 | CARGADOR FRONTAL 96FF MANIPULADOR | SM | 25-may | |
| MT-07 | MOTOSOLDADORA LINCOLN VANTAGE500 | SM | 22-mar | |
| C-30 | COMPRESORA INGERSOLL RAND | SM | 22-mar | |
| | COMPRESORA SULLAIR 375CFM | UNIMAC | | |
| OE-57 | CARRITO DE LUBRICACION | SM | 22-mar | |
| CH-39-AL | CAMION CISTERNA DE COMBUSTIBLE 3400 GLN | EL TREBOL | 24-mar | |
| CH-40-AL | CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 GLN | SERVICOM CONTRATA | 09-abr | |
| MTG-07-AL | MONTACARGA TOYOTA FD80 8TN | ZAPLER | 30-abr | |
| MTG-09-AL | MONTACARGA HYSTER H60 16TN | CHOICE | 15-may | |
| GR-08-AL | GRUA P&H 50 TN | CHOICE | 09-abr | |
| GR-10-AL | GRUA GROVE 80 TN | GRUAS BRUNSCHOT | 09-may | |
| E-56-AL | TORRE DE ILUMINACION INGERSOLL RAND | ANTOFAGASTA | 22-mar | 15-may |
| E-57-AL | TORRE DE ILUMINACION INGERSOLL RAND | ANTOFAGASTA | 22-mar | 31-may |
| E-58-AL | TORRE DE ILUMINACION MODASA | NEMESIO HULLCA | 22-mar | |
| E-59-AL | TORRE DE ILUMINACION MODASA | NEMESIO HULLCA | 22-mar | |
| E-62-AL | TORRE DE ILUMINACION TEREX | UNIMAC | 09-may | |
| E-63-AL | TORRE DE ILUMINACION TEREX | UNIMAC | 28-may | |
| CA-165-AL | CAMIONETA TOYOTA | | | |
| CA-166-AL | CAMIONETA TOYOTA | NEMESIO HULLCA | 22-mar | |
| CA-167-AL | CAMIONETA TOYOTA PQP-164 | RESA CONSTRUCTORA Y SERVICIOS MINEROS | 24-mar | |
| CA-168-AL | CAMIONETA TOYOTA PQN-739 | RESA CONSTRUCTORA Y SERVICIOS MINEROS | 24-mar | |
| BUS-50-AL | COUSTER HYUNDAI BG-8993 | | | |
| CH-01 | PALA HIDRAULICA RH90C 800 | SM | 08-may | |
| FC-31 | CAMION HAULPACK 330M | SM | 08-may | |
| FC-35 | CAMION HAULPACK 330M | SM | 08-may | |
| FC-37 | CAMION HAULPACK 330M | SM | 08-may | |
| FC-45 | CAMION HAULPACK 330M | SM | 11-may | |
| FC-46 | CAMION HAULPACK 330M | SM | 11-may | |
| TV - 25 | CAMION LUBRICADOR | SM | | |

4.3 Operaciones Mineras

4.3.1 Producción

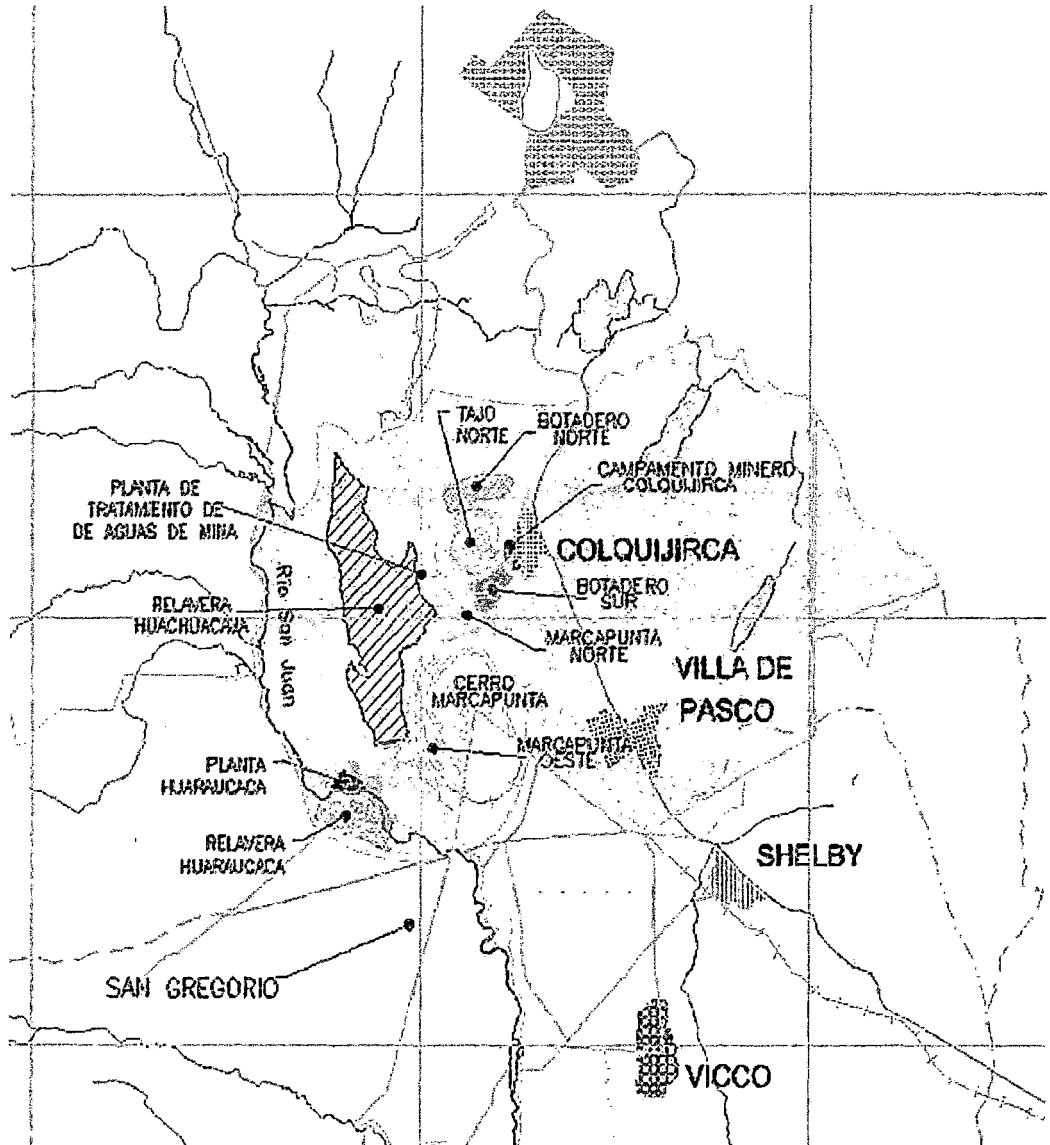
La explotación y procesamiento de minerales de SMEBSAA considera un tajo abierto y subterráneo como posteriores etapas de chancado, molienda y flotación del mineral, para obtener actualmente dos productos separados, que corresponden a un concentrado de plomo y un concentrado de zinc, en una proporción de 27% y 73% respectivamente. El material estéril de la mina es dispuesto en botaderos ubicados en las inmediaciones del tajo, mientras que el relave generado en la etapa de flotación de minerales se envía a depósitos de relaves, ubicados en las cercanías de la planta concentradora Huaraucaca.

La explotación del mineral se efectúa actualmente en dos tajos ubicados contiguos entre sí, denominados: Tajo Norte (Proyecto la Llave) y Marcapunta Norte con una producción de 5 500 t por día. Las operaciones realizadas por la extracción a tajo abierto consideran actividades de perforación, voladura, carguío y transporte. El mineral extraído corresponde a un mineral polimetálico plomo-zinc-plata, constituido principalmente por galena (PbS) y esfalerita (ZnS) y en menor proporción por galena argentífera. El mineral extraído se envía mediante volquetes a la planta concentradora de Huaraucaca, distante a aproximadamente 7,5 km, en donde se desarrollan los procesos de

chancado-lavado; molienda-clasificación; y flotación-filtración del mineral.

El material estéril de la mina se dispone en botaderos ubicados alrededor del área de los tajos a 2 km (promedio) de distancia botadero Norte y Botadero Sur. (Ver Figura N° 4.2) .

El Tajo Norte (Proyecto la Llave) en la etapa de desbroce es ejecutado en un 56 % por la empresa especializada Consorcio Pasco y en un 44% por la empresa especializada San Martín principalmente las zonas llamadas Inpit (dentro del tajo) en los bancos 4324, 4318, 4312, 4306, 4300 y 4294 en el año 2009.



Fuente: Departamento de Geología de SMEBSAA.

Figura N° 4.2: Plano de Ubicación del Tajo Norte, Planta Huaraucaca, Botaderos Norte y Sur y Tajo Norte (La Llave)

4.3.2 Parámetros Técnicos del Tajo Abierto

El dimensionamiento de los bancos y taludes se han llevado a cabo en consideración a las propiedades físico mecánicas de las rocas circundantes en ambos tajos ya mencionados, así como, los equipos de mina que fueron seleccionados y en base a la necesidad de mantener accesos razonables para la explotación. Estos parámetros son:

- Altura de Banco 6,0 m
- Angulo de Talud de Banco 75°
- Angulo del Talud Final
 - Lado Oeste 38°
 - Lado Este 55°
 - Lado Sur y Norte 50°
- Angulo de Talud Operacional 28°
- Ancho de rampa de acceso 17 m
- Ancho de banco de acceso 8,0 m
- Ancho de banco operacional 13 m

Ver el diseño en la Figura N° 4.3

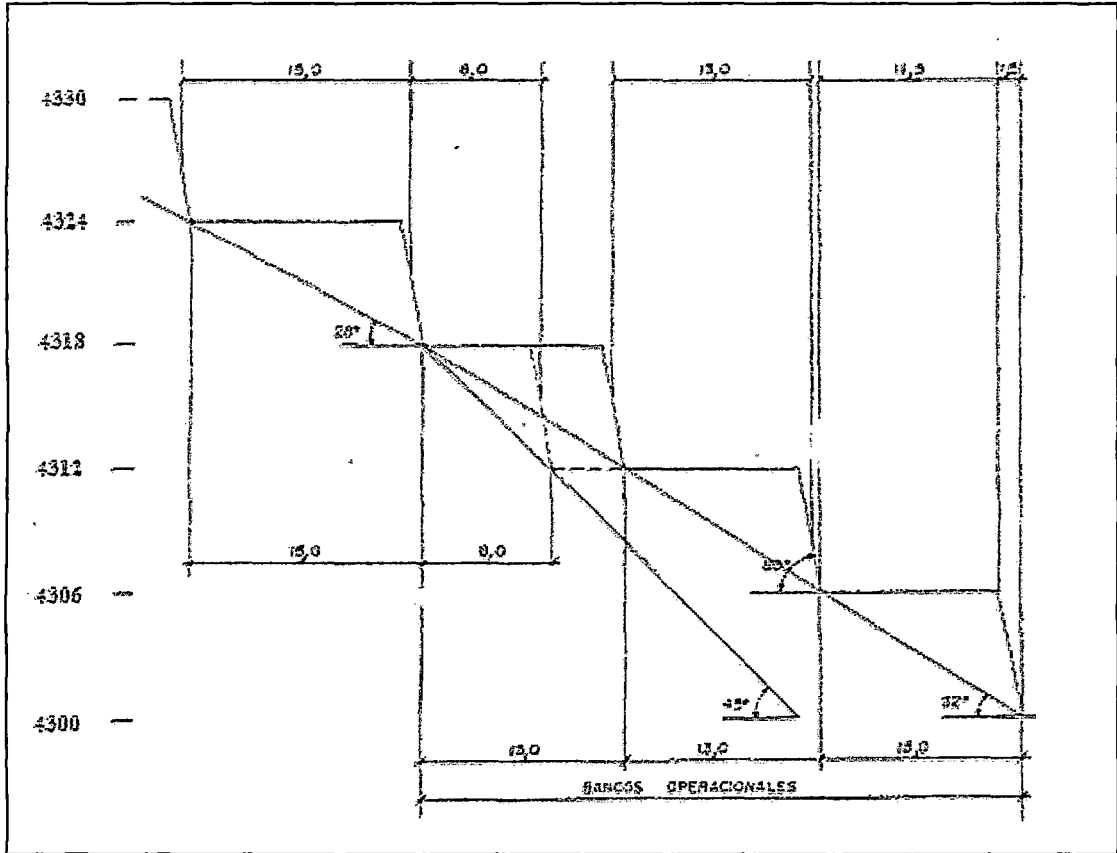


Figura N° 4.3: Diseño de los parámetros del tajo de producción de mineral

4.4 Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura

a) Perforación

La compañía dispone actualmente en estado operativo 02 perforadoras: 01 perforadora Atlas Copco Roc. 404 y 01 perforadora Track drill Joy.

Las perforadoras Atlas Copco Tipo Roc 404, se caracteriza por emplear martillo de fondo y se obtiene alto rendimientos cuando trabaja con alta presión de aire (9,5 bar) perfora en zonas fracturadas y bancos altos de taladros hasta los 44 pies de profundidad con una inclinación de 80°. Pero en la mina utilizamos solo los 21,32 pies (6,5 m) de profundidad con sobre perforación. En el cuadro N° 4.2 se puede apreciar las características de los dos tipos de perforadoras utilizadas en la mina.

Cuadro N° 4.2: Características de las Perforadoras

| Descripción | Atlas Copco Roc 404 | Track Drill Joy |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|
| Diámetro del taladro (pulgadas) | 4 ½ | 3 ½ |
| Profundidad de perforación (pies) | 21,32 | 21,32 |
| Velocidad de perf. (m/min) | 0,25 | 0,60 |
| Rendimiento por hora efectiva(m/h) | 10,70 | 22,60 |
| Malla de perforación: | | |
| - En mineral | 4,5 x 3,0 | 3,5x 2,7 |
| - En desmonte | 7,0 x 3,0 | 4,5x3,0 |
| Factor de demora mecánica | 0,83 | 0,85 |
| Factor de demora no operativa | 0,86 | 0,83 |
| Factor de eficiencia | 0,67 | 0,70 |

b) Voladura

El número de taladros y la cantidad de carga explosiva a dispararse se determina de acuerdo a la zona donde se realiza el disparo, teniendo en cuenta el área de influencia del disparo y la cercanía de las instalaciones y viviendas.

Los explosivos utilizados son:

- Dinamita Gelatinosa (iniciador de carga de fondo)
- Anfo (carga de columna)
- Cordón detonante 3P (amarre trocal y columna)
- Guía de Seguridad
- Fulminante N° 06
- Retardos de 50 milisegundos

Las mallas de perforación y voladura son variadas para los diferentes tipos de roca. En el Cuadro N° 4.3 se presenta la eficiencia del explosivo.

Cuadro N° 4.3: Eficiencia y rendimiento de los explosivos utilizados en un disparo

| Accesorios de Voladura | Unidad | Mineral Consumo/tonelada | Desmonte Cons/tonelada |
|------------------------|--------|--------------------------|------------------------|
| Dinamita | Und/t | 0,0014 | 0,0001 |
| Booster | Und/t | 0,0082 | 0,0037 |
| Fulminante | Und/t | 0,0012 | 0,0007 |
| Guía de Seg. | m/t | 0,0024 | 0,0014 |
| ANFO | kg/t | 0,1152 | 0,1159 |
| Cordón Detonante 3P | m/t | 0,0707 | 0,0444 |
| Retardos | Und/t | 0,0018 | 0,0012 |

4.5 Trabajo Desarrollado por la Contrata San Martín en SMEBSAA –

Colquijirca.

San Martín Contratistas generales es considerado una de las mejores empresas en el ámbito de la Minería Peruana teniendo como prioridad

asegurar los resultados de producción pactados, cumpliendo los más elevados estándares de calidad Internacional, prestando sus servicios en el ámbito de la Minería, construcciones y equipos.

El auto exigencia de San Martín Contratistas Generales satisface las expectativas de toda su cartera de clientes en el rubro de Minería.

La razón social de SMCGSA en la mina Colquijirca Sociedad Minera el Brocal es mover material de desbroce aplicando una serie de procesos empezando en el planeamiento, carguío, transporte a botadero y costos.

El programa de acuerdo a la Minera el Brocal para el movimiento de desbroce es en un 56% para el proyecto la llave el cual realiza la empresa Consorcio Pasco y el 44% del desbroce corresponde a la zona Inpit dentro de los bancos 4324, 4318, 4312, 4306, 4300, 4294, dicho movimiento lo efectúa la contrata San Martín.

4.5.1 Estudio de la Operación de Carguío y Transporte en la Contrata San Martín.

Para estimar el rendimiento de los diferentes modelos de volquete es preciso tener en cuenta:

- El ciclo básico de carguío y transporte
- Marca y modelo del volquete
- Perfiles de transporte

a) Calculo del ciclo básico de carguío y transporte

Se realiza con dos fines:

- Calcular las producciones con una flota de volquetes y excavadoras ya seleccionadas, para aprovechar su máximo rendimiento.
- Determinación del número más económico de volquetes.

Los componentes principales de tiempo que se distinguen en ciclo de trabajo en una explotación mineras con equipos convencionales son los correspondientes a: Carga, acarreo, descarga, retorno, espera y maniobras. Ver el ciclo y ruta en las figuras N° 4.4 , 4.5

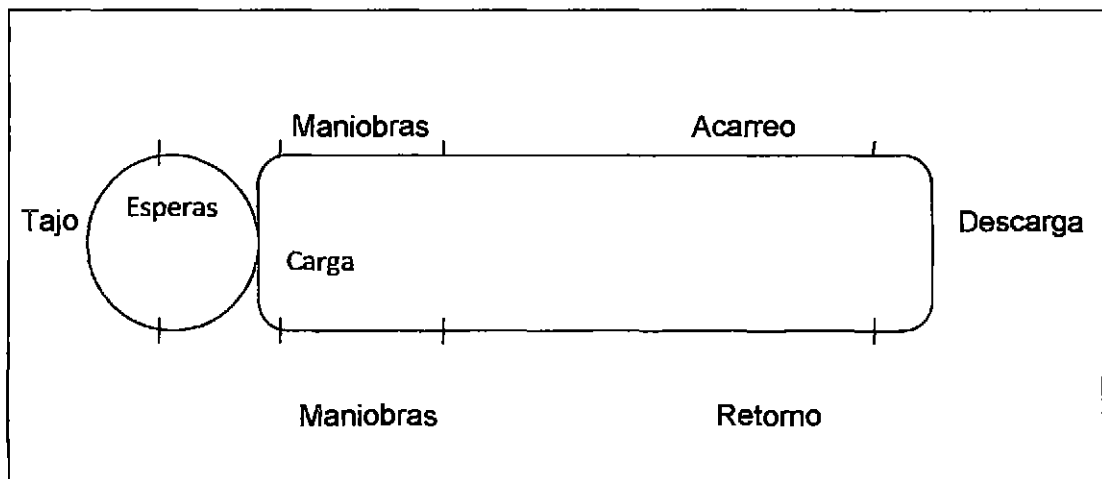


Figura N° 4.4: Esquema simplificado del ciclo de operación

Donde:

Ciclo Básico de Transp. = Tiempo fijo + Tiempo variable

Tiempo Fijo = T. carga + T. maniobras + T. descarga

Tiempo Variable = T. acarreo + T. retorno + T. retrasos



Figura N° 4.5: Vista de planta de la ruta desde el desbroce hasta el botadero Norte o Condorcayan.

- **Ciclo básico de carga**

Los tiempos de carguío considerados para nuestro estudio están recogidos del campo en condiciones de operación normales. Donde en el periodo de estudio (Julio, Agosto y Setiembre) se tenía en operación:

- Excavadora s/orugas Komatsu PC – 300 de 3.5 m³
- Excavadora s/orugas Hyundai 500 LC – 7 de 3,5 m³
- Excavadora s/orugas Komatsu PC – 450 de 3,5 m³
- Pala Hidraulica RH 90C – 800 de 10 m³

- **Ciclo básico del volquete**

El ciclo básico se desprende en tiempos de giro y descarga; y tiempos de acarreo como retorno, estos tiempos son cronometrados en el campo para nuestro estudio.

b) Marca y modelo de volquetes

Actualmente, los volquetes convencionales de dos ejes, son los equipos que más se utilizan para efectuar el transporte. El parque de esta maquinaria en minería, ha observado una tendencia progresiva hacia los equipos de gran capacidad, teniéndose en la actualidad volquetes superiores a 350 toneladas.

Para nuestro estudio se ha considerado volquetes de la marca VOLVO FM – 12 (8x4) de 20 m³ de capacidad y camiones de marca HAULPACK 330M de 40 m³, con los que se podrá observar las variaciones de los costos de operación de cada uno y, así poder optar por el más eficiente y de menor costo operativo.

c) Perfiles de transporte

- **Perfil de transporte ruta N° 1 (R - 01).**

El trayecto considerado para este perfil, que va, desde el nivel 4306 hasta el botadero llamado "Condorcayan" que esta ubicado en el nivel 4378, el perfil tiene una longitud total de 1900 m, comprendido en 9 tramos todo el trayecto,

considerándose en este perfil pendientes de $\pm 10\%$ y $\pm 3\%$ y un desnivel de 72 m, tal como se observa en la figura N° 4.6.

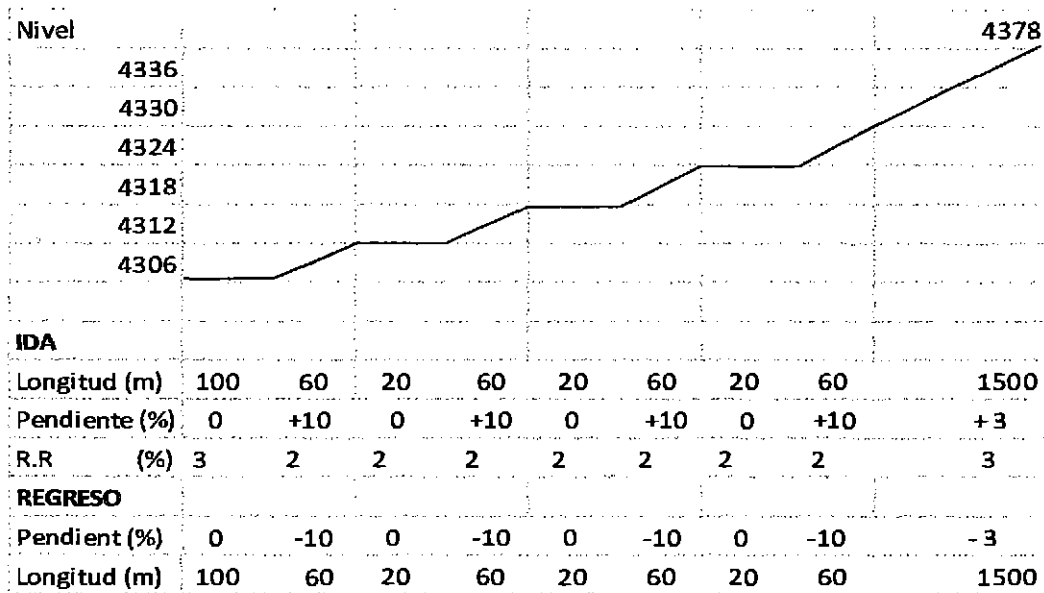


Figura N° 4.6: Alzado del perfil de transporte Ruta N° 01

- Perfil de transporte ruta N° 02 (R – 02).

Este perfil al igual que el anterior está comprendido entre el nivel 4300 y el nivel 4378, la cual tiene una longitud total del trayecto de 2 100 m, distribuido en 13 tramos y un desnivel de 78 m, en este perfil se consideran pendientes de $\pm 10\%$ y $\pm 3\%$ ver el diseño en la figura N° 4.7.

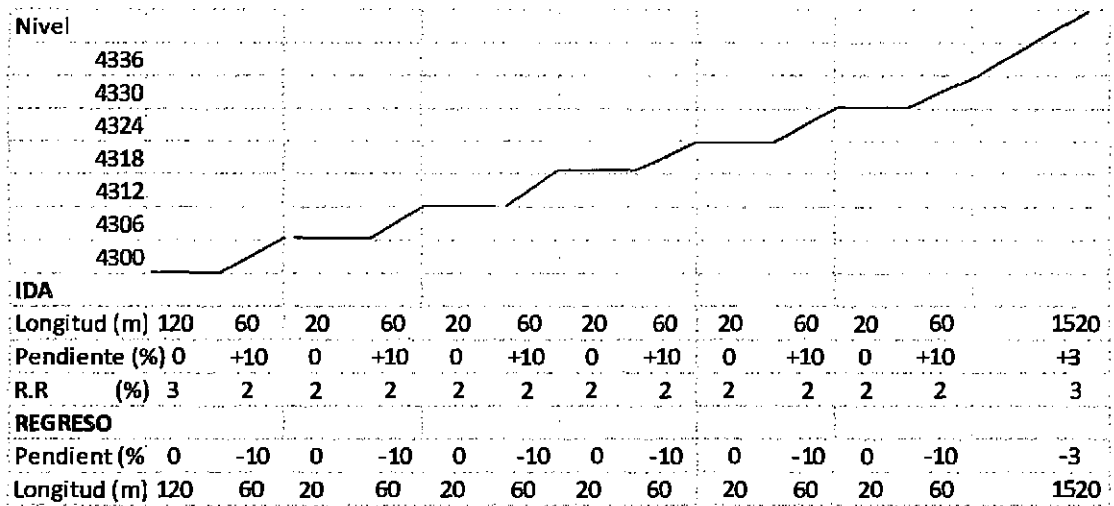


Figura N° 4.7: Alzado del perfil de transporte ruta N° 02

- Perfil de transporte ruta N° 03 (R – 03)

Este perfil también está comprendido entre los niveles 4324 y el nivel 4378 (botadero) teniendo una diferencia de cotas de 54 m, con un total de la distancia de 1 800 m, definiendo 5 tramos durante el trayecto, en este perfil se consideran pendientes de $\pm 10\%$ y $\pm 3\%$. Ver el diseño en la figura N° 4.8.

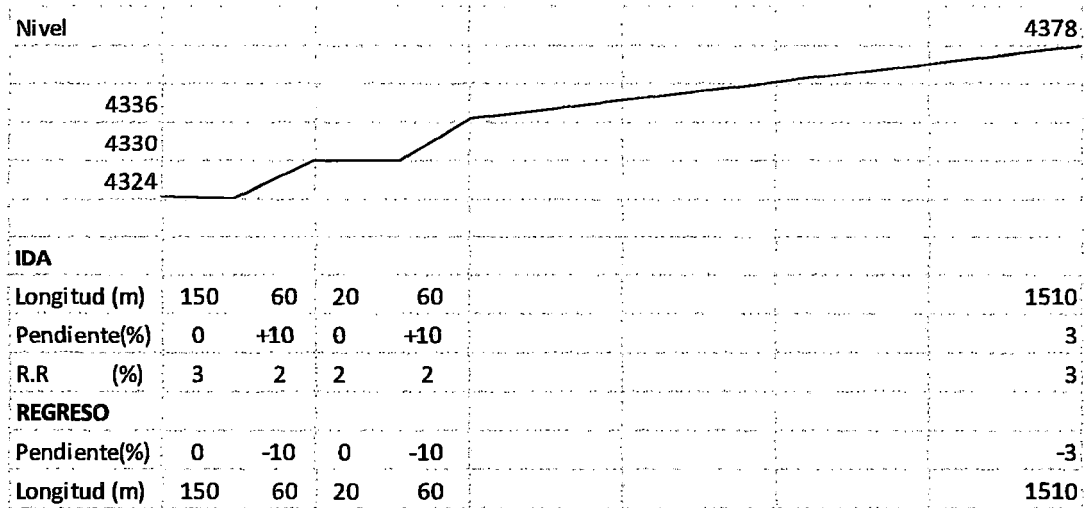


Figura N° 4.8: Alzado del perfil de transporte ruta N° 03

- Perfil de transporte ruta N° 04 (R – 04)

Este perfil se ubica desde el nivel 4294 hasta el nivel 4390 donde se encuentran los botaderos, la longitud total del trayecto es de 2 000 m, en el que se observan 15 tramos bien definidos con los que se alcanza superar un desnivel de 96 m, en este perfil se consideran pendientes de $\pm 10\%$ y $\pm 3\%$. Ver el diseño en la figura N° 4.9.

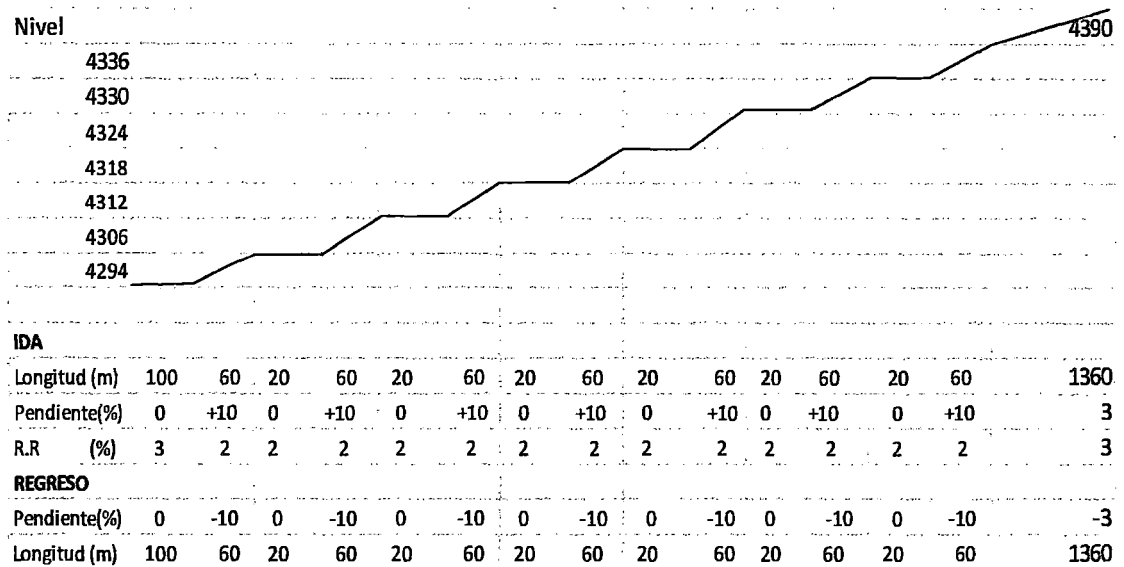


Figura N° 4.9: Alzado del perfil de transporte de la ruta N° 04

4.5.2 Costo de Propiedad y Operación

El propósito del sistema de estimación de costos que se presenta aquí, es establecer una comparación relativa entre dos o más vehículos de movimiento de materiales. El análisis de los costos de propiedad debe involucrar la suma de los gastos horarios de depreciación, intereses, impuestos, seguros y almacenaje; mientras los costos operativos, costos de reposición de neumáticos, reparación de neumáticos, combustible, mantenimiento, operador etc.

Para el presente estudio la empresa contratista San Martin determino que sus costos de propiedad y operación es para carguío 0,520 \$ US/BCM y para transporte 1,77 \$ US. /BCM (Ver ejemplo de

aplicación en el Anexo N° 01. Los costos operativos para alquiler de equipos se presenta en el cuadro N° 4.4

Cuadro N° 4.4: Costos operativos de maquinas para alquiler asociado

| Codigo | Equipo | Costo US \$/h |
|-----------|--------------------------|---------------|
| MO-29 AL | Motonivelador KOMATSU | 34,00 |
| MO-30 AL | Motonivelador Huaraucaca | 72,00 |
| T-42 AL | Tractor D8R Nicotracto | 69,50 |
| T-44 AL | Tractor D8R Huaraucaca | 110,00 |
| C-28 AL | Cargador frontal Cat. | 55,00 |
| RE-18 | Excavadora Hyundai LC 7 | 56,59 |
| RE-79-AL | Excavadora PC 300 LC7 | 39,00 |
| RE-95-AL | Excavadora PC 300 LC8 | 44,00 |
| RE-86-AL | Excavadora PC 450 LC8 | 52,00 |
| RE-99-AL | Excavadora PC 300 LC8 | 39,00 |
| RE-100-AL | Excavadora CAT 330 DL | 100,00 |
| CI-56 AL | Cisterna de agua 1 | 21,00 |
| CI-39 AL | Cisterna de combustible | 25,00 |
| FM-12 | Volquetes propio de SM | 22,99 |
| FM-12 | Volquetes alquilados | 22,00 |
| CH-01 | Pala RH 90C – 800 | 100,00 |
| 330 M | Camiones Haulpack | 69,00 |

4.5.3 Planeamiento Operacional Programado por SMEBSAA

El programa de producción es presentado por la empresa el Brocal según su necesidad, para que sea desarrollado por la contrata San Martín, solamente en desbroce o limpieza, esta empresa lo ejecuta según la disponibilidad de sus equipos y también hace una subcontrata a terceros con el fin de cumplir con el programa, Ver ejemplo de planeamiento en el cuadro N° 4.5. Las densidades del material es:

- Densidad en banco (t/m³) : 2,00
- Densidad suelto (t/m³) : 1,70

Cuadro N° 4.5: Planeamiento Semestral de desbroce año 2009

| Nivel | Julio | | Agosto | | Setiembre | | Octubre | | Noviembre | | Diciembre | |
|-------|----------|-----------------------|---------|-----------------------|-----------|-----------------------|---------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| | t | BCM (m ³) | t | BCM (m ³) | t | BCM (m ³) | t | BCM (m ³) | t | BCM (m ³) | t | BCM (m ³) |
| 4342 | | | | | | | 81 122 | 40 561 | | | | |
| 4336 | | | | | | | 87 506 | 43 753 | | | | |
| 4330 | | | | | | | 127 520 | 63 760 | | | | |
| 4324 | 200 000 | 100 000 | 278 224 | 139 112 | 280 460 | 140 230 | 173 442 | 86 721 | | | | |
| 4318 | | | 166 986 | 83 493 | 164 900 | 82 450 | 192 266 | 96 133 | | | | |
| 4312 | | | 154 358 | 77 179 | 150 378 | 75 189 | 379 932 | 189 966 | 174 312 | 87 156 | | |
| 4306 | 203 352 | 101 676 | | | | | | | | | | |
| 4300 | 351 026 | 175 513 | 210 810 | 105 405 | 214 780 | 107 390 | | | 60 904 | 30 452 | 183 430 | 91 715 |
| 4294 | 445 622 | 222 811 | 449 500 | 224 750 | 449 750 | 224 620 | 158 872 | 79 436 | 94 410 | 47 205 | 70 956 | 35 478 |
| 4288 | | | | | | | | | 141 818 | 70 909 | 176 368 | 88 184 |
| 4282 | | | | | | | | | 155 942 | 77 971 | 166 500 | 83 250 |
| 4276 | | | | | | | | | 237 682 | 118 841 | 168 884 | 84 442 |
| 4270 | | | | | | | | | 177 146 | 88 573 | 402 290 | 201 145 |
| 4264 | | | | | | | | | 192 096 | 96 048 | | |
| total | 1200 000 | 600 000 | 1259878 | 629 939 | 1259 758 | 629 879 | 1200660 | 600 330 | 1234 310 | 617 155 | 1168 428 | 584 214 |

CAPITULO V

ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y TRANSPORTE EN SMCGSA

5.1 Introducción.

Dentro de las operaciones mineras, una de las áreas que influye mayormente en el costo operativo es el área de carguío y transporte.

La razón social de SMCGSA (Contrata San Martin) en la mina Colquijirca Sociedad Minera el Brocal es mover material de desbroce aplicando una serie de procesos empezando en el planeamiento, carguío, transporte, botadero y costos.

El programa de acuerdo a la Minera el Brocal para el movimiento de desbroce es en un 56% para el proyecto la "llave" el cual lo realiza la empresa Consorcio Pasco y el 44% del desbroce corresponde a la zona "Inpit – Llave" dentro de los bancos 4318, 4300, 4306 , 4294, 4324, 4318,y 4312, dicho movimiento lo efectúa la contrata San Martín.

SMCGSA enfrenta diversos problemas técnico – económico en el sistema de carguío y transporte en sus unidades de producción, especialmente por el constante alejamiento y profundización del pit. Ante esta situación se ha realizado un estudio de tiempos cronometrando a las unidades en el campo (meses Julio, Agosto y Setiembre) de este trabajo se llega al siguiente análisis.

Con un sistema empírico se puede dibujar un circuito de transporte y típicos histogramas de frecuencia vs. tiempo para las etapas de transporte, carga y descarga. Esta información de tiempos puede ser obtenida ya sea por observadores cronometrando los tiempos como se realizo o bien como sucede en las grandes operaciones modernas, controlando el sistema de despacho (Dispash) de camiones mediante el uso de sistemas telemétricos o de GPS. Los tiempos de cada operación son registrados independientemente. Por ejemplo, se registra el tiempo de carguío y tiempos requeridos por una cierta unidad para recorrer una cierta distancia del trayecto cuando no es interferida por unidades más lentas.

5.2. Fundamento del Análisis de Disponibilidad y Rendimiento por el Sistema Empírico.

5.2.1 Formulas Utilizadas para Determinar la Disponibilidad de los Equipos (9)

a) Operating Time (HR) (horas operativas)

Es el tiempo en que el equipo está encendido y está
Haciendo trabajo productivo.

- La pala está en el frente de carguío, el camión está acarreando el material o esta regresando para otra carga.
- La planta está procesando el mineral
- A veces denominado Horas Operativas por operaciones mina.

b) Delay Time (DT) (Demoras)

Es el tiempo que el equipo está encendido pero no está
haciendo trabajo productivo.

- Para el equipo móvil esto incluye el viaje hacia y desde el lugar de trabajo y el tiempo de traslado, almuerzo, disparo, abastecimiento de combustible, limpieza.
- Para equipo fijo y planta esto incluye el arranque y la parada.
- Esto podría incluir una faja transportadora que está corriendo en vacío porque no hay alimentación.

c) Stand by Time (SB)

Es el tiempo en que el equipo está disponible para la
operación pero no esta encendido.

- Esto incluye cualquier tiempo en que el equipo está apagado para consideraciones operativas.
- Esto no incluye ninguna tripulación u operador que está disponible para operar el equipo durante un turno.
- Esto incluye feriados y cualquier tiempo donde no haya turnos de producción.

d) Scheduled Down Time (MP) (Mantenimiento Programado)

Es el tiempo en que el equipo no está operando debido a mantenimiento.

- Este mantenimiento debe fijarse para permitir operaciones eficaces y planificación de mantenimiento suficientemente de antemano.
- El tiempo empieza en su momento programado o cuando el equipo se entrega o se apaga lo que ocurra más tarde.
- Si el equipo se entrega y se apaga antes, este tiempo es considerado Stand by hasta el momento programado.
- El tiempo finaliza cuando el periodo del mantenimiento programado ha terminado.
- Operaciones es responsable de entregar o apagar el equipo a tiempo y mantenimiento es responsable por el retorno a tiempo del equipo operativo y esta puntualidad se medirá separadamente.

e) Unscheduled Down Time (MNP) (Mantenimiento no Programado)

Es el tiempo en que el equipo no está operando debido a cualquier falla, o exceso en el tiempo del mantenimiento programado.

- Para una falla, el tiempo empieza en cuanto el equipo deja de operar y se comunica a mantenimiento respecto a la falla.
- Para un desborde del mantenimiento programado el tiempo empieza en cuanto el periodo de tiempo del mantenimiento programado haya terminado.
- El mantenimiento no programado termina cuando el equipo es reparado y entregado a operaciones.
- Operaciones necesita ser informado por mantenimiento previamente a la entrega del equipo.

f) Total Time (TT) (tiempo Total)

Las 24 horas del día, los 365 días al año.

Total time = Operating Times + Delay Time + Stand By +

Scheduled Down Time + Unscheduled Down.

$$TT = HR + DT + SB + PM + NP$$

g) Availability (DM) (Disponibilidad Mecánica)

Es el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible para operaciones.

$$\text{Availability} = \frac{(\text{TT} - \text{PM} - \text{NP}) \times 100}{\text{TT}}$$

h) Use of Availability (UD) (Uso de la Disponibilidad)

Es el porcentaje de tiempo que el equipo está encendido
Respecto al tiempo que está disponible.

$$\text{UD} = \frac{(\text{Operating Time} + \text{Delay Time}) \times 100}{\text{Operating Time} + \text{Delay Time} + \text{Stand by}}$$

i) Use (U) (Uso)

Es el porcentaje del periodo de tiempo que el equipo esta Operando

$$\text{Use} = \frac{(\text{Operating Time}) \times 100}{\text{Operating Time} + \text{Delay Time}}$$

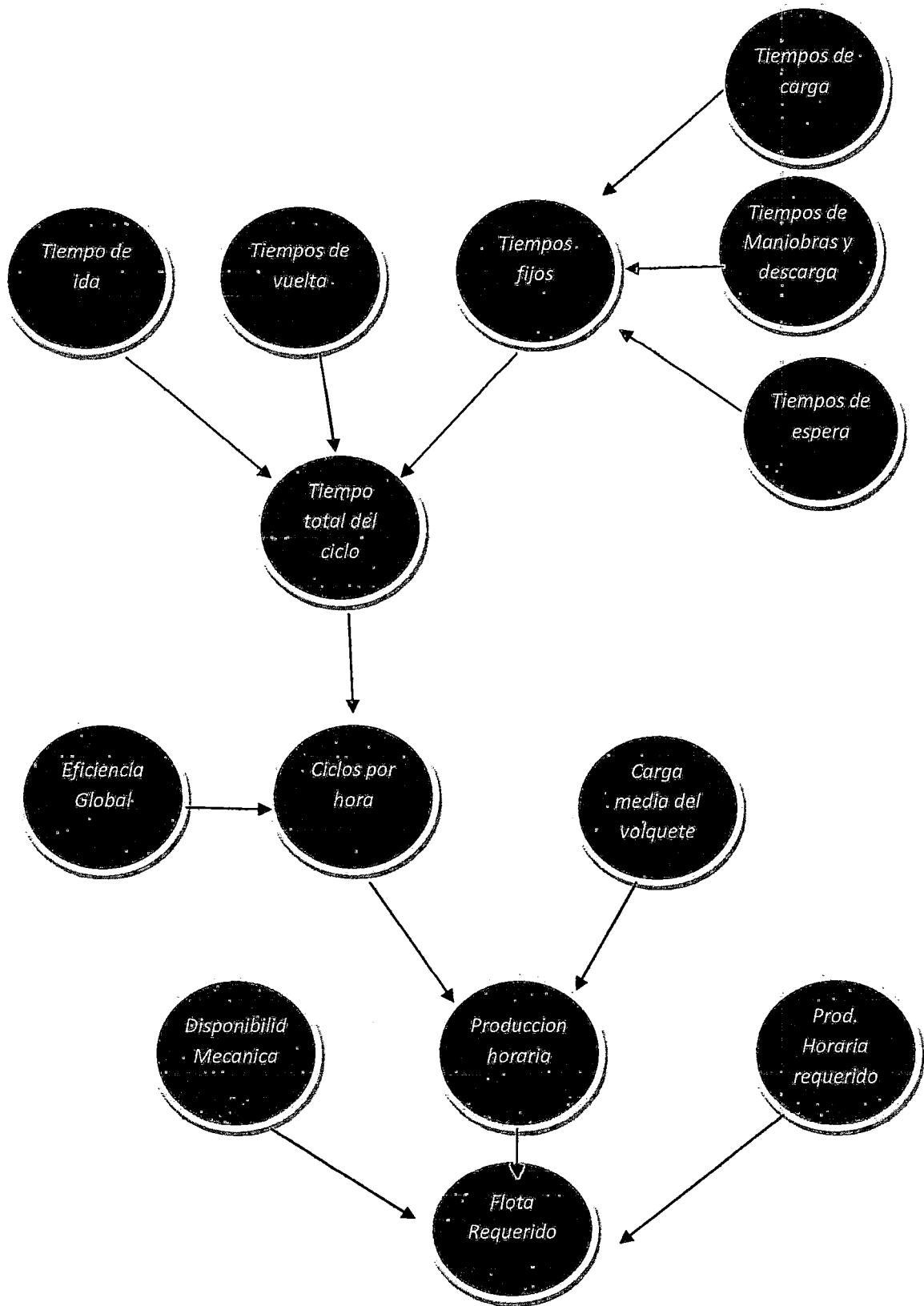
5.2.2 Dimensionamiento de la Flota de Volquetes.

(10) El número de unidades o tamaño de la flota requerido para realizar un trabajo depende de las necesidades de producción, este número de volquetes se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Nº de Volq. Necesarios} = \frac{\text{Producción horaria necesaria}}{\text{Producción horaria por unidad}}$$

Generalmente, cualquier valor con una parte decimal superior a 0,3 se redondea por exceso hasta completar la unidad. Una cifra inferior a esa será objeto de un análisis mas detallado, pues probablemente incrementando la eficiencia de operación se pueda suprimir la necesidad de comprar un nuevo equipo.

En la Figura N° 5.1 se indica las etapas de cálculo para llegar a determinar el número de unidades de transporte necesario.



Fuente: Propio

Figura N° 5.1 Etapas de cálculo para dimensionar la flota de volquetes

5.2.3 Disponibilidad Mecánica de los Equipos de la Contrata

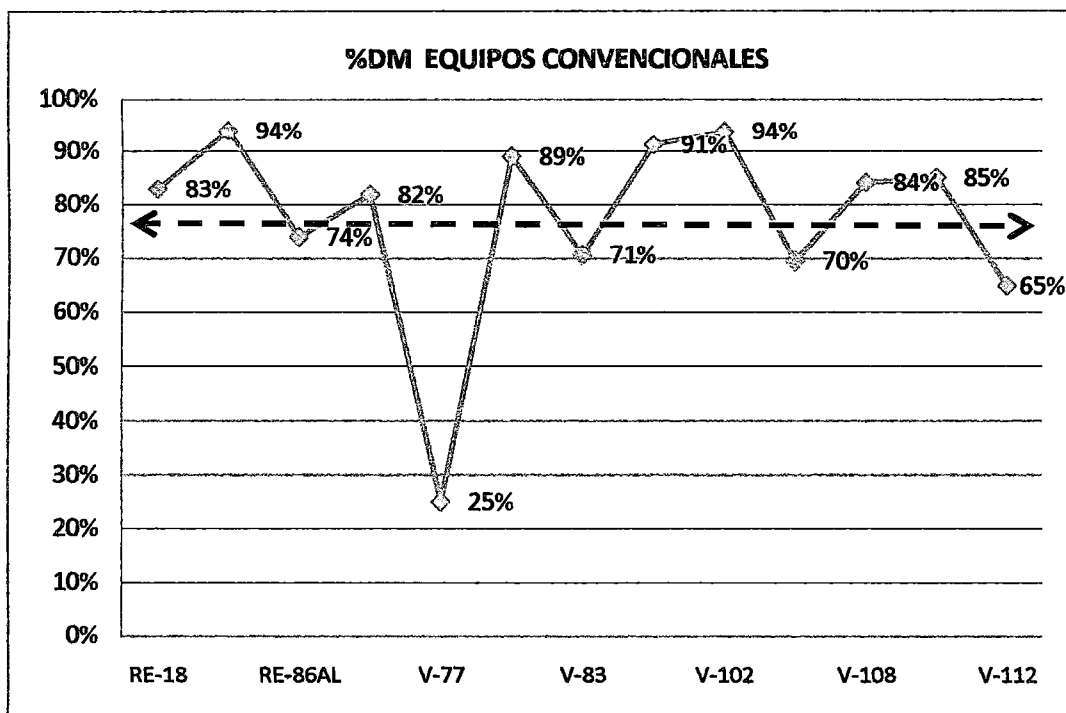
SMCGSA.

a) Disponibilidad Mecánica de los equipos convencionales

- Excavadora Hyundai Robex 500 LC- 7, Código RE-18
- Excavadora Komatsu PC 300 LC-7, Código RE-79AL
- Excavadora Komatsu PC 450 LC-7, Código RE-8
- Volquetes FM 12 de 8 x 4 capacidad de 20 m³
-

EQUIPOS CONVENCIONALES

| | DM | T.D | T.N |
|-------------|------------------|-----|-----|
| RE-18 | 83% | 81% | 85% |
| RE-79AL | 94% | 95% | 93% |
| RE-86AL | 74% | 69% | 79% |
| V-76 | 82% | 75% | 89% |
| V-77 | 25% | 31% | 19% |
| V-79 | 89% | 81% | 97% |
| V-83 | 71% | 65% | 77% |
| V-84 | 91% | 91% | 92% |
| V-102 | 94% | 91% | 97% |
| V-107 | 70% | 60% | 79% |
| V-108 | 84% | 80% | 88% |
| V-109 | 85% | 89% | 81% |
| V-112 | 65% | 58% | 72% |
| PROMEDIO DM | 84%(Excavadoras) | | |
| PROMEDIO DM | 76%(Volquetes) | | |



Fuente: Departamento de mantenimiento de SMCGSA

Figura N° 5.2. Disponibilidad Mecánica de los equipos convencionales

b) Disponibilidad Mecánica de Equipos Mineros

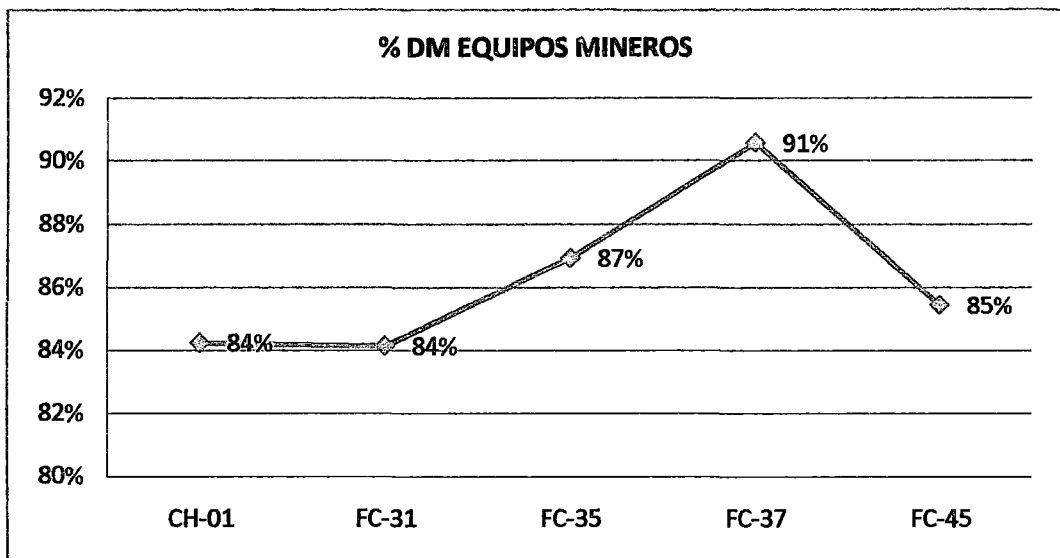
Ver el análisis en la Figura N° 5.3 los equipos son:

- Pala Hidráulica O&K RH 90 – C800 de código CH-01
- Camiones fuera de carretera Komatsu Haulpack 330 M de capacidad 40 m³

EQUIPOS MINEROS

| | DM | T.D | T.N |
|-------|-----|-----|-----|
| CH-01 | 84% | 84% | 84% |
| FC-31 | 84% | 82% | 87% |
| FC-35 | 87% | 85% | 89% |
| FC-37 | 91% | 89% | 92% |
| FC-45 | 85% | 83% | 88% |

| | |
|----------|----------------|
| PROMEDIO | |
| DM | 84% (Pala) |
| PROMEDIO | |
| DM | 87% (Camiones) |



Fuente: Departamento de Mantenimiento de SMCGSA

Figura N° 5.3. Disponibilidad mecánica de los equipos mineros

5.2.4 Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte Mes de Julio

Los cálculos de flotas es por medio del planeamiento de brocal la cual se presenta en el Cuadro N° 5.1, la producción real de los equipos se basa en el planeamiento de SMCGSA, estos cálculos son para ver el mínimo de flotas que se va requerir para poder mover BCM (m³) y llegar a la meta que nos traza la empresa minera y por otro lado para ver el rendimiento y eficiencia de estos equipos, para así poder mejorar en la distribución y bajar costos. Distribución de rutas ver Cuadro N° 5.2

Cuadro N° 5.1: Planeamiento del mes de Julio presentado por la Empresa Minera Brocal.

| PLAN JULIO 2009 | | | | | |
|-----------------|-------|--------------|----------------------|--------------------------------|------------------|
| ZONA | NIVEL | COMPAÑIA | DESMONTE | | |
| | | | BCM(m ³) | Densidad (t / m ³) | Tonelaje |
| In Pit – Llave | 4306 | San Martin | 101 676 | 2,0 | 203 352 |
| In Pit – Llave | 4300 | | 175 513 | 2,0 | 351 026 |
| In Pit – Llave | 4324 | | 100 000 | 2,0 | 200 000 |
| In Pit – Llave | 4294 | | 222 811 | 2,0 | 445 622 |
| | | Total | 600 000 | | 1 200 000 |

La distribución de Rutas es de la siguiente forma:

Cuadro N° 5.2. Distribución de las rutas por SMCGSA

| Carguío Nivel | Botadero Nivel | Equipo de Carguío Código | Producción BCM (m ³) | Distancia km |
|---------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|
| 4306 | 4348 - 4378 | RE - 79 AL | 101 676 | 1,9 |
| 4300 | 4378 | RE - 18 | 175 513 | 2,1 |
| 4324 | 4378 | RE - 86 AL | 100 000 | 1,8 |
| 4294 | 4390 | CH - 01 (O&K) | 222 811 | 2,0 |

a) Ruta 01: Carguío Nivel 4306 destino Botadero Nv. 4348 - 4378

Equipo: Excavador RE - 79 AL con Volquetes de 20 m³

- **Estudio de Tiempos**

Cuadro de Tiempos Ciclos de excavadora:

| Tiempos de excavadora (segundos): | 1 semana | 2 semana | 3 semana | 4 semana | Prom |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------|
| Tiempo de carga "TC" | 7 | 6 | 8 | 7 | 7 |
| Giro con carga "GC" | 7 | 5,5 | 6 | 8,5 | 6,75 |
| Descarga "D" | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| Giro Vacío "GV" | 6 | 5 | 5,5 | 6,5 | 5,75 |
| Tiempos muertos + Interr. por Exc. | 25 | 23 | 24 | 24 | 24 |
| Tiempos Maniobra de la Exc. | 48 | 50 | 46 | 48 | 48 |

Tiempo Excavador por pase

$$TCE = TC + GC + D + GV$$

$$TCE = 7 \text{ min} + 6,75 \text{ min} + 4 \text{ min} + 5,75 \text{ min}$$

| | | |
|-----|------------|----------|
| TCE | 23,5 | Segundos |
| TCE | 0,39 = 0,4 | Minutos |

| | | |
|--|------|---------|
| Interferencias mecánicas y tiempos muertos | 0,40 | Minutos |
| Tiempos Maniobra de la Exc. | 0,80 | Minutos |

Cuadro de Tiempos Ciclo del Volquete por viaje

| Tiempos del volquete (Segundo) : | 1 semana | 2 semana | 3 semana | 4 semana | Prom |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------|
| Tiempo de acarreo "TA" | 900 | 850 | 950 | 900 | 900 |
| Tiempo de retroceso y descarga "D" | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Tiempos muertos + Interf. por Volq. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tiempo de ciclos en Minutos será

| | | |
|-------------------------------------|------|---------|
| Tiempo de acarreo "TA" | 15 | Minutos |
| Tiempo de retroceso y descarga "D" | 1,00 | Minutos |
| Tiempos muertos + Interf. por Volq. | 0,00 | Minutos |

- **Tiempo Total de Ciclo de Carguío:**

Número de pasadas para cargar un volquete:

$$N_p = \frac{C_{tv}}{C_c}$$

donde :
Np = Numero de pasadas
Ctv = Capacidad de tolva volquete
Cc = Capacidad de la cuchara

$$N_p = \frac{15,5 \text{ m}^3}{3,325 \text{ m}^3} = 4,66 = 5$$

Tiempo de llenado al Volquete:

$$TLV = Np * Tce$$

donde : TLV = Tiempo de llenado del volquete

Np = Numero de pasadas

Tce = Tiempo del ciclo de excavadora por pase.

$$TLV = 5 \times 0,4 \text{ min}$$

$$TLV = 2,0 \text{ min}$$

Tiempo Total de Carguío al Volquete:

$$TTCV = TLV + \sum \text{maniobra}$$

donde : TTCV = Tiempo total de carguío al volquete

TLV = Tiempo de llenado del volquete

$$TTCV = 2,0 \text{ min} + 0,8 \text{ min} + 0,4 \text{ min}$$

TTCV 3,20 min

Producción de la Excavadora

$$PP = \frac{3,325 \text{ m}^3}{0,94} \times 0,94$$

0,053 h.

PP 58,60 m³ / h

Tiempo Ciclo Total

$$TCT = TTCv + TTT$$

- donde :
- TCT = Tiempo ciclo total
 - TTCv = Tiempo total de carguío al volquete.
 - TTT = Tiempo total de transporte

$$TCT = 3,2 \text{ min} + 16 \text{ min}$$

TCT 19,20 min / viaje

- **Producción de un Volquete por hora (Teórico):**

$$Pt = \frac{Ctv * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}}{TCT}$$

Donde: Ctv = Capacidad de tolva Volquete.

TCP = Tiempo del Ciclo Total

$$Pt = \frac{15,5 \text{ m}^3 \times 60 \text{ min/h}}{19,20 \text{ min / viaje}}$$

$$Pt = 48,43 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- **Tiempo de Disponibilidad de la Maquina**

$$TD = TT - TM \quad TM = Tpl + Tf$$

Donde : TD = Tiempo de Disponibilidad de la maquina.

TT = Tiempo total programado 24 h

TM = Tiempo de mantenimiento de la maquina 5,76 h / día

Tpl = Tiempo de detención de la maquina por mantenimiento planificado

Tf = Tiempo de detención de la maquina por mantenimiento debido a fallas

$$TD = 24 \text{ h} - 5,76 \text{ h / día}$$

$$TM = 5,76 \text{ h / día}$$

$$TD = 18,24 \text{ h / día}$$

- **Indisponibilidad Mecánica :**

$$ID = 100 * \left(\frac{TM}{TD} \right) \%$$

Donde : ID = Indisponibilidad mecánica

$$ID = \frac{100 \times 5,76 \text{ h / día}}{24 \text{ h / día}}$$

$$ID = 24 \%$$

- **Disponibilidad Mecánica:**

$$DM = \frac{(TT - TM)}{TT} * 100$$

Donde : DM = Disponibilidad Mecánica

$$DM = \frac{(24 \text{ h} - 5,76 \text{ h / día}) \times 100}{24 \text{ h}}$$

| | |
|----|------|
| DM | 76 % |
|----|------|

- **Tiempo Operacional :**

$$TO = TD - TIO$$

Donde : TO = Tiempo operacional

TD = Tiempo de disponibilidad mecánica

TIO = Tiempo por interferencias operacionales

$$TO = 18,4 \text{ h / día} - 2,6 \text{ h / día}$$

| | |
|-----|-------------|
| TIO | 2,6 h / día |
|-----|-------------|

| | |
|----|--------------|
| TO | 15,8 h / día |
|----|--------------|

- **Utilizacion de la Maquina:**

$$U = \left(\frac{TO}{TD} \right) * 100$$

Donde : U = Utilización de la maquina
 TO = Tiempo operacional
 TD = Tiempo de disponible de mecánica

U 86,6 %

- **Numero de Ciclos Reales:**

$$Ncr = \frac{TO}{TCT}$$

Donde : Ncr = Numero de ciclos reales
 TO = Tiempo operacional
 TCT = Tiempo total del ciclo

Ncr = 15,8 h / día
 0,320 h / viajes

Ncr 49,375 Viajes/día-volquete = 50

- **Numero de Ciclos Teoricos:**

$$N_{ct} = \frac{TT}{TCT}$$

Donde : Nct = Numero de ciclos teóricos

TT = Tiempo total programado

TCT = Tiempo total de ciclo

Nct = 75 Viajes/día.

- **Numero de Volquetes**

$$N^{\circ} Volquetes = \frac{Q}{\alpha * Ctv * Ncr}$$

Donde : Q = Producción diaria requerida

α = Factor de llenado

Ctv = Capacidad de tolva volquete

Ncr = Numero de ciclos reales

$$N^{\circ} \text{ de Volq.} = \frac{3279,87 \text{ m}^3 / \text{dia}}{0,775 \times 20 \text{ m}^3 \times 50 \text{ viajes/dia}}$$

N° Volquetes = 4,3 ≈ 5

- **Numero de Volquetes operacionales**

$$Nv.operac. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TO}{TT}\right)$$

Donde : TO= Tiempo operacional de la maquina
 TT= Tiempo total programado

$$Nv. Oper. = \frac{5 \times 15,8 \text{ h / dia}}{24 \text{ h / dia}}$$

N.v.op. 3,29 volquetes

- **Numero de volquetes por interferencia de mantenimiento**

$$Nv.int.mant. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TM}{TT}\right)$$

Donde : Nvint.= Numero de volquetes por interferencias mant.
 TM = Tiempo de Mantenimiento h / viaje.
 TT = Tiempo total programado

N. v. int. 1,20 volquetes

- **Numero de Volquetes por Interferencias Operacionales**

$$Nv.int.operc. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TIO}{TT} \right)$$

Donde : Nvint. Operc.= Numero de Volquetes por interferencias oper.

TIO = Tiempo por interferencias operacionales

TT = Tiempo total programado

N. v. int. Operc. 0,541 volquetes

- **Numero de Ciclos por hora**

$$N^{\circ} \text{ ciclos / h} = \frac{60 \text{ min / h}}{\text{TCT}}$$

TCT

$$N^{\circ} \text{ ciclos / h} = \frac{60 \text{ min / h}}{19,20 \text{ min/ ciclo}}$$

$$19,20 \text{ min/ ciclo}$$

Ciclos/h

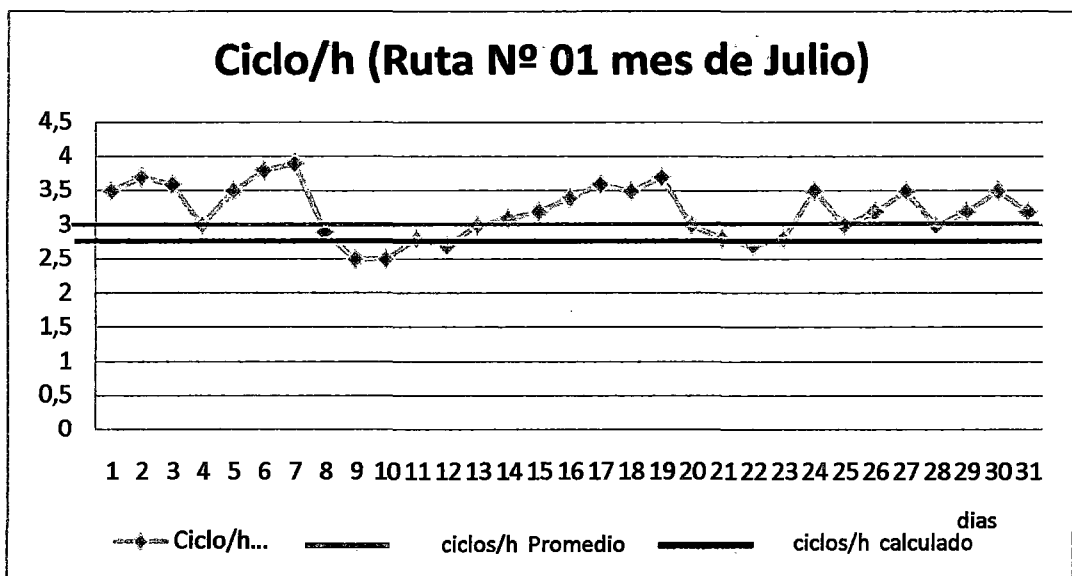
3,125 ciclos / h

En el Cuadro N° 5.3 se puede ver el resumen de la ruta N°01
ejecutado desde el Nv. 4318 al botadero Nv. 4348 – 4378

Cuadro N° 5.3: Resumen de la Ruta N° 01

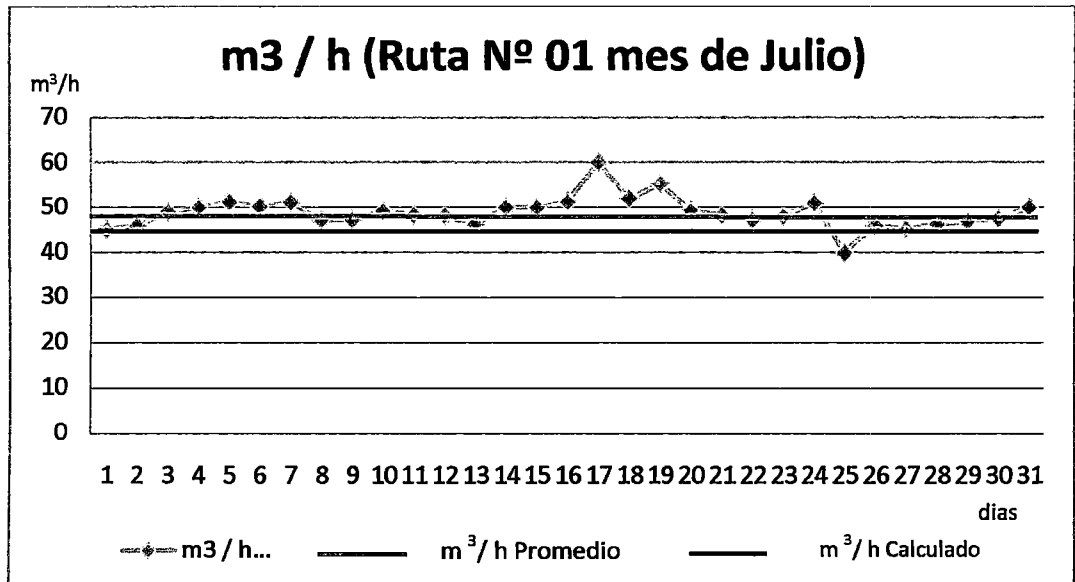
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 101 676 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 3 279,87 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,9 | km |
| | | |
| Mes de (Julio) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 15,5 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,4 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,4 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,8 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,0 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 15 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 16 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,775 | |
| NP | 5 | pases |
| TLV | 2,0 | min |
| TTCV | 3,20 | min |
| TCT | 19,20 | min/viaje |
| PP | 58,60 | m ³ / h |
| PT | 48,43 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,6 | h / día |
| TO | 15,8 | h /día |
| U | 86,6 | % |
| Ncr | 50 | viajes/día |
| Nct | 75 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 5 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 3,29 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 1,20 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,541 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 3,125 | ciclos/h |

En la figura N° 5.2 se presenta el grafico estadístico del ciclo / hora calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.3 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo.



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.2: Grafica comparativo de ciclo / h de la Ruta N° 01



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.3: Grafica comparativa de BCM m³/h de la Ruta N° 01

b) Ruta 02: Carguío Nivel 4300 destino Botadero Nv. 4378

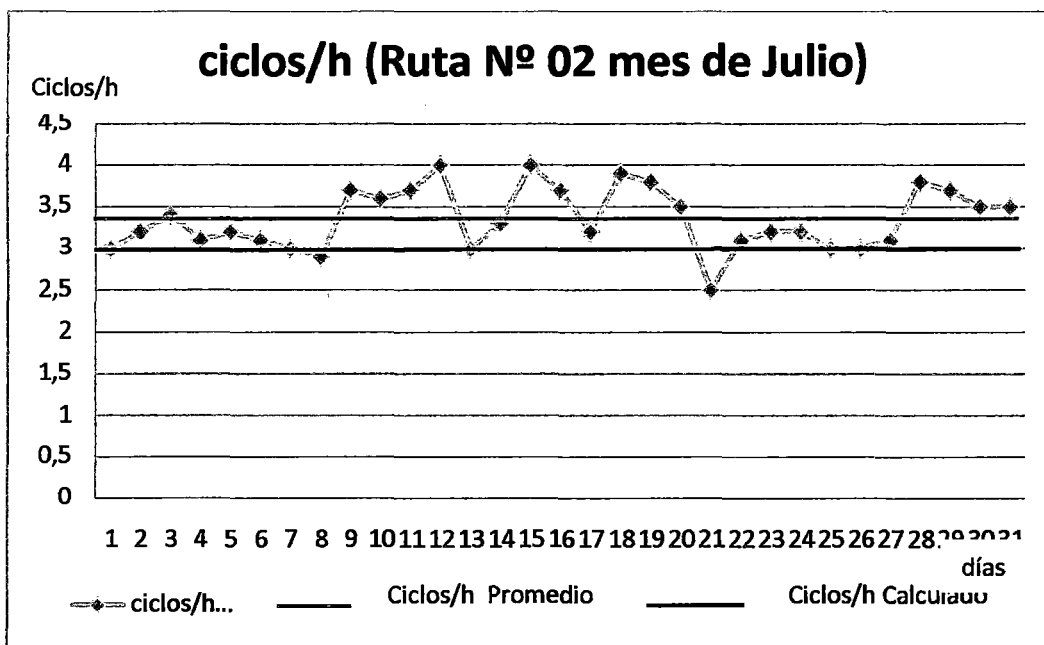
Equipo : Excavador RE – 18 con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta 02 calculado se puede apreciar en el cuadro N° 5.4

Cuadro N° 5.4: Resumen de la Ruta N° 02

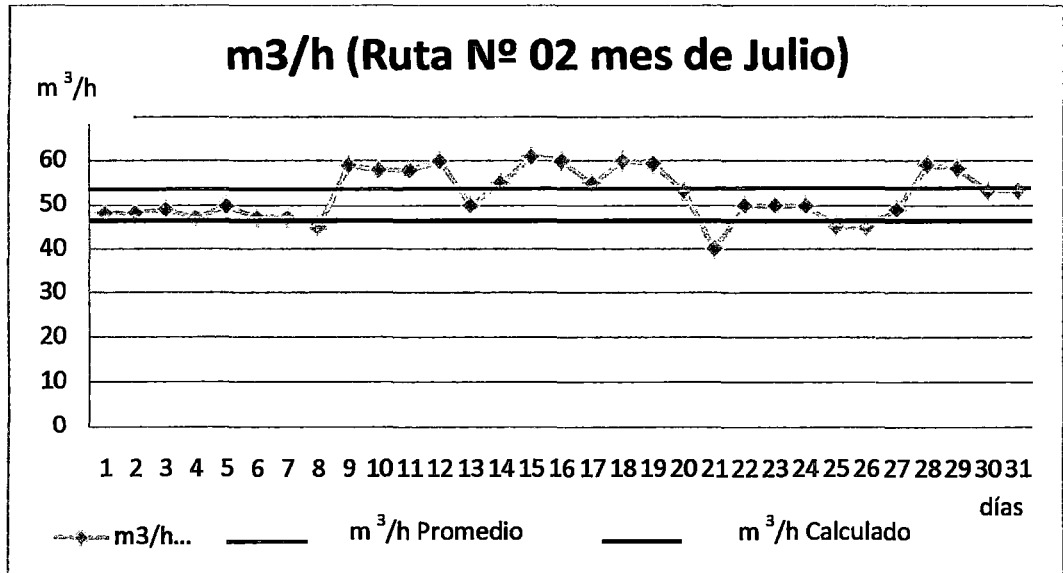
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 175 513 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 5 661,71 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,1 | km. |
| | | |
| Mes de (Julio) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 15,5 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,5 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,5 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,6 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 0,5 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,0 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 16 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 16,5 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,775 | |
| NP | 5 | pases |
| TLV | 2,5 | min |
| TTCV | 3,6 | min |
| TCT | 20,1 | min/viaje |
| PP | 45,99 | m ³ / h |
| PT | 46,26 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,6 | h / día |
| TO | 15,8 | h /día |
| U | 86,6 | % |
| Ncr | 48 | viajes/día |
| Nct | 72 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 8 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 5,26 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 1,92 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,013 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 2,98 | ciclos/h |

En la figura N° 5.4 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.5 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 02



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.4: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 02



Fuente : Cia especializada SMCOSA

Figura Nº 5.5: Grafica de comparación de la producción m^3/h de la ruta Nº 02

c) Ruta 03: Carguío Nivel 4324 destino Botadero Nv. 4378

Equipo : Excavador RE – 86 AL con Volquetes de 20 m^3

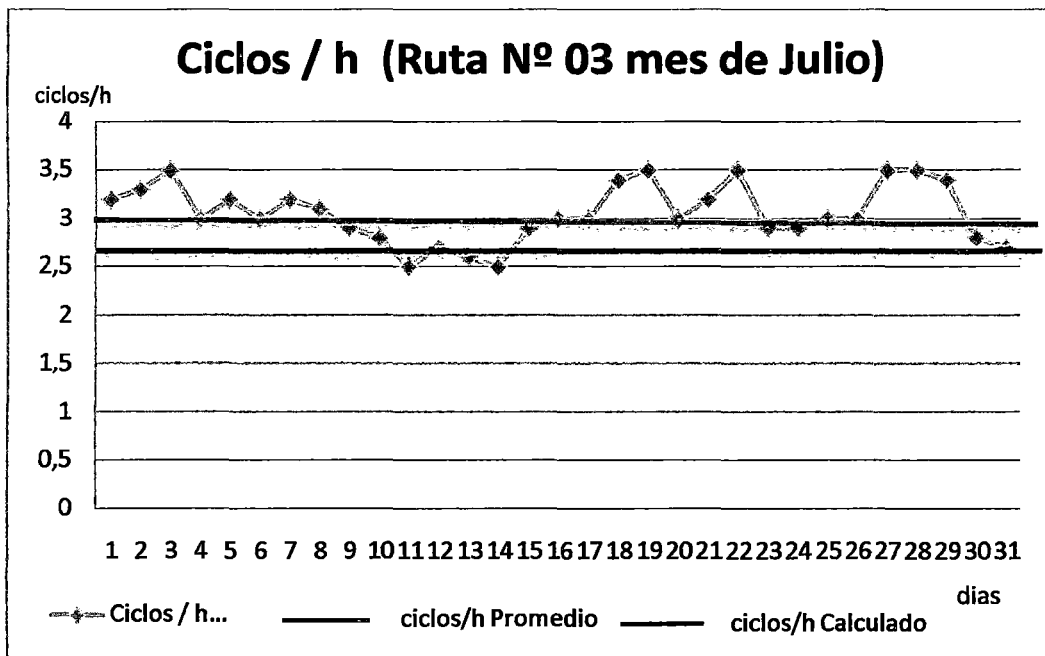
El resumen del análisis de la ruta 03 calculado se puede apreciar

en el cuadro Nº 5.5.

Cuadro N° 5.5: Resumen de la Ruta N° 03

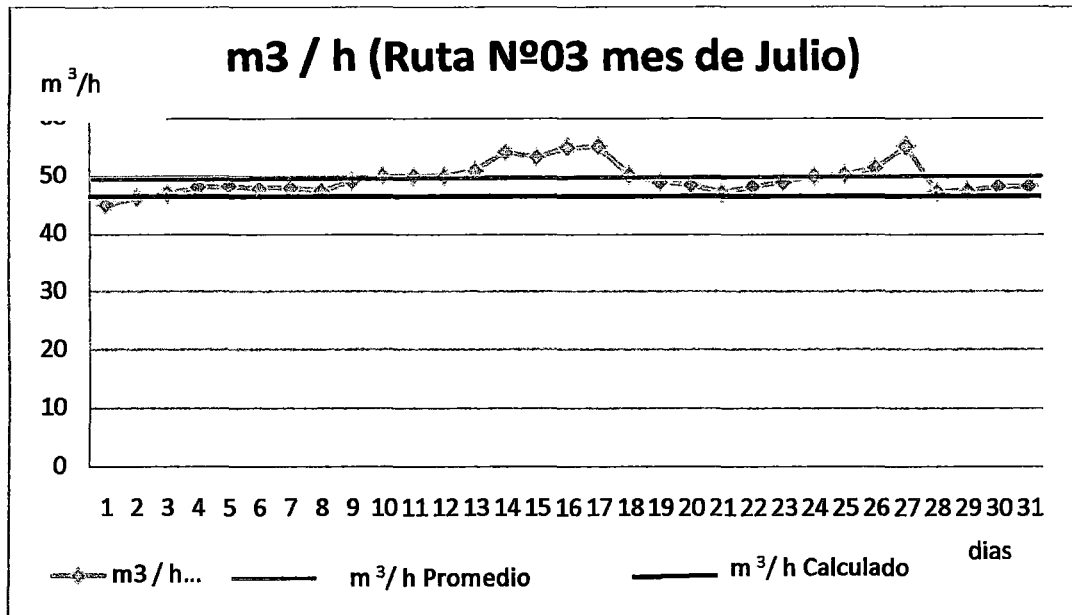
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 100 000 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 3 225,80 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,8 | km. |
| | | |
| Mes de (Julio) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 18 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,5 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,6 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,6 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,4 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 16,5 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 17,9 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,9 | |
| NP | 6 | pases |
| TLV | 3,0 | min |
| TTCV | 4,2 | min |
| TCT | 22,1 | min/viaje |
| PP | 35,09 | m ³ / h |
| PT | 48,87 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,6 | h / día |
| TO | 15,8 | h / día |
| U | 86,6 | % |
| Ncr | 43 | viajes/día |
| Nct | 65 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 4 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 2,63 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 0,96 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,433 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 2,71 | ciclos/h |

En la figura N° 5.6 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis , de igual forma la figura N° 5.7 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 03



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.6: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 03



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.7: Grafica de comparación de la producción m^3 / h de la ruta N° 03

d) Ruta 04: Carguío Nivel 4294 destino Botadero Nv. 4390

Equipo : Pala CH – 01 de $10 m^3$ con Camiones de $40 m^3$

• **Estudio de Tiempos**

Cuadro de Ciclos de Pala Hidráulica

| Tiempos de excavadora : | 1 semana | 2 semana | 3 semana | 4 semana | Total |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Tiempo de carga "TC" | 12 | 10 | 13 | 12 | 11,75 |
| Giro con carga "GC" | 12 | 11 | 12 | 13 | 12 |
| Descarga "D" | 9 | 7.5 | 8 | 8 | 8,125 |
| Giro Vacío "GV" | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Tiempos muertos + Interf por Exc. | 95 | 100 | 100 | 90 | 96,25 |
| Tiempos Mánobra de la Exc. | 80 | 85 | 95 | 52 | 78 |

Tiempo del Ciclo de Pala por pase

$$TCE = TC + GC + D + GV$$

| | | |
|-----|-------|-----------------|
| TCE | 41,88 | Segundos |
| TCE | 0,70 | Minutos |

| | | |
|--|------|----------------|
| Interferencias mecánicas y tiempos muertos | 1,60 | Minutos |
| Tiempos Maniobra de la Exc. | 1,30 | Minutos |

Cuadro de Ciclo del Camión

| Tiempos del volquete : | 1 semana | 2 semana | 3 semana | 4 semana | Total |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------|
| Tiempo de acarreo "TA" | 950 | 950 | 900 | 800 | 900 |
| Tiempo de retroceso y descarga "D" | 60 | 70 | 60 | 50 | 60 |
| Tiempos muertos + Interf por Volq. | 70 | 60 | 60 | 50 | 60 |

Tiempo de ciclos en Minutos será

| | | |
|------------------------------------|------|----------------|
| Tiempo de acarreo "TA" | 15 | Minutos |
| Tiempo de retroceso y descarga "D" | 1,00 | Minutos |
| Tiempos muertos + Interf por Volq. | 1,00 | Minutos |

- **Tiempo Total de Ciclo de Carguío**

Número de pasadas para cargar un camión:

$$Np = \frac{Ctv}{Cc}$$

Donde : Np = Numero de pasadas

Ctv = Capacidad de tolva volquete

Cc = Capacidad de la cuchara

Np 4 Pasadas

Tiempo de llenado al Camión:

$$TLV = Np * Tce$$

Donde: TLV = Tiempo de llenado del camión

Np = Numero de pasadas

Tce = Tiempo del ciclo de la pala por pase.

TLV 2,8 min.

Tiempo Total de Carguío al Volquete:

$$TTCV = TLV + \sum \text{maniobra}$$

Donde : TTCV= Tiempo total de carguío al camión

TLV = Tiempo de llenado del camión

TTCV 5,7 min.

Producción de la Pala

$$PP = \frac{Cc \times D.M}{TTCV}$$

PP 86,65 m³/h

Tiempo de Ciclo Total:

$$TCT = TTCv + TTT$$

Donde : TCT = Tiempo ciclo total
 TTCv = Tiempo total de carguío
 TTT = Tiempo total de transporte

TCT 22,7 min/viaje

- **Produccion de un Camion por hora (Teorico)**

$$Pt = \frac{Ctv \cdot 60 \frac{\text{min}}{h}}{TCT}$$

Donde : Ctv. = Capacidad de Tolva de camión
 TCT = Tiempo de Ciclo Total.

Pt 100,44 m³/h

- **Tiempo de Disponibilidad de la Maquina**

$$TD = TT - TM$$

$$TM = Tpl + Tf$$

donde : TD = Tiempo de Disponibilidad mecánica.

TT = Tiempo total programado 24 h

TM = Tiempo de mantenimiento de la maquina 3,12 h

Tpl = Tiempo de detención de la maquina por mant. planificado

Tf = Tiempo de detención de la maquina por mant. debido a fallas

| | |
|----|--------------|
| TM | 3,12 h / día |
|----|--------------|

| | |
|----|---------------|
| TD | 20,88 h / día |
|----|---------------|

- **Indisponibilidad Mecánica**

$$ID = 100 * \left(\frac{TM}{TT} \right) \%$$

Donde : ID = Indisponibilidad mecánica

| | |
|----|--------|
| ID | 13,0 % |
|----|--------|

- **Disponibilidad Mecanica**

$$DM = \frac{(TT - TM)}{TT} * 100$$

Donde : DM = Disponibilidad Mecánica

$$DM = 87 \%$$

- **Tiempo Operacional:**

$$TO = TD - TIO$$

Donde : TO = Tiempo operacional

TD = Tiempo de disponibilidad mecánica

Tio = Tiempo por interferencias operacionales

$$Tio = 2 \text{ h/día según mantenimiento}$$

$$TO = 18,88 \text{ h / día}$$

- **Utilizacion de la Maquina**

$$U = \left(\frac{TO}{TD} \right) * 100$$

Donde : U = Utilización de la maquina

TO = Tiempo operacional

TD = Tiempo de disponible de mecánica

U 90,42 %

- **Numero de Ciclos Reales**

$$Ncr = \frac{TO}{TCT}$$

Donde : Ncr = Numero de ciclos reales

TO = Tiempo operacional

TCT= Tiempo total del ciclo

NCR 49,95 Ciclos/día

- **Numero de Ciclos Teoricos**

$$Nct = \frac{TT}{TCT}$$

Donde : Nct = Numero de ciclos teóricos

TT = Tiempo total programado

TCT= Tiempo total de ciclo

Nct 63,49 Ciclos/día.

- **Numero de Camiones**

$$N^{\circ}Volquetes = \frac{Q}{\alpha * Ctv * Ncr}$$

Donde : Q = Producción diaria requerida

α = Factor de llenado

Ctv= Capacidad de tolva del camion

Ncr= Numero de ciclos reales

N° Volquetes 3,786 \approx 4

- **Numero de Volquetes Operacionales**

$$Nv.operac. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TO}{TT}\right)$$

Donde : TO = Tiempo operacional de la maquina

TT = Tiempo total programado

N.v.op. 3,15

- **Numero de Camiones por Interferencia de Mantenimiento**

$$Nv.int.mant. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TM}{TT}\right)$$

Donde : Nvint. = Numero de volquetes por interf. de Mant.

TM = Tiempo de Mantenimiento h .

TT = Tiempo total programado

N. v. int. 0,52

- **Numero de Volquetes por Interferencias Operacionales**

$$Nv.int.operc. = N^{\circ}Volquetes * \left(\frac{TIO}{TT}\right)$$

Donde : Nvint. Operc. = Numero de Volquetes por interf. operc.
 TIO = Tiempo por interferencias operacionales
 TT = Tiempo total programado

N. v. int. Operc. 0,333

- **Calculo de Ciclos por hora**

$$N^{\circ}Ciclos/hora = \frac{60}{TCT}$$

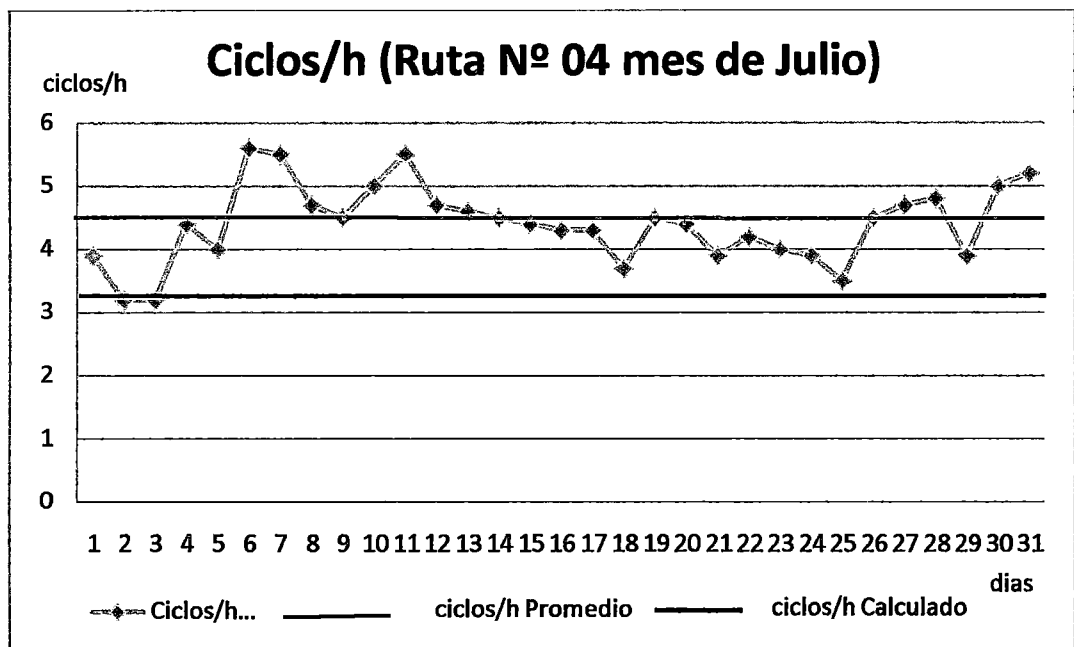
N° Ciclos/Hora 2,64

El resumen del análisis de la ruta 04 calculado se puede apreciar en el cuadro N° 5.6.

Cuadro N° 5.6: Resumen de la Ruta N° 04

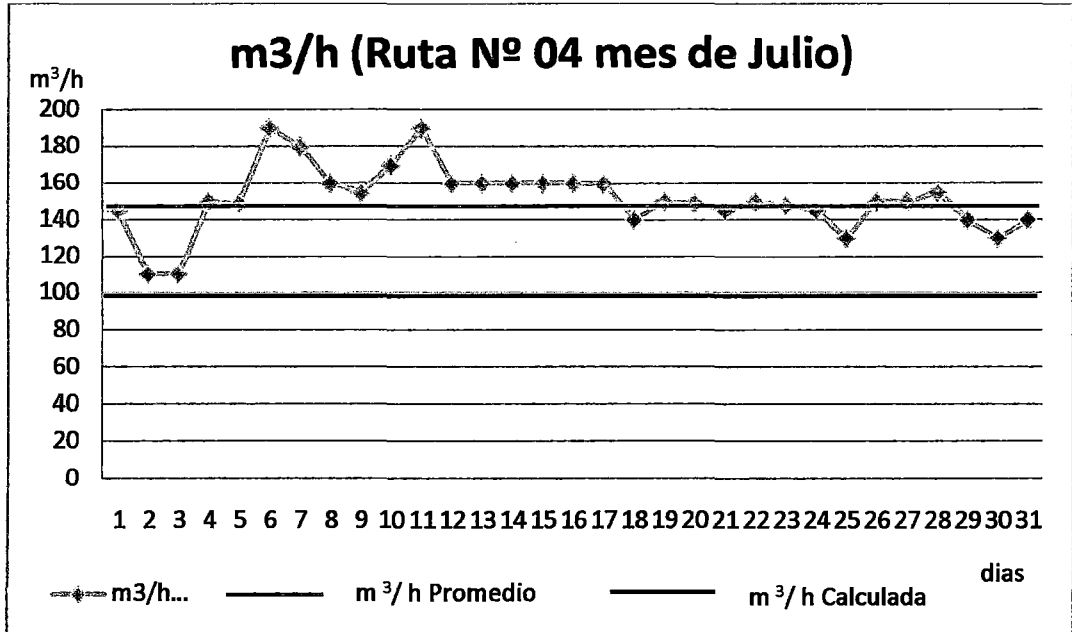
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 222 811 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 7 187,45 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,0 | km. |
| | | |
| Mes de (Julio) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de camion "Ctv" | 40 | m ³ |
| Llenado del camión real | 38 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 10 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 98 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 9,8 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,7 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 1,6 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 1,3 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 1,0 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 15 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 17 | min |
| Factor de llenado "α" (camion) | 0,95 | |
| NP | 4 | pases |
| TLV | 2,8 | min |
| TTCV | 5,70 | min |
| TCT | 22,7 | min/viaje |
| PP | 86,65 | m ³ / h |
| PT | 100,44 | m ³ / h |
| TM | 3,12 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 20,88 | h / día |
| ID | 13 | % |
| DM | 87 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 18,88 | h /día |
| U | 90,42 | % |
| Ncr | 50 | viajes/día |
| Nct | 64 | viajes/día |
| N° de camiones requeridos | 4 | camiones |
| N° de camiones operacionales | 3,15 | camiones |
| N° de camiones por interf. Mant. | 0,52 | camiones |
| N° de camiones por interf. Operacional | 0,33 | camiones |
| N° de ciclos por hora | 3,1 | ciclos/h |

En la figura N° 5.8 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.9 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 04



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.8: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 04



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.9: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta N° 04

5.2.5 Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte Mes de Agosto

Los cálculos de flotas es por medio del planeamiento de Brocal la cual se presenta en el cuadro N° 5.7 para el mes de agosto y la distribución de rutas en el cuadro N° 5.8

Cuadro N° 5.7: Planeamiento de Minado Mes de Agosto

| PLAN DE MINADO AGOSTO (DESMONTE) | | | | |
|----------------------------------|-------|----------------|-----------------|------------------|
| ZONA | NIVEL | BCM (m³) | Densidad (t/m³) | toneladas |
| IN PIT- LLAVE | 4324 | 50 782 | 2,0 | 101 564 |
| IN PIT- LLAVE | 4318 | 83 493 | 2,0 | 166 986 |
| IN PIT- LLAVE | 4312 | 77 179 | 2,0 | 154 358 |
| IN PIT- LLAVE | 4300 | 105 405 | 2,0 | 210 810 |
| IN PIT- LLAVE | 4294 | 224 750 | 2,0 | 449 500 |
| IN PIT- LLAVE | 4324 | 88 330 | 2,0 | 176 660 |
| TOTAL | | 629 939 | | 1 259 878 |

Cuadro N° 5.8: Distribución de Rutas Mes de Agosto

| Nv. Carguío | Botadero | Equipo | Producción (m³/mes) | Distancia | Medida |
|-------------|----------|--------------|---------------------|-----------|--------|
| 4324 - 4306 | 4378 | RE – 79 AL | 134 275 | 1,9 | km |
| 4312 - 4300 | 4378 | RE - 18 | 182 584 | 2,1 | km |
| 4324 | 4378 | RE – 86 AL | 88 330 | 1,8 | km |
| 4294 | 4390 | CH – 01 O &K | 224 750 | 2,0 | km |

a) Ruta N° 01: Carguío Nivel 4324 - 4306 destino Botadero Nv. 4378 (Condorcayan)

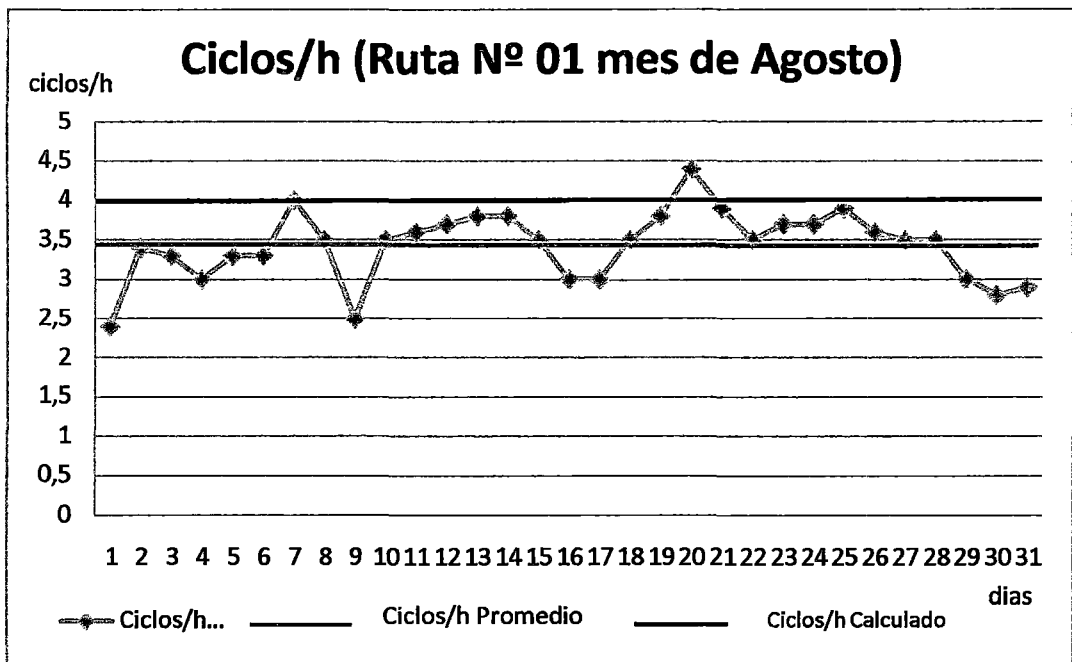
Equipo : Excavador RE – 79 AL con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta N° 01 calculado se puede apreciar en el cuadro N° 5.9.

Cuadro N° 5.9: Resumen de la Ruta N° 01

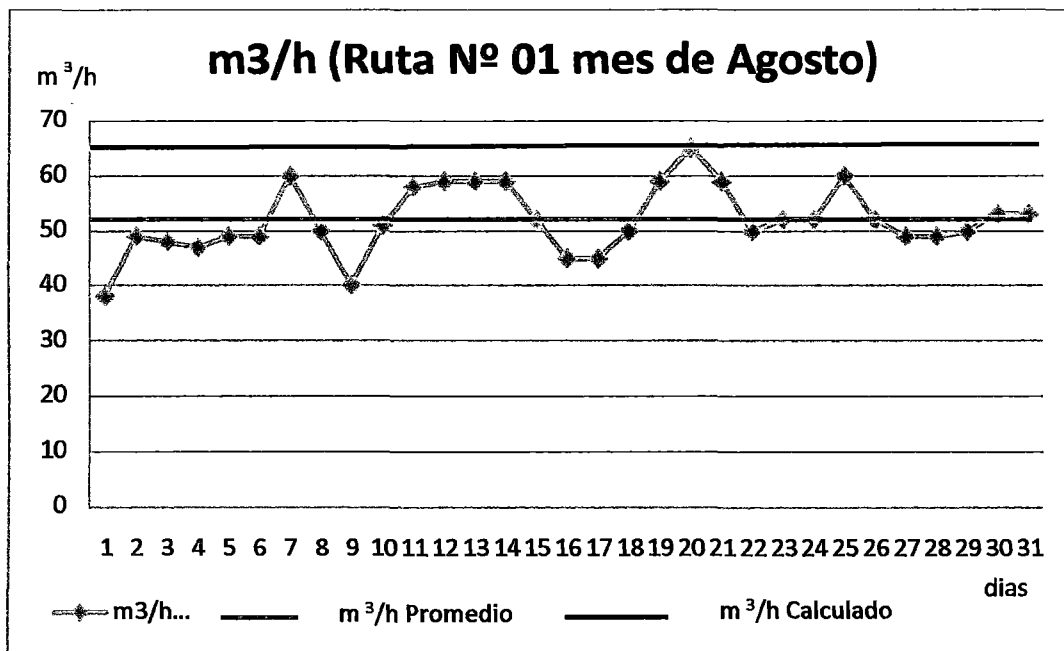
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 134 275 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 4 331,45 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,9 | km |
| | | |
| Mes de (Agosto) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 17 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,45 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,4 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 1,0 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,5 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 10 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 11,5 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,85 | |
| NP | 5 | pases |
| TLV | 2,25 | min |
| TTCV | 3,65 | min |
| TCT | 15,15 | min/viaje |
| PP | 51,38 | m ³ / h |
| PT | 67,33 | m ³ / h |
| TM | 4,85 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 19,15 | h / día |
| ID | 20,2 | % |
| DM | 80 | % |
| TIO | 2,6 | h / día |
| TO | 16,55 | h / día |
| U | 86,4 | % |
| Ncr | 66 | viajes/día |
| Nct | 95 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 4 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 2,76 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 0,808 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,433 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 3,96 | ciclos/h |

En la figura N° 5.10 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.11 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 01 mes de Agosto



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.10: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 01



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.11: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta Nº 01

**b) Ruta Nº 02: Carguío Nivel 4312 - 4300 destino Botadero Nv.
4378**

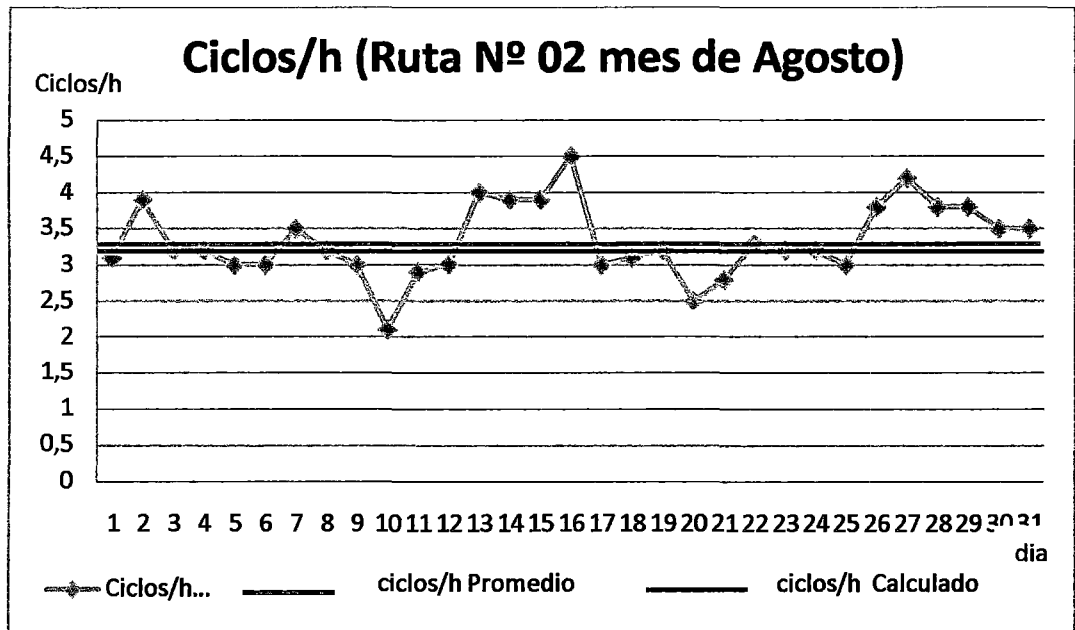
Equipo : Excavador RE – 18 con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta Nº 02 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.10.

Cuadro N° 5.10: Resumen de la Ruta N° 02

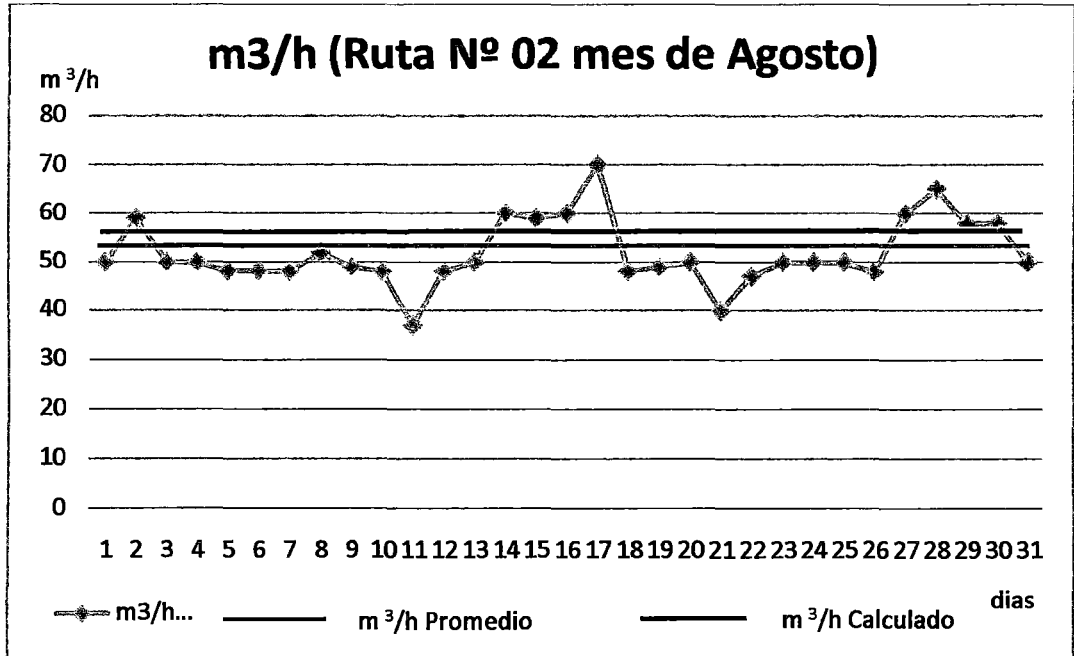
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 182 584 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 5 889,81 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,1 | km. |
| | | |
| Mes de (Agosto) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 17 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,35 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,3 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,4 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,5 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 15 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 16,5 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,85 | |
| NP | 5 | pases |
| TLV | 1,75 | min |
| TTCV | 2,45 | min |
| TCT | 18,95 | min/viaje |
| PP | 67,58 | m ³ / h |
| PT | 53,82 | m ³ / h |
| TM | 4,8 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 19,2 | h / día |
| ID | 20 | % |
| DM | 80 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 17,2 | h / día |
| U | 89,58 | % |
| Ncr | 55 | viajes/día |
| Nct | 76 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 6 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 4,3 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 1,2 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,5 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 3,16 | ciclos/h |

En la figura N° 5.12 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.13 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 02 mes de Agosto



Fuente: Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.12: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 02



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.13: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta Nº 02

c) Ruta Nº 03: Carguío Nivel 4324 destino Botadero Nv. 4378

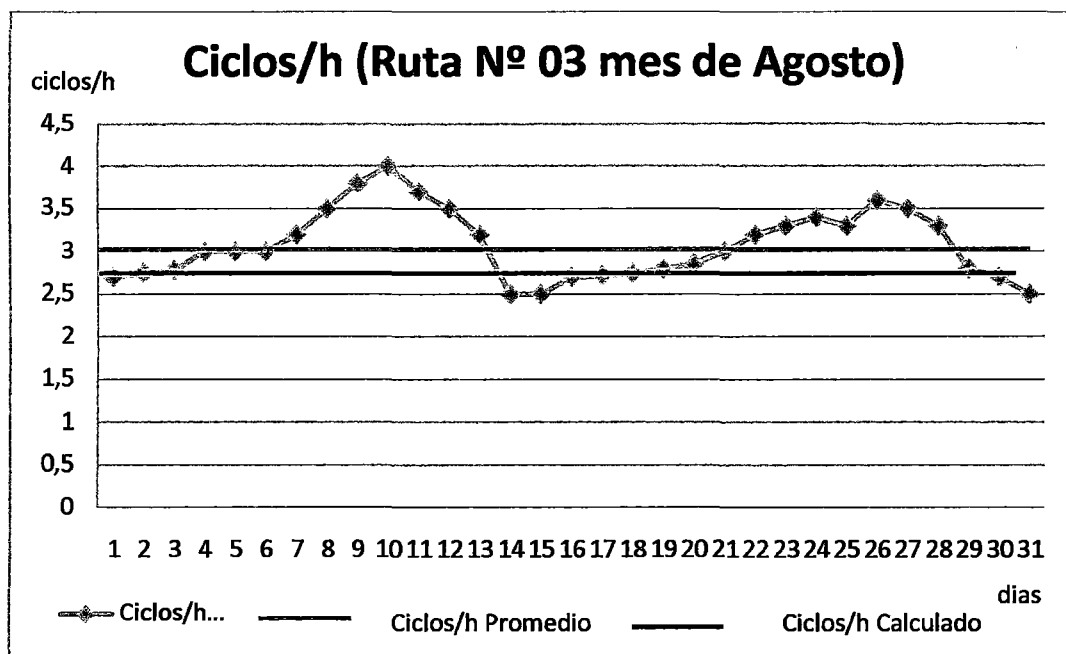
Equipo : Excavador RE – 86 AL con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta Nº 03 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.11.

Cuadro N° 5.11: Resumen de la Ruta N° 03

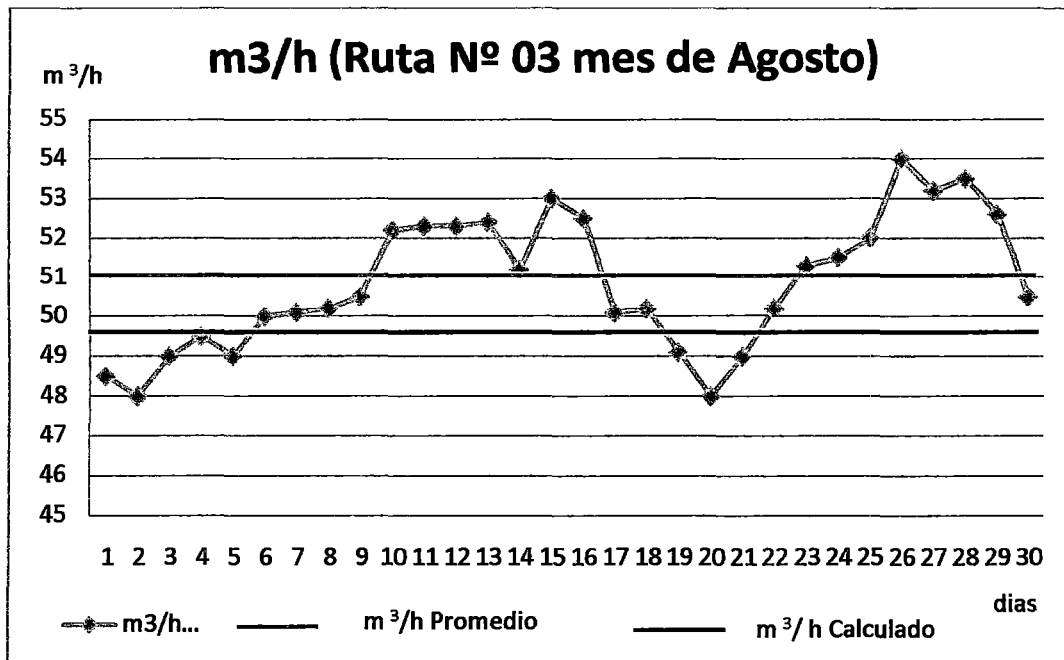
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 88 330 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 2 849,35 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,8 | km |
| | | |
| Mes de (Agosto) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 18 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,6 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,8 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,6 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 0,8 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 1,0 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 15 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 16,8 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,90 | |
| NP | 6 | pases |
| TLV | 3,6 | min |
| TTCV | 5,0 | min |
| TCT | 21,8 | min/viaje |
| PP | 29,53 | m ³ / h |
| PT | 49,54 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 16,24 | h /día |
| U | 89,03 | % |
| Ncr | 45 | viajes/día |
| Nct | 66 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 4 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 2,7 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 0,96 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,33 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 2,75 | ciclos/h |

En la figura N° 5.14 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.15 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 03 mes de Agosto



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.14: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 03



Fuente : Cia especializada SMCOSA

Figura Nº 5.15: Grafica de comparación de la producción m^3 / h de la ruta Nº 03

d) Ruta Nº 04: Carguío Nivel 4294 destino Botadero Nv. 4390.

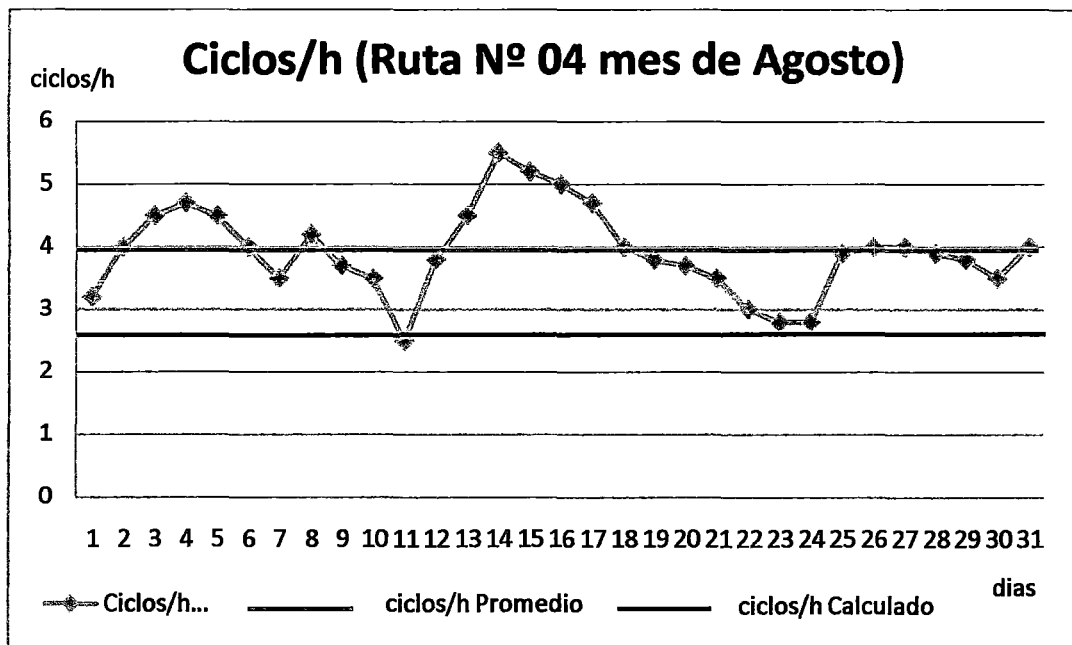
**Equipo : Pala Hidraulica CH – 01 O&K con Camiones de
40 m^3**

El resumen del análisis de la ruta Nº 04 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.12.

Cuadro N° 5.12: Resumen de la Ruta N° 04

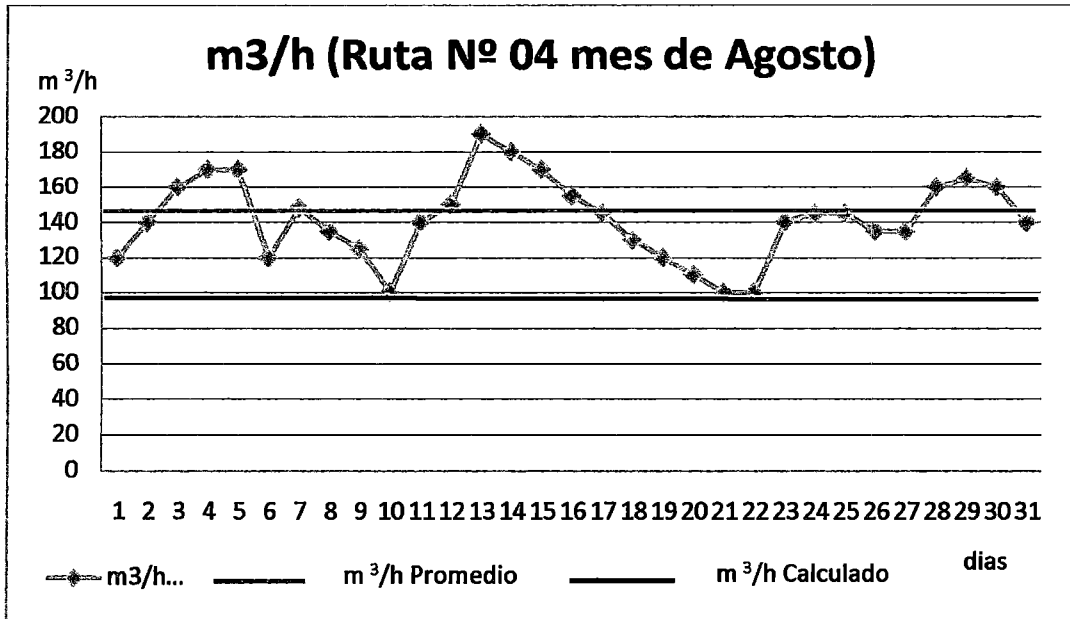
| | | |
|---|---------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 224 750 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 7 250,0 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,0 | km |
| | | |
| Mes de (Agosto) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de camión "Ctv" | 40 | m ³ |
| Llenado del camión real | 38 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 10 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 98 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 9,8 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,6 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 2,0 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 1,0 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,3 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,5 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 16 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 17,8 | min |
| Factor de llenado "α" (camión) | 0,95 | |
| NP | 4 | pases |
| TLV | 2,4 | min |
| TTCV | 5,4 | min |
| TCT | 23,2 | min/viaje |
| PP | 91,46 | m ³ / h |
| PT | 98,27 | m ³ / h |
| TM | 3,12 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 20,88 | h / día |
| ID | 13 | % |
| DM | 87 | % |
| TIO | 2,6 | h / día |
| TO | 18,28 | h / día |
| U | 87,54 | % |
| Ncr | 47 | viajes/día |
| Nct | 62 | viajes/día |
| N° de camiones requeridos | 4 | camiones |
| N° de camiones operacionales | 3,04 | camiones |
| N° de camiones por interf. Mant. | 0,52 | camiones |
| N° de camiones por interf. Operacional | 0,43 | camiones |
| N° de ciclos por hora | 2,58 | ciclos/h |

En la figura N° 5.16 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.17 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 04 mes de Agosto



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.16: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 04



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.17: Grafica de comparación de la producción m^3 / h de la ruta Nº 04

5.2.6 Estudio Analítico de la Disponibilidad y Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte Mes de Setiembre

Los cálculos de flotas es por medio del planeamiento de Brocal la cual se presenta en el cuadro Nº 5.13 para el mes de setiembre y la distribución de rutas en el cuadro Nº 5.14

Cuadro N° 5.13: Planeamiento de Minado Mes de Setiembre

| PLAN DE MINADO SETIEMBRE (DESMONTE) | | | | |
|-------------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------|-----------|
| ZONA | NIVEL | BCM (m ³) | Densidad (t/m ³) | toneladas |
| IN PIT- LLAVE | 4318 | 82 450 | 2,0 | 164 900 |
| IN PIT- LLAVE | 4324 | 51 800 | 2,0 | 103 600 |
| IN PIT- LLAVE | 4312 | 75 189 | 2,0 | 150 378 |
| IN PIT- LLAVE | 4300 | 107 390 | 2,0 | 214 780 |
| IN PIT- LLAVE | 4324 | 88 430 | 2,0 | 176 860 |
| IN PIT- LLAVE | 4294 | 224 620 | 2,0 | 449 240 |
| TOTAL | | 629 879 | | 1 259 758 |

Cuadro N° 5.14: Distribución de Rutas Mes de Setiembre

| Nv. Carguío | Botadero | Equipo | Producción (m ³ /mes) | Distancia | Medida |
|-------------|----------|--------------|----------------------------------|-----------|--------|
| 4324 - 4306 | 4378 | RE – 79 AL | 134 250 | 1,9 | km |
| 4312 - 4300 | 4378 | RE - 18 | 182 579 | 2,1 | km |
| 4324 | 4378 | RE – 86 AL | 88 430 | 1,8 | km |
| 4294 | 4390 | CH – 01 O &K | 224 620 | 2,0 | km |

a) Ruta N° 01: Carguío Nivel 4324 - 4306 destino Botadero Nv. 4378.

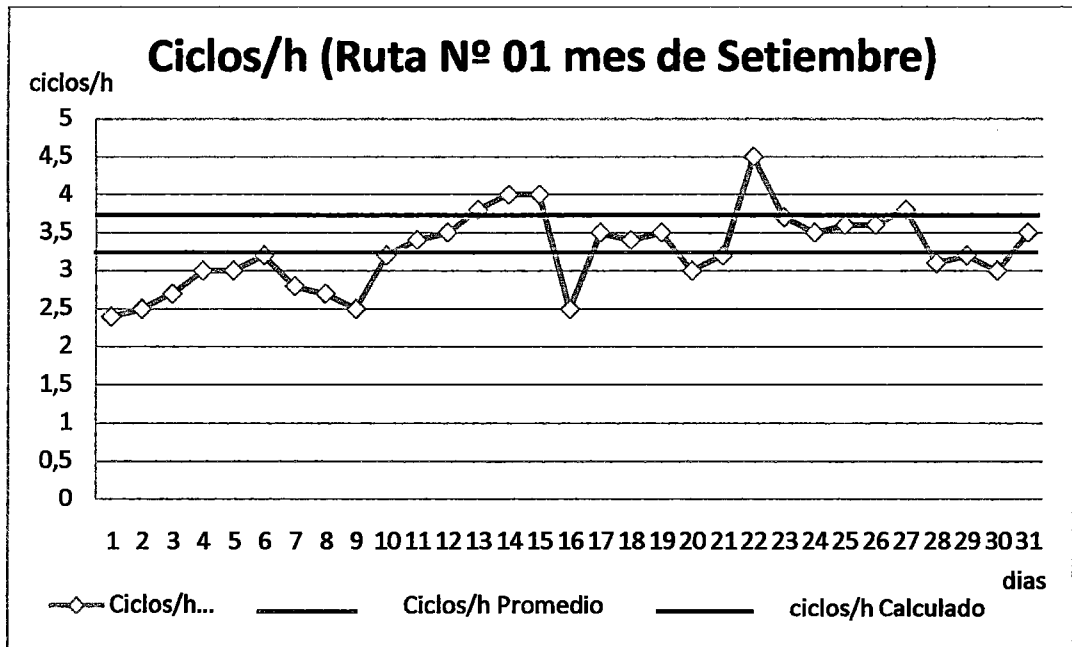
Equipo : Excavador RE – 79 AL con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta N° 01 calculado se puede apreciar en el cuadro N° 5.15.

Cuadro N° 5.15: Resumen de la Ruta N° 01

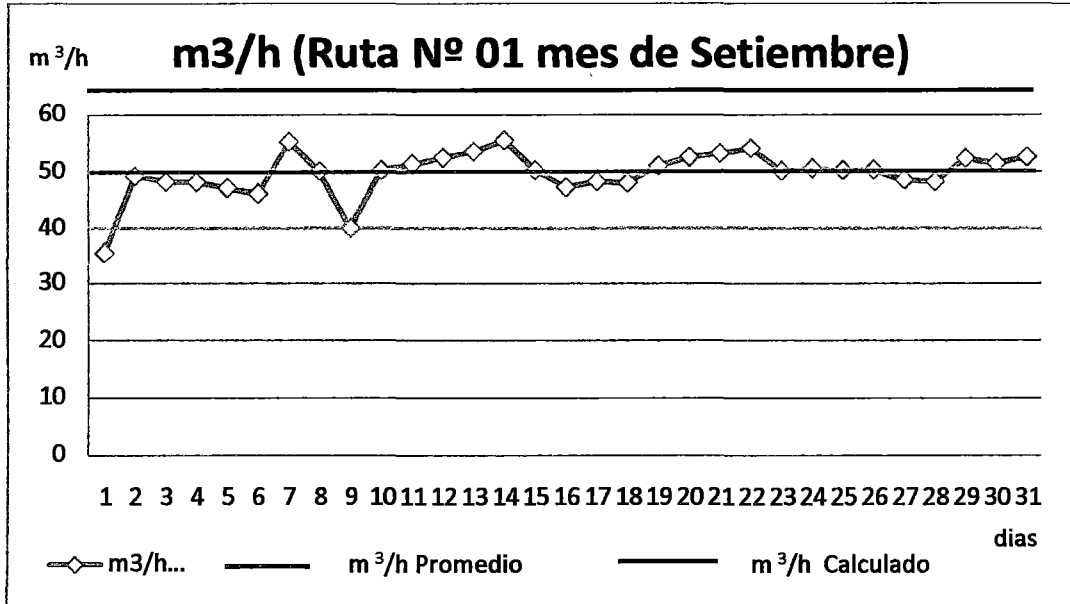
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 134 250 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 4 330,64 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,9 | km |
| | | |
| Mes de (Setiembre) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 18 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,4 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,5 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 1,0 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 1,0 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 10 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 12 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,90 | |
| NP | 6 | pases |
| TLV | 2,4 | min |
| TTCV | 3,9 | min |
| TCT | 15,9 | min/viaje |
| PP | 51,15 | m ³ / h |
| PT | 67,92 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 16,24 | h / día |
| U | 89,03 | % |
| Ncr | 61 | viajes/día |
| Nct | 91 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 4 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 2,7 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 0,96 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,33 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 3,77 | ciclos/h |

En la figura N° 5.18 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.19 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 01 mes de Setiembre.



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.18: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 01



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.19: Grafica de comparación de la producción m^3/h de la ruta Nº 01

b) Ruta Nº 02: Carguío Nivel 4312 - 4300 destino Botadero Nv. 4378.

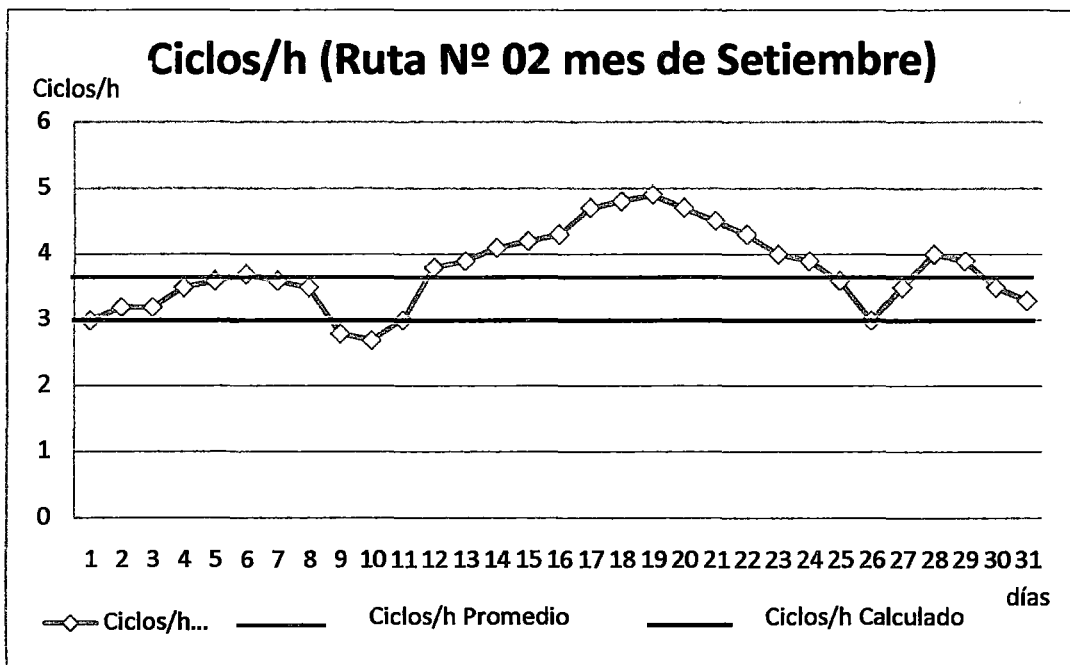
Equipo : Excavador RE – 18 con Volquetes de 20 m^3

El resumen del análisis de la ruta Nº 02 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.16.

Cuadro N° 5.16: Resumen de la Ruta N° 02

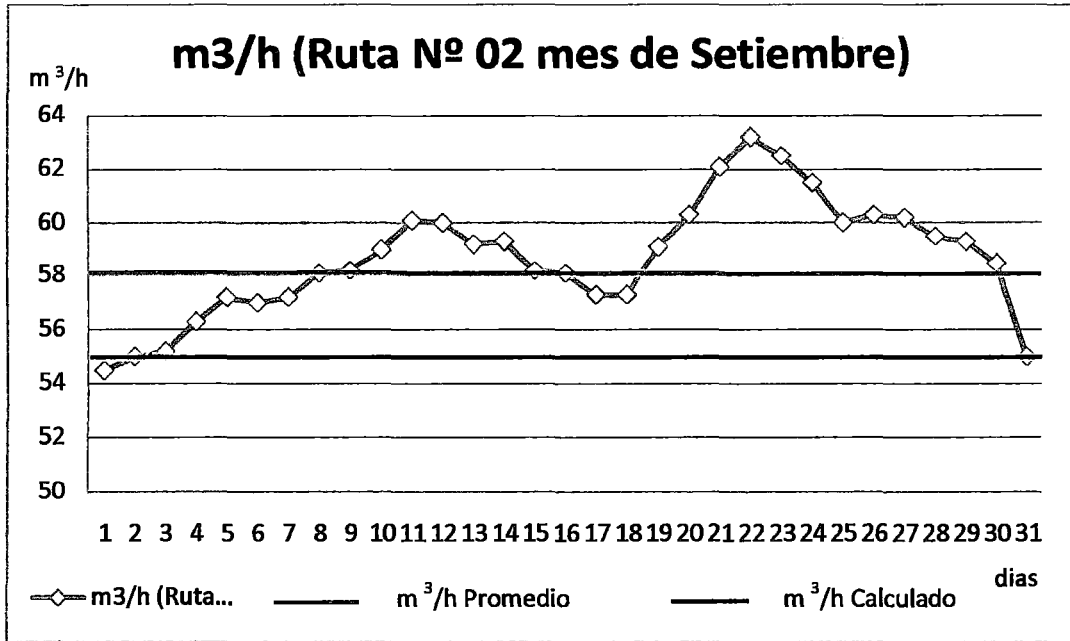
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 182 579 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 5 889,64 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,1 | km |
| | | |
| Mes de (Setiembre) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 19 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,4 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 0,4 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,8 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,5 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 15,5 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 17 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,95 | |
| NP | 6 | pases |
| TLV | 2,4 | min |
| TTCV | 3,6 | min |
| TCT | 20,6 | min/viaje |
| PP | 45,99 | m ³ / h |
| PT | 55,34 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 16,4 | h / día |
| U | 89,91 | % |
| Ncr | 55 | viajes/día |
| Nct | 70 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 6 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 4,1 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 1,44 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,5 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 2,91 | ciclos/h |

En la figura N° 5.20 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.21 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 02 mes de Setiembre.



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.20: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 02



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.21: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta Nº 02

c) Ruta Nº 03: Carguío Nivel 4324 destino Botadero Nv. 4378.

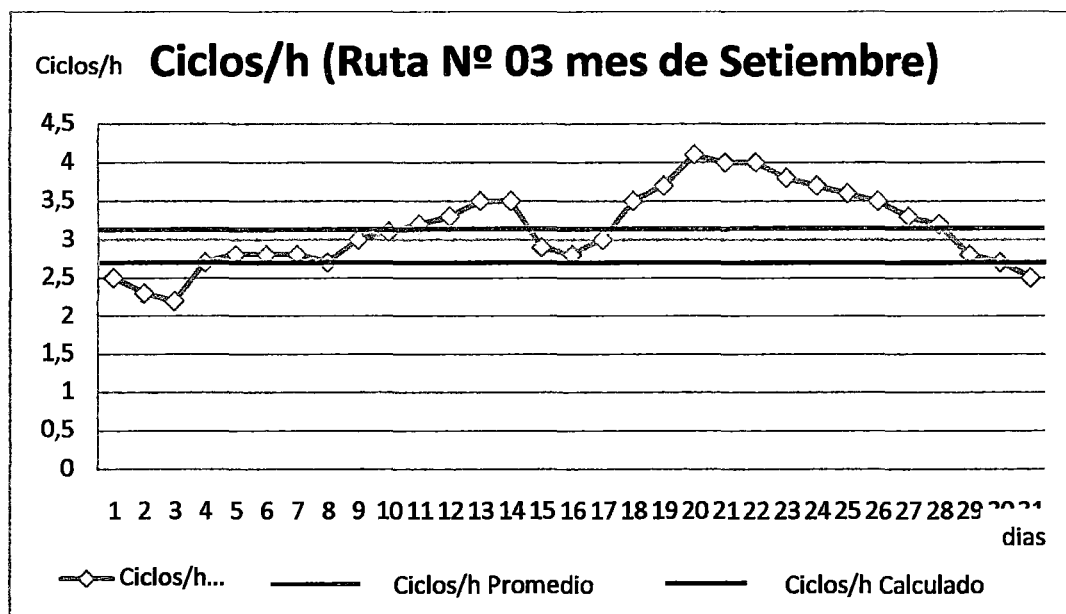
Equipo : Excavador RE – 86 AL con Volquetes de 20 m³

El resumen del análisis de la ruta Nº 03 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.17.

Cuadro N° 5.17: Resumen de la Ruta N° 03

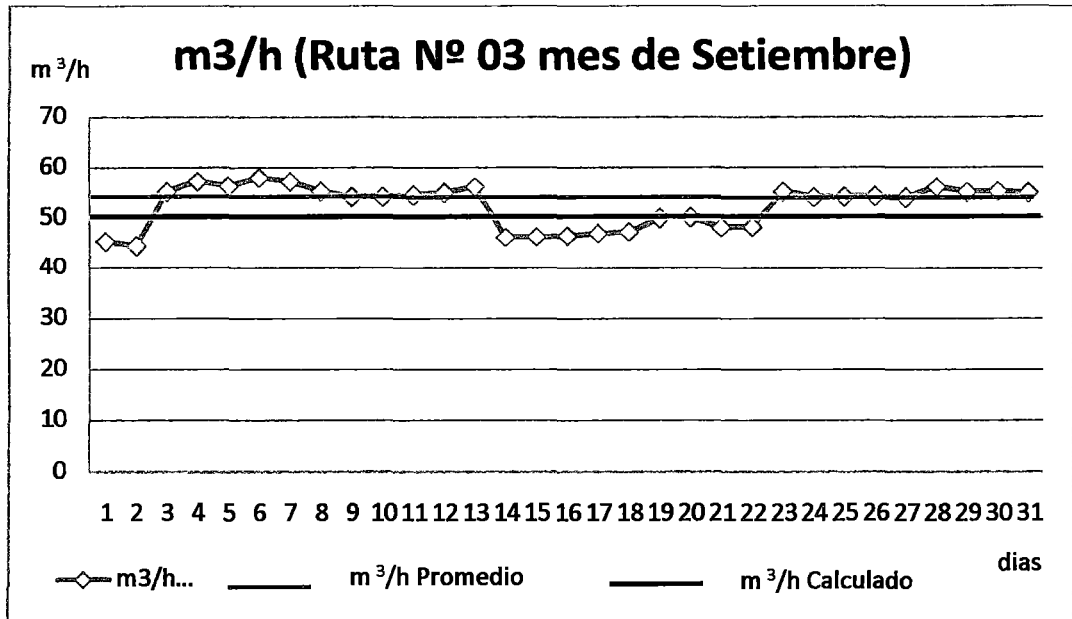
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 88 430 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 2 852,58 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 1,8 | km |
| | | |
| Mes de (Setiembre) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de volquete "Ctv" | 20 | m ³ |
| Llenado del volquete real | 19 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 3,5 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 95 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 3,325 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,5 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 1,0 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 0,8 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,8 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 16 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 17,8 | min |
| Factor de llenado "α" (volquete) | 0,95 | |
| NP | 6 | pases |
| TLV | 3,0 | min |
| TTCV | 4,8 | min |
| TCT | 22,6 | min/viaje |
| PP | 30,75 | m ³ / h |
| PT | 50,44 | m ³ / h |
| TM | 5,76 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 18,24 | h / día |
| ID | 24 | % |
| DM | 76 | % |
| TIO | 2,5 | h / día |
| TO | 15,74 | h /día |
| U | 86,29 | % |
| Ncr | 42 | viajes/día |
| Nct | 64 | viajes/día |
| N° de volquetes requeridos | 4 | volquetes |
| N° de volquetes operacionales | 2,62 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Mant. | 0,96 | volquetes |
| N° de volquetes por interf. Operacional | 0,42 | volquetes |
| N° de ciclos por hora | 2,65 | ciclos/h |

En la figura N° 5.22 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.23 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 03 mes de Setiembre.



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.22: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 03



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.23: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta Nº 03

d) Ruta Nº 04: Carguío Nivel 4294 destino Botadero Nv. 4390.

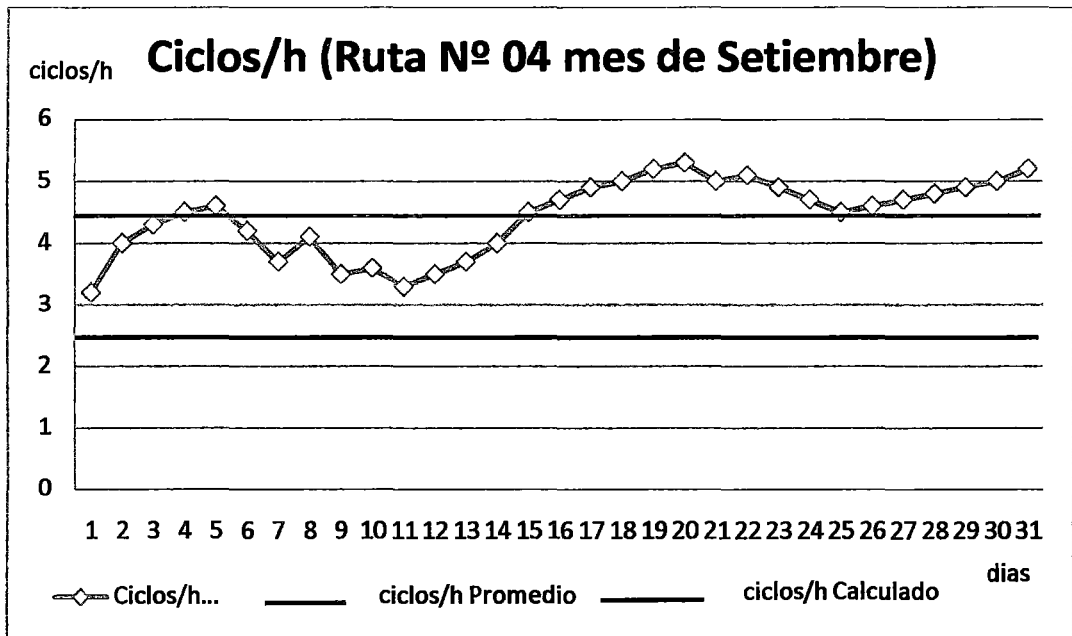
**Equipo : Pala Hidráulica CH – 01 O&K con Camiones de
40 m³**

El resumen del análisis de la ruta Nº 04 calculado se puede apreciar en el cuadro Nº 5.18.

Cuadro N° 5.18: Resumen de la Ruta N° 04

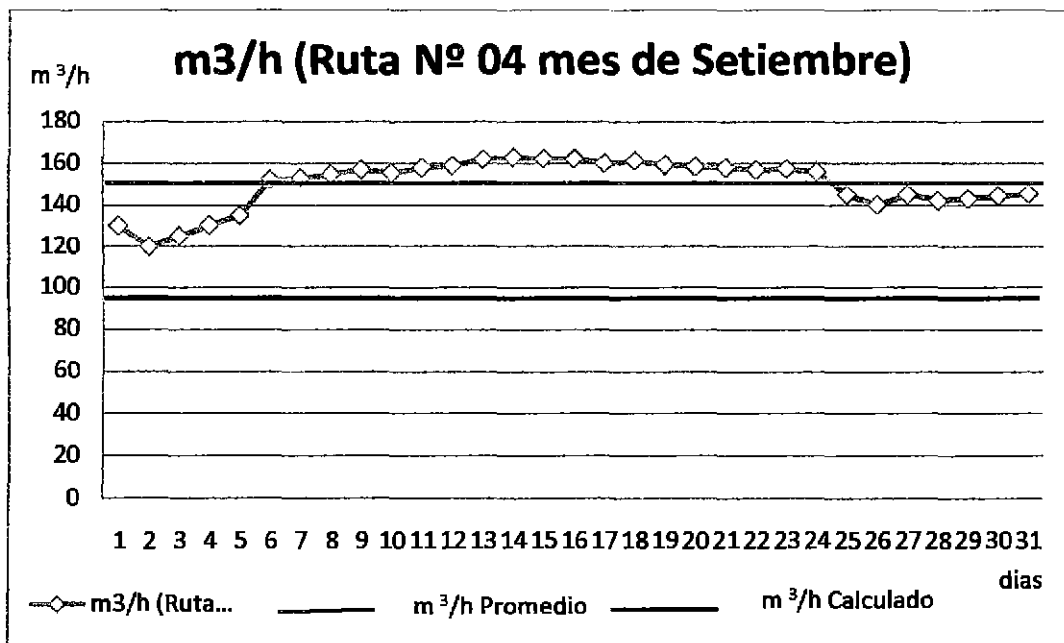
| | | |
|---|----------|----------------------|
| Producción "Q" mensual requerido | 224 620 | m ³ / mes |
| Producción "Q" diario requerido | 7 245,81 | m ³ / día |
| Distancia promedio de Transporte | 2,0 | km |
| | | |
| Mes de (Setiembre) | 31 | días |
| Capacidad de la tolva de camión "Ctv" | 40 | m ³ |
| Llenado del camión real | 38 | m ³ |
| Capacidad de la cuchara | 10 | m ³ |
| Factor de llenado según tipo de mat. Exc. | 98 | % |
| Capacidad de la cuchara real | 9,8 | m ³ |
| Tiempo de la excavación por pase | 0,8 | min |
| Tiempos muertos + interferencias por exc. | 2,0 | min |
| Tiempos de maniobras de la exc. | 1,0 | min |
| Tiempo de retroceso y descarga (TRD) | 1,0 | min |
| Tiempos muertos en transporte | 0,5 | min |
| Tiempo de transporte (ida + vuelta) (TA) | 18 | min |
| Tiempo total del ciclo de transporte | 19,5 | min |
| Factor de llenado "α" (camión) | 0,95 | |
| NP | 4 | pases |
| TLV | 3,2 | min |
| TTCV | 6,2 | min |
| TCT | 25,7 | min/viaje |
| PP | 79,66 | m ³ / h |
| PT | 88,71 | m ³ / h |
| TM | 3,12 | h / día |
| TT | 24 | h |
| TD | 20,88 | h / día |
| ID | 13 | % |
| DM | 87 | % |
| TIO | 2,0 | h / día |
| TO | 18,88 | h / día |
| U | 90,42 | % |
| Ncr | 44 | viajes/día |
| Nct | 56 | viajes/día |
| N° de camiones requeridos | 5 | camiones |
| N° de camiones operacionales | 3,93 | camiones |
| N° de camiones por interf. Mant. | 0,65 | camiones |
| N° de camiones por interf. Operacional | 0,42 | camiones |
| N° de ciclos por hora | 2,33 | ciclos/h |

En la figura N° 5.24 se presenta el grafico estadístico del ciclo / h calculado vs el ciclo / h promedio obtenido en el campo para su análisis y de igual forma la figura N° 5.25 representa la producción comparativa de m³ / h calculado vs m³ / h promedio del campo de la ruta N° 04 mes de Setiembre.



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura N° 5.24: Grafica de comparación ciclos / h de la ruta N° 04



Fuente : Cia especializada SMCGSA

Figura Nº 5.25: Grafica de comparación de la producción m³ / h de la ruta Nº 04

5.2.7 Resumen General de la Producción Mensual

a) Equipos de Carguío

En el Cuadro Nº 5.19 y en la Figura Nº 5.26 se puede ver el resumen general comparativo de la producción mensual de los equipos de carguío de la contrata San Martin.

Cuadro N° 5.19: Resumen General de producción del equipo de Carguío

| Ruta N° | Julio (m ³ /h) | Agosto (m ³ /h) | Setiembre (m ³ /h) | Promedio (m ³ /h) |
|---------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 01 | 58,60 | 51,38 | 51,15 | 53,71 |
| 02 | 45,99 | 67,58 | 45,99 | 53,18 |
| 03 | 35,09 | 29,53 | 30,75 | 31,79 |
| 04 | 86,65 | 91,46 | 79,66 | 85,92 |

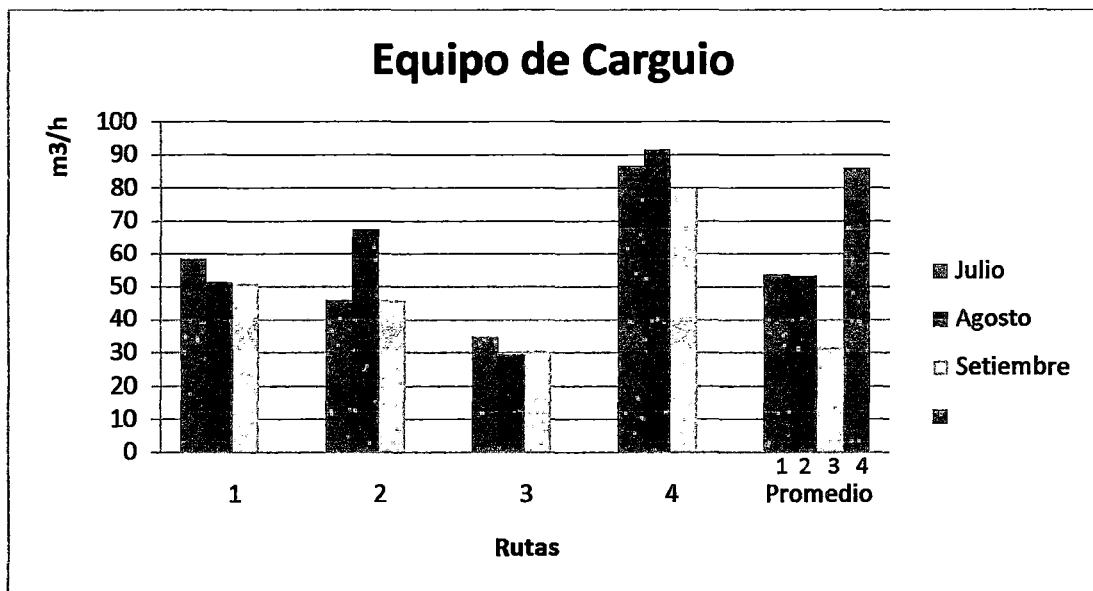


Figura N° 5.26: Resumen General comparativo de la producción de los equipos de Carguío

b) Equipos de Transporte

En el Cuadro N° 5.20 y en la Figura N° 5.27 se puede ver el resumen general comparativo de la producción mensual de los equipos de transporte de la contrata San Martín.

Cuadro N° 5.20: Resumen general de la producción de los equipos de transporte

| Rutas N° | Julio (m ³ /h) | | Agosto (m ³ /h) | | Setiembre (m ³ /h) | |
|----------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| | Ejecutado | Calculado | Ejecutado | Calculado | Ejecutado | Calculado |
| 01 | 48,82 | 48,43 | 51,96 | 67,33 | 49,69 | 67,92 |
| 02 | 52,37 | 46,26 | 51,90 | 53,82 | 58,66 | 55,34 |
| 03 | 49,55 | 48,87 | 50,85 | 49,54 | 52,46 | 50,44 |
| 04 | 151,32 | 100,44 | 142,03 | 98,27 | 150,15 | 88,71 |

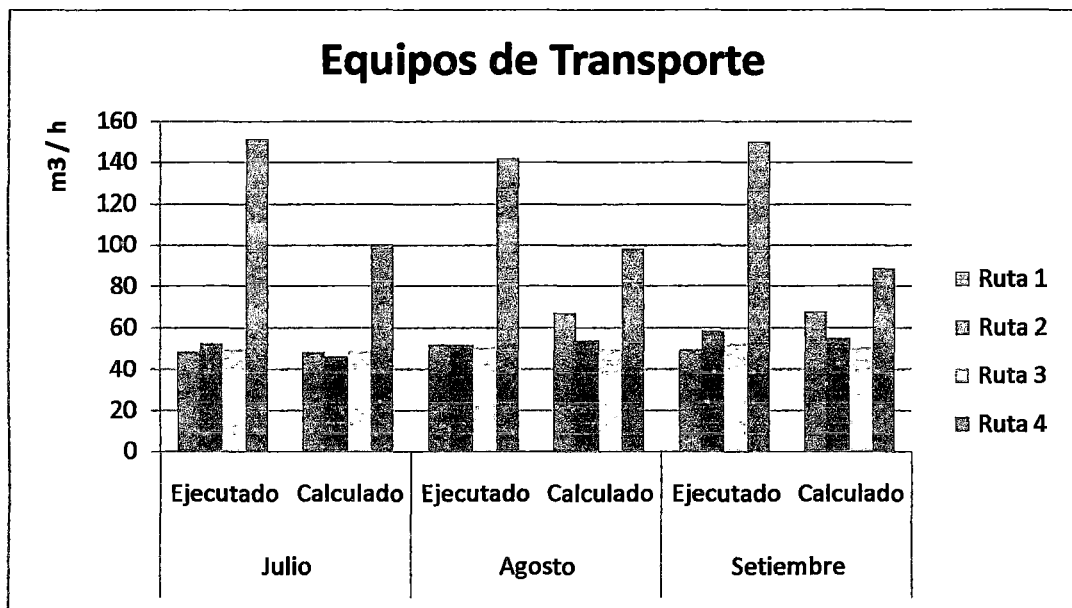


Figura N° 5.27: Resumen general de producción comparativo de los equipos de transporte

5.2.8 Factor de Acoplamiento entre la flota de Transporte y

Carga para las Rutas N° 01,02 y 03

(1) Y (2) Utilizando las formulas de C. Lopez Jimeno (1997)

donde el factor de acoplamiento o (Match Factor) se calcula de la siguiente forma:

$$F A = \frac{N p t}{N T} = \frac{\text{Nº total de Volquetes} \times \text{Ciclo de carga del Volq.}}{\text{Nº total de Cargadores} \times \text{Ciclo del Volquete}}$$

Donde:

N = Número total de Volquetes

P = Numero de cucharadas necesarios para llenar un Volq.

t = Tiempo del ciclo de cada cucharada

n = Número total de unidades de carga

T = Tiempo del ciclo de cada Volquete

En condiciones optimas considerando las características de cada máquina, buena disponibilidad mecánica y eficiencia del operador, el factor de acoplamiento es 1 entonces:

$$\frac{N p t}{n t} = 1$$

El cálculo de acoplamiento para los equipos de la empresa contratista San Martin (SMCGSA) considerando solo las rutas N° 01,02 y 03 que tienen problemas. El resumen de datos requeridos para el cálculo se puede ver en el Cuadro N° 5.21.

Cuadro N° 5.21: Resumen promedio de las características operativas de los equipos de SMCOSA. (Rutas 01, 02 y 03)

| | Julio | | | Ago | | | Set | | | Prom. |
|----------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------------|
| Rutas | R-1 | R-2 | R-3 | R-1 | R-2 | R-3 | R-1 | R-2 | R-3 | |
| TCE | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 0,85 | 0,65 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| Np | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| TcT | 19,2 | 20,1 | 22,1 | 15,15 | 18,95 | 21,8 | 15,9 | 20,6 | 22,6 | 19,6 |
| N° Volq | 5 | 8 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 5 |
| PP (t/h) | 117,2 | 91,98 | 70,18 | 102,76 | 135,16 | 59,06 | 102,3 | 91,98 | 61,5 | 92,46 |
| PT (t/h) | 96,86 | 92,52 | 97,74 | 134,66 | 107,64 | 99,08 | 135,84 | 110,68 | 100,88 | 108,44 |

Datos de Entrada para el Cálculo:

- Numero de Excavadoras (n) = 3
- Numero de Volquetes (N) = 10 (disponibles)
- Ciclo de la Excavadora (t) = 0,9 min
- Numero de cucharadas (p) = 6
- Ciclo del Volquete (T) = 19,6 min.

$$FA = \frac{N p t}{n T} = \frac{10 \times 6 \times 0,9 \text{ min}}{3 \times 19,6 \text{ min}} = 0,91$$

Como el FA es menor que 1, pero próximo a 1. Por lo tanto, se puede calcular nuevamente el factor de acoplamiento incrementando el número de camiones así:

$$FA = \frac{N p t}{n T} = \frac{11 \times 6 \times 0,9 \text{ min}}{3 \times 19,6 \text{ min}} = 1,01$$

y el numero de Volquetes por Excavador (z) seria:

$$z = \frac{T}{p t} = \frac{19,6 \text{ min}}{6 \times 0,9 \text{ min}} = 3,63 \approx 4 \text{ Volq.}$$

Ahora bien, para el valor optimo del factor de acoplamiento se ha obtenido un valor de $z = 4$ volquetes a fin de lograr operar con el menor costo y el mayor rendimiento posible. Para ello, es necesario considerar las producciones de las palas y los volquetes.

La producción promedio de carga y transporte de los equipos de SMCGSA se puede ver en el cuadro N° 5.21. Donde:

La producción de todos los equipos de carga será:

$$P_c = 3 \times 92,46 = 277,38 \text{ t/h}$$

$$P_{\text{volquete}} = 108,44 \text{ t/h}$$

Considerando un costo horario (alquiler) para los equipos de carga será de la siguiente forma: RE – 18 (56,59 US \$/h), RE – 79 AL (39,0 US \$/h), y para RE- 86 AL (52,0 US \$/h) teniendo un

promedio de 49,19 US \$/h, y para equipos de transporte volquetes FM 12 de 8x4 cap. 20 m³, es 22,99 US \$/h.

Luego en la representación grafica de los valores obtenidos, se puede estudiar la variación de los costos, de la producción y del factor de acoplamiento en función del número de unidades de transporte y determinar así el tamaño de la flota con el que se consigue producir al mínimo costo. Ver cuadros N° 5.22 y figuras N° 5.28 y 5.29

Cuadro N° 5.22: Relación del factor de acoplamiento con la producción y los costos

| NUMERO DE EXCAVADORAS Y VOLQUETES | COSTO TOTAL (US \$/h) | PRODUCCION (t/h) | FACTOR DE ACOPLAMIENTO | COSTO UNITARIO (US \$/t) |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| 3 Excavadoras 07 Volquetes | 308,50 | 759,08 | 0,64 | 0,41 |
| 3 Excavadoras 08 Volquetes | 331,49 | 867,52 | 0,73 | 0,38 |
| 3 Excavadoras 09 Volquetes | 354,48 | 975,96 | 0,83 | 0,36 |
| 3 Excavadoras 10 Volquetes | 377,47 | 1084,40 | 0,91 | 0,35 |
| 3 Excavadoras 11 Volquetes | 400,46 | 277,38 | 1,01 | 1,44 |
| 3 Excavadoras 12 Volquetes | 423,45 | 277,38 | 1,10 | 1,53 |
| 3 Excavadoras 13 Volquetes | 446,44 | 277,38 | 1,20 | 1,61 |

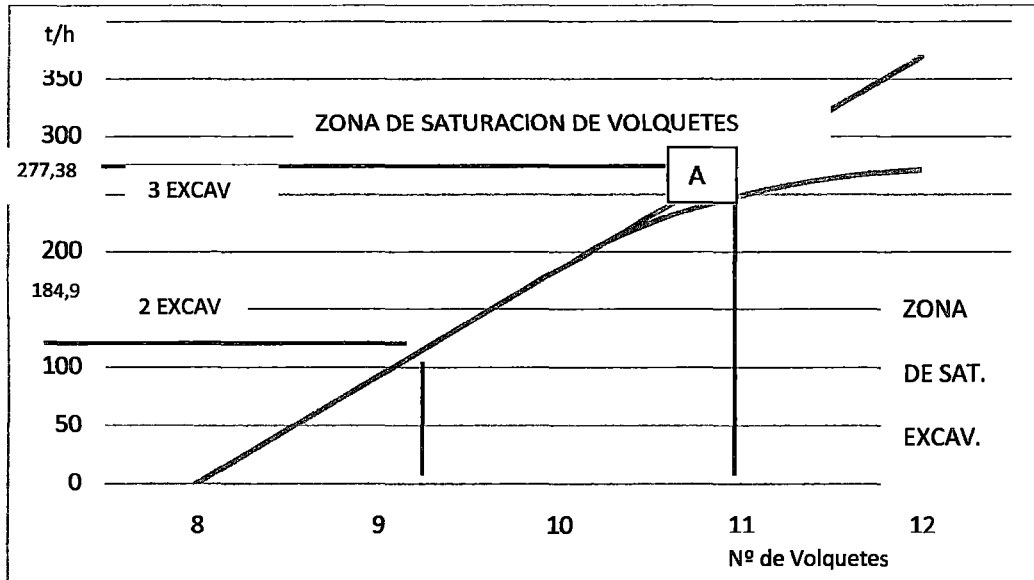


Figura Nº 5.28: Grafica de acoplamiento de las Excav. Vs. Volquetes

Como se ve en la figura Nº 5.28 la producción del equipo de carga está en función del número de excavadoras; mientras que la producción del equipo de transporte crece linealmente con el número de volquetes. Los puntos de intersección con las líneas horizontales permiten determinar el número de unidades de transporte ideal para los casos de una, dos o tres excavadoras.

La máxima producción del conjunto la marca el equipo de carga por lo que, por encima y a la derecha del punto "A" en la figura Nº 5.28 la excavadora está saturado y los volquetes están en cola, mientras que por debajo y a la izquierda es la excavadora la que tiene tiempos muertos.

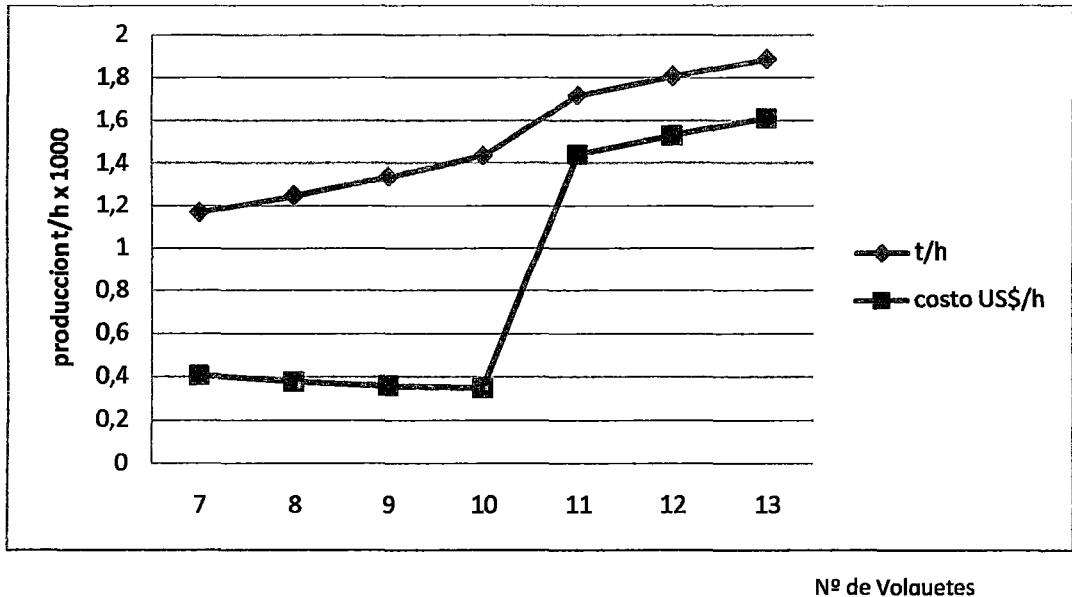


Figura Nº 5.29: Determinación de la máxima producción y el mínimo costo, en caso de utilizar 3 excavadoras.

Observando la Figura Nº 5.29, se deduce que, si se da por aceptado el cálculo de las 3 excavadoras y los 11 volquetes se lograrían un costo unitario de 1,44 US \$/t con un FA de 1,0 y una producción de 277,38 t/h, indicando claramente con esto se cumple la producción programada.

5.2.9 Factor de Acoplamiento entre la flota de Transporte y

Carga para la Ruta Nº 04

En el cuadro Nº 5.23 se aprecia el resumen de datos para el

Calculo de acoplamiento en la ruta Nº 04.

Cuadro N° 5.23: Resumen promedio de las características operativas de los equipos de SMCGSA. (Rutas 04)

| | Julio | Agosto | Setiembre | Promedio |
|----------------|--------|--------|-----------|----------|
| Rutas | R-4 | R-4 | R-4 | |
| TCE | 2,0 | 1,6 | 1,8 | 1,8 |
| N _p | 4 | 4 | 4 | 4 |
| TcT | 22,7 | 23,2 | 25,7 | 23,86 |
| N° Volquetes | 4 | 4 | 5 | 4,3 |
| PP (t / h) | 173,30 | 182,92 | 159,32 | 171,85 |
| PT (t / h) | 200,88 | 196,54 | 177,42 | 191,61 |

Datos de Entrada para el Cálculo:

- Numero de Excavadoras (n) = 1
- Numero de Volquetes (N) = 04 (disponibles)
- Ciclo de la Excavadora (t) = 1,8 min
- Numero de cucharadas (p) = 4
- Ciclo del Volquete (T) = 23,86.

$$FA = \frac{N p t}{n T} = \frac{4 \times 4 \times 1,8 \text{ min}}{1 \times 23,86 \text{ min}} = 1,2$$

y el numero de Volquetes por el Excavador (z) seria:

$$z = \frac{T}{p t} = \frac{23,86 \text{ min}}{4 \times 1,8 \text{ min}} = 3,3 \approx 4 \text{ Volq.}$$

Ahora bien, para el valor optimo del factor de acoplamiento se ha obtenido un valor de z = 4 volquetes a fin de lograr operar con el menor

costo y el mayor rendimiento posible, se puede lograr esto reduciendo las demoras.

5.3 Tiempo Óptimo de Reemplazo de los Equipos

5.3.1 Fundamento Teórico de Reemplazo de Equipo

(2) Una política de reemplazo de equipos implica un programa planeado, que nos permita determinar el tiempo de operación económica de un equipo, y nos indicará el momento exacto para reemplazar dicho equipo, tal que su posesión y operación nos dé por resultado un costo mínimo.

La base para la determinación del punto óptimo, es llevar un registro de costos a lo largo de la vida del equipo en función de las horas de servicio.

Los factores de costo son:

- Costo de depreciación y reemplazo
- Costo de inversión
- Costo de mantenimiento y reparación
- Costo de tiempo inútil
- Costo de obsolescencia

Uno de los métodos para determinar el punto óptimo es el método del “Costo acumulativo por hora”; y consiste en sumar los factores antes mencionados. Por ejemplo:

| Costo | 1º Año | 2º Año | 3º Año |
|--------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| Costo 1 | A_1 | A_2 | A_3 |
| Costo 2 | B_1 | B_2 | B_3 |
| Costo 3 | C_1 | C_2 | C_3 |
| Costo 4 | D_1 | D_2 | D_3 |
| Costo 5 | E_1 | E_2 | E_3 |
| Costo Total | $A_1 + B_1 + C_1 + D_1 + E_1$ | | |

Acumulativo 1º Año + 2º Año + 3º Año etc.

El punto óptimo será aquel en el que el costo acumulativo por hora sea el menor. (Ver la figura N° 5.30). La razón por la cual podemos obtener este punto óptimo es que la tendencia de los costos de depreciación y reemplazo, y costos de inversión tienden a disminuir con el periodo de uso mientras que los costos de mantenimiento, tiempo inútil y obsolescencia tienden a incrementarse con el periodo de uso.

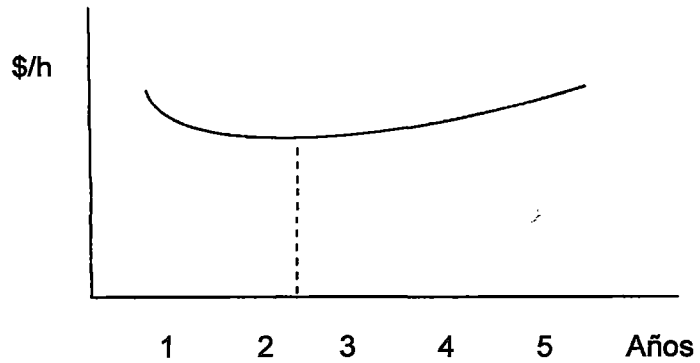


Figura N° 5.30: Costo Total acumulativo para reemplazo

5.3.2 Análisis de Tiempo Óptimo de Reemplazo de Equipo en SMCOSA

Como ejemplo se tomara el cálculo de reemplazo para un volquete Volvo FM – 12 (8x4) de 20 m³. Cuyo proceso de desarrollo se presenta en el Anexo N° 02. El resumen se puede ver en el cuadro N° 5.24 y la grafica en la figura N° 5.31

Cuadro N° 5.24: Resumen de costos para determinar el tiempo optimo de reemplazo de equipo (Volquete FM – 12)

| PERIODO (Años) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Costo por Depreciación y Reemplazo (US \$/h) | 6,72 | 6,05 | 5,37 | 5,04 | 4,57 | 4,25 | 3,95 | 3,69 |
| Costo de Inversión (US \$/h) | 2,42 | 2,18 | 1,99 | 1,83 | 1,69 | 1,57 | 1,48 | 1,40 |
| Costo por Mantenimiento y Rep. (\$/h) | 4,02 | 4,22 | 4,53 | 4,97 | 5,58 | 6,38 | 7,38 | 8,63 |
| Costo por tiempo inútil (US \$/h) | 0,95 | 1,44 | 1,81 | 2,15 | 2,49 | 2,88 | 3,29 | 3,67 |
| Costo por Obsolescenc.(US \$/h) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,32 | 0,80 | 1,59 | 2,60 |
| Costo Total Acumulado (US \$/h) | 14,11 | 13,89 | 13,70 | 13,99 | 14,65 | 15,88 | 17,69 | 19,99 |

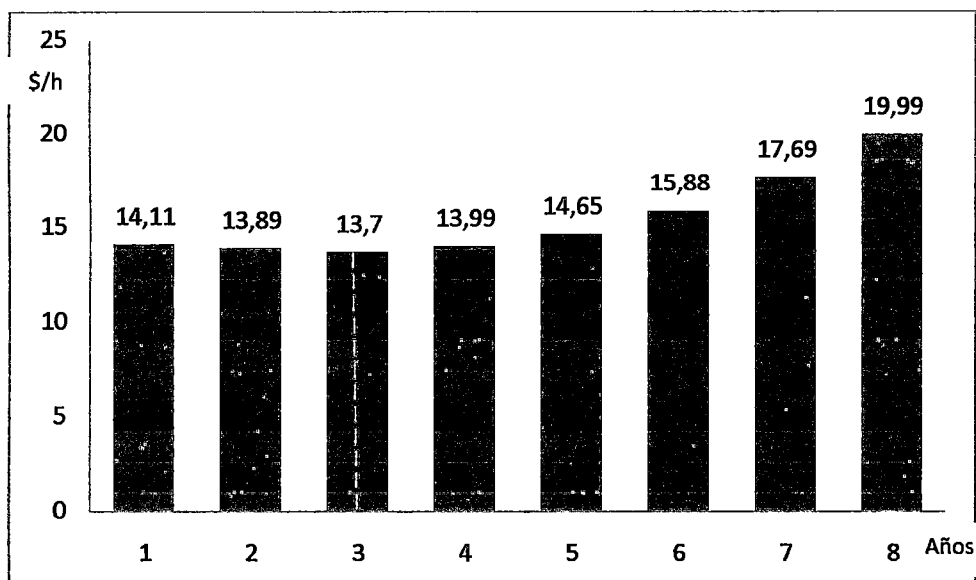


Figura N° 5.31: Grafica del costo optimo de reemplazo para Volquete FM-12

5.4 Organización y Control de Mantenimiento de los Equipos

Mantenimiento son las acciones a tomar, recomendadas por el fabricante para la conservación y operación económica del equipo, siguiendo un programa sistemático de inspecciones, evaluaciones, ajustes y reparaciones, todo bajo un sistema de control adecuado.

5.4.1 Organización del Mantenimiento

Para organizar un sistema de mantenimiento se debe considerar:

a) Las acciones de mantenimiento que harán posible que el equipo este operativo y estos son:

- Lubricación diaria, semanal, cambio de filtro, engrase etc.
- Inspecciones programadas
- Análisis de inspecciones – resultados
- Reparaciones programadas
- Reparaciones de emergencia
- Control de calidad de reparaciones
- Entrenamiento

b) Las funciones del personal de mantenimiento que hará posible el cumplimiento de las acciones de mantenimiento; y son el supervisor, mecánico, inspector, planificador etc.

c) El flujo de información y registros, que serán utilizados por el personal de mantenimiento, que permitirá mediante un adecuado sistema, el control de las acciones. La forma de organización se puede apreciar en la figura N° 5.32

5.4.2 Mantenimiento de Equipo en SMCGSA.

El programa de mantenimiento se puede ver en el Anexo N° 03.

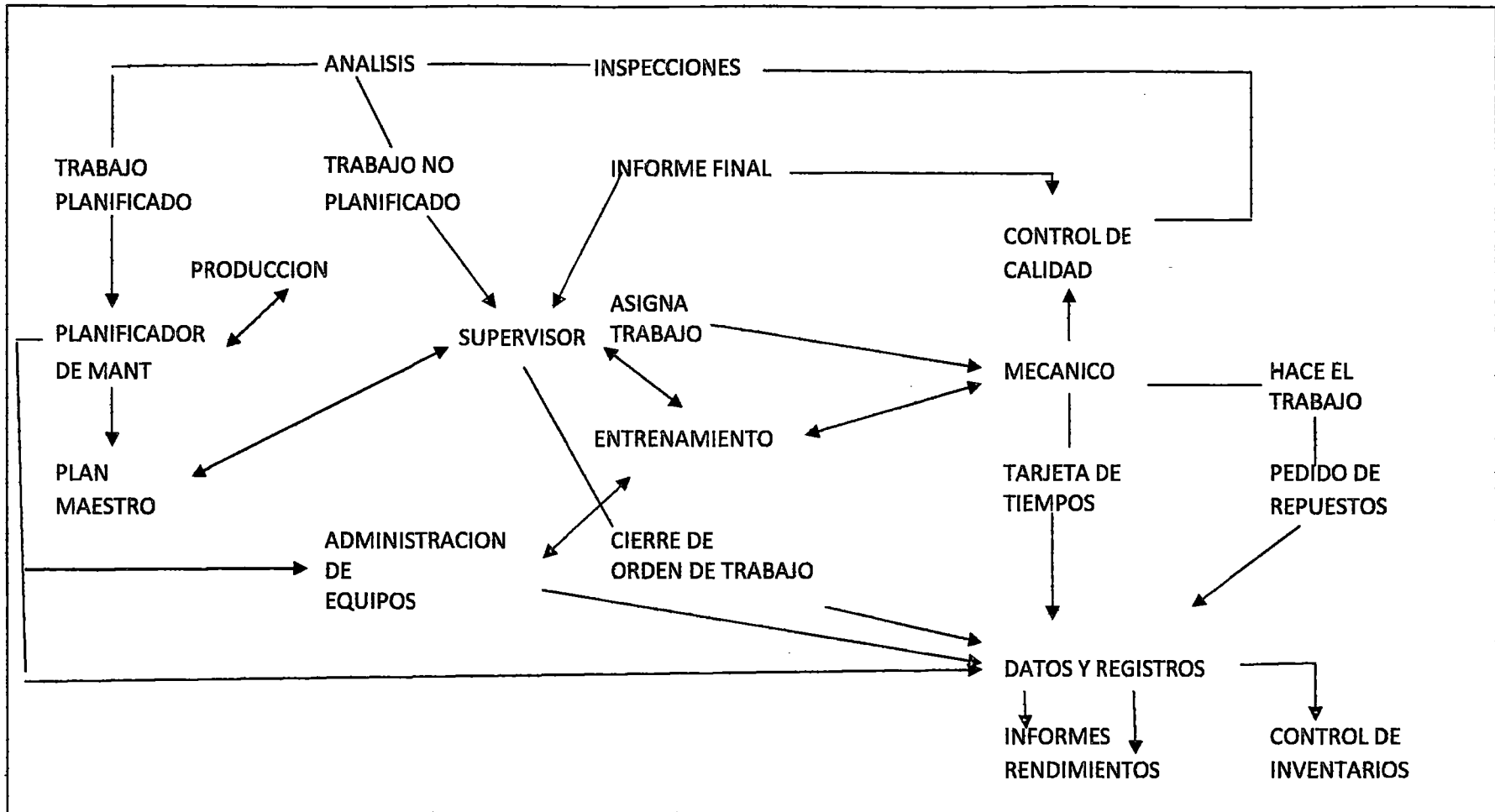


Figura Nº 5.32: Organización del Mantenimiento de una Empresa Minera

CONCLUSIONES

- La razón social de la Contrata San Martín (SMCGSA) en la Mina Colquijirca de la sociedad Minera el Brocal es mover material de desbroce en un 44% del proyecto "Inpit – Llave" que representa más de 9 millones de toneladas dentro de los bancos: 4318, 4300, 4306, 4294, 4324, 4318 y 4312.
- Realizado el estudio analítico en forma empírica de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte en los meses de Julio, Agosto y Setiembre dio los siguientes resultados:
 - Los equipos de carguío compuesto de RE- 18, RE- 79AL , RE- 86AL y CH-01 arrojaron una producción promedio de: Ruta 01 (53,71 m³/h), Ruta 02 (53,18 m³/h), Ruta 03 (31,79 m³/h), y Ruta 04 (85,92 m³/h), demostrando que en el mes de Setiembre hubo problemas de bajo rendimiento en la Ruta 03.
 - Los equipos de transporte compuesto por camiones Volvo FM 12 (8x4) de 20 m³ y camiones Komatsu de 40 m³, dio como producción:

| Rutas N° | Julio (m ³ /h) | | Agosto (m ³ /h) | | Setiembre (m ³ /h) | |
|----------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| | Ejecutado | Calculado | Ejecutado | Calculado | Ejecutado | Calculado |
| 01 | 48,82 | 48,43 | 51,96 | 67,33 | 49,69 | 67,92 |
| 02 | 52,37 | 46,26 | 51,90 | 53,82 | 58,66 | 55,34 |
| 03 | 49,55 | 48,87 | 50,85 | 49,54 | 52,46 | 50,44 |
| 04 | 151,32 | 100,44 | 142,03 | 98,27 | 150,15 | 88,71 |

Demostrando deficiencia en los meses Agosto y Setiembre, donde la Ruta 01 falta en cumplir lo calculado en un 22% y 27%.

- Utilizando las formulas de C. López Jimeno (1997) para calcular el factor de acoplamiento se llego a lo siguiente:
 - Para las Rutas 01, 02 y 03 se debe trabajar con 03 excavadoras y 11 volquetes para lograr un $FA = 1$, a un costo unitario de 1,44 US \$/t, con la salvencia que se podría trabajar con 10 volquetes y bajar los costos al reducir las demoras operativas de estas.
 - En la Ruta 04 se calcula un $FA = 1,2$ lo que se podría disminuir a 1 con la reducción de tiempos muertos y demoras para poder trabajar con 4 camiones tal como se ejecuta en la actualidad en el campo.
- Realizado el análisis de tiempos óptimos de reemplazo de equipo, tomando como ejemplo volquetes volvo FM-12 (8x4) de 20 m³ se llega a la conclusión de costo optimo de reemplazo de 13,7 US \$/h en 3 años..
- El descenso de la función del costo de propiedad esta directamente influenciada por la depreciación del equipo, mientras que el incremento de la función del costo de operación es debido a la pérdida del rendimiento de un equipo como consecuencia directa de su desgaste físico y la mayor necesidad de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- Dentro de los planes de descarga de desmonte en el botadero Condorcayan Nv. 4348, se requiere eliminar el actual acceso que llega al polvorín y en su reemplazo se debe construir otro por el lado sur de dicho polvorín para disminuir demoras de cruce.
- Al personal de la contrata San Martín se le debe seguir capacitando más con la inducción por parte de SMEB (Sociedad Minera el Brocal) en Seguridad, Salud y Medioambiente.
- Se debe continuar analizando más estudios sobre la disponibilidad y rendimiento de equipos de carguío y acarreo, pero apoyado por Software como SIMAN, GPSS/H y otros que ayudan y aceleran el proceso de cálculos.
- En el acoplamiento con 10 camiones donde el FA = 0,9 se puede mejorar ella disminuyendo las demoras operativas y llegar a FA = 1 y así lograr costos unitarios menores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (01) Aduvire, Hugo (1992).** Estudio de las alternativas de transporte con volquetes en mina el Salvador de Codelco- Chile. Tesis UNJBG Tacna – Perú
- (02) Aduvire, Osvaldo (1991).** Reemplazo de maquinaria minera en explotaciones a cielo abierto mediante el análisis de sensibilidad económico financiero por la vía del riesgo. Tesis Doctoral ETSIMM. Universidad Politécnica de Madrid.
- (03) Briceño B. (2001)** “Geología Económica de la mina Colquijirca”. Tesis para el Título profesional de ingeniería industrial; UNP
- (04) Caterpillar C. (2000)** Using Caterpillar’s Fleet Production Cost “FPC” Caterpillar Equipment Company. Software FPC – 32
- (05) Escudero I. (1995)** Optimización de las operaciones mineras en el tajo abierto Colquijirca, título profesional de Ingeniero de Minas, UNJBG

- (06) García Ovejero, (1981).** Tecnicas y maquinas de movimientos de tierra. Revista de Rocas y minerales Nº 119 y 122.
- (07) Gerencia Regional (2001).** "Reglamento de Seguridad e Higiene Minera 046-2001-EM" Departamento de Geología Sociedad Minera el Brocal. www.isem.org.pe
- (08) INGEMMET. (2002)** "Geología Regional C. de Pasco" cuadrángulo edit. Limusa Lima – Perú
- (09) López Jimeno, C (1991).** Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto. ITGE. Madrid – España
- (10) López Jimeno, C., Aduvire O. (1993)** Estudio de viabilidad en proyectos mineros. ITGE. Madrid – España
- (11) Terex (1980).** Production and cost estimating of material movement with earthmoving equipment. General Motors Corporation.
- (12) Pla, F, y Lopez Jimeno, C. (19809)** Curso sobre carga y transporte en minería a cielo abierto. Fundacion Gómez – Pardo. Madrid - España

ANEXO N° 01

ANEXO N° 01 : PRECIO Y COSTO DE ALQUILER DE EQUIPOS DE SMCGSA - MINA COLQUIJIRCA

RO 2010 BROCAL ESCENARIO 1

| | | feb-10 | 1-17 mar-10 | abr-10 | may-10 | jun-10 |
|------------------------|---|---------|----------------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN BCM | | | | | | |
| | BCM | 369,312 | 241,178 | | | |
| COSTO US \$/BCM | | | | | | |
| | 0.520 Carguío | 192,042 | 125,413 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.770 Acarreo | 653,682 | 426,885 | 0 | 0 | 0 |
| | 801,220.0 M Vías | 105,198 | 105,198 | 105,198 | 105,198 | 105,198 |
| | MOV - DESMOV | | | | | |
| | Alquiler de equipos | | | | | |
| | Venta total | 950,922 | 657,496 | 105,198 | 105,198 | 105,198 |
| | Carguío | | | | | |
| | Horas máquina RE 18 | 335 | 41 | | | |
| | 56.59 Alquiler Asociado | 18,935 | 2,315 | 0 | 0 | 0 |
| | 27.3 D2 asociado US + Materiales | 9,135 | 1,117 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 3600 MO asociada | 3700 | 2029 | | | |
| | Mantenimiento(LL + LUB + ED + MM + CA) | 17,917 | 9,825 | | | |
| | Over Hauling | | | | | |
| | Cuota al banco | | | | | |
| | Cuota Ballon | | | | | |
| | Horas máquina RE-86 AL (PC 450) Komatsu | 179 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 52 Alquiler asociado | 9,308 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 27.3 D2 asociado US + Materiales | 4,887 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 3300 MO asociada | 3700 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 Mantenimiento | 358 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Over Hauling | | | | | |
| | Cuota al banco | | | | | |
| | Cuota Ballon | | | | | |
| | Horas máquina RE-79 AL (PC 300) Komatsu | 166 | 224 | | | |
| | 39 Alquiler asociado | 6,474 | 8,736 | 0 | 0 | 0 |
| | 26 D2 asociado US + Materiales | 4,316 | 5,824 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 3300 MO asociada | 3700 | 2029 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 Mantenimiento | 332 | 448 | 0 | 0 | 0 |
| | Over Hauling | | | | | |
| | Cuota al banco | | | | | |
| | Cuota Ballon | | | | | |

| | | | | | | | |
|----|-------|-------|---|---------|--------|---|---|
| | | | Horas máquina PC 450 Komatsu (NUEVA) | 347 | 212 | | |
| | | 48.5 | Alquiler asociado | 16,830 | 10,282 | 0 | 0 |
| 53 | 3300 | 26 | D2 asociado US + Materiales | 9,022 | 5,512 | 0 | 0 |
| | | | MO asociada | 3700 | 2029 | 0 | 0 |
| | | 2 | Mantenimiento | 694 | 424 | 0 | 0 |
| | | | Over Hauling | | | | |
| | | | Cuota al banco | | | | |
| | | | Cuota Ballon | | | | |
| | | | Horas máquina PC 300-1 Komatsu (NUEVA) | 502 | 308 | | |
| | | 44 | Alquiler asociado | 22,088 | 13,552 | 0 | 0 |
| 53 | 3300 | 26 | D2 asociado US + Materiales | 13,052 | 8,008 | 0 | 0 |
| | | | MO asociada | 3700 | 2029 | 0 | 0 |
| | | 2 | Mantenimiento | 1004 | 616 | 0 | 0 |
| | | | Over Hauling | | | | |
| | | | Cuota al banco | | | | |
| | | | Cuota Ballon | | | | |
| | | | Horas máquina PC 300-2 Komatsu (NUEVA) | 112 | 286 | | |
| | | 39 | Alquiler asociado | 4,368 | 11,154 | 0 | 0 |
| 53 | 3300 | 26 | D2 asociado US + Materiales | 2,912 | 7,436 | 0 | 0 |
| | | | MO asociada | 3700 | 2029 | 0 | 0 |
| | | 2 | Mantenimiento | 224 | 572 | 0 | 0 |
| | | | Over Hauling | | | | |
| | | | Cuota al banco | | | | |
| | | | Cuota Ballon | | | | |
| | | | Costo totales Carguío | 164,055 | 95,966 | 0 | 0 |
| | | | Acarreo | | | | |
| | | | Horas máquina KOMATSU 330M | | | | |
| | | 69 | Alquiler asociado | | | | |
| | 14800 | 62.4 | D2 asociado US + Materiales | | | | |
| | | | MO asociada | | | | |
| | | | Mantenimiento | | | | |
| | | | Over Hauling | | | | |
| | | | Cuota al banco | | | | |
| | | | Cuota Ballon | | | | |
| | | | Horas máquina FM propios | 1,910 | 803 | | |
| | 22.99 | 10.95 | Alquiler Asociado | 20,913 | 8,792 | 0 | 0 |
| | | 11.96 | D2 asociado US + Materiales | 22,842 | 9,603 | 0 | 0 |
| | 18500 | | MO asociada | 18,500 | 8,116 | 0 | 0 |
| | | | Mantenimiento(LL + LUB + ED + MM + CA) | 59,927 | 32,863 | 0 | 0 |
| | | | Over Hauling | | | | |
| | | | Cuota al banco | | | | |
| | | | Cuota Ballon | | | | |

| | | | | | | |
|-------|------|---|----------------|----------------|----------|----------|
| | | Horas máquina V alquilados | 6161 | 4254 | | |
| | 22 | Alquiler asociado | 135,546 | 93,579 | 0 | 0 |
| 66600 | 11.7 | D2 asociado US + Materiales | 72,086 | 49,767 | 0 | 0 |
| | | MO asociada | 66,600 | 36,523 | 0 | 0 |
| | | Mantenimiento | | | | |
| | | Over Hauling | | | | |
| | | Cuota al banco | | | | |
| | | Cuota Ballon | | | | |
| | | Costo total acarreo | 396,415 | 239,243 | 0 | 0 |
| | | Mantenimiento de Vias | | | | |
| | | Horas máquina MOTO GD-655 Komatsu alquilada | 509 | 234 | | |
| | 34 | Alquiler asociado | 17,313 | 7,959 | 0 | 0 |
| 1500 | 13 | D2 asociado US + Materiales | 6,620 | 3,043 | 0 | 0 |
| | | MO asociada | 4500 | 2468 | 0 | 0 |
| | 1.5 | Mantenimiento | 764 | 351 | 0 | 0 |
| | | Over Hauling | | | | |
| | | Cuota al banco | | | 1,500 | |
| | | Cuota Ballon | | | | |
| | | Horas máquina MOTO MO-30 AL Huaraucaca | 0 | 2 | | |
| | 72 | Alquiler asociado | 0 | 151 | 0 | 0 |
| 1500 | | D2 asociado US + Materiales | | | | |
| | | MO asociada | | | | |
| | | Mantenimiento | | | | |
| | | Over Hauling | | | | |
| | | Cuota al banco | | | | |
| | | Cuota Ballon | | | | |
| | | Horas máquina Tractor D8R NICOTRACTO alquilado | 518 | 327 | | |
| | 69.5 | Alquiler asociado | 36,001 | 22,699 | 0 | 0 |
| | 28.6 | D2 asociado US + Materiales | 14,815 | 9,341 | 0 | 0 |
| | | MO asociada | | | | |
| | | Mantenimiento | | | 1,650 | |
| | | Over Hauling | | | | |
| | | Cuota al banco | | | | |
| | | Cuota Ballon | | | | |
| | | Horas máquina Tractor D8T alquilado Huaraucaca | 105 | 296 | | |
| | 110 | Alquiler asociado | 11,539 | 32,604 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---|
| D2 asociado US + Materiales | | | | |
| MO asociada | | | | |
| Mantenimiento | | | | |
| Over Hauling | | | | |
| Cuota al banco | | | | |
| Cuota Ballon | | | | |
| Horas máquina 966-H Ferreyro alquilada | 498 | 259 | | |
| 55 Alquiler asociado | 27,363 | 14,229 | 0 | 0 |
| 13 D2 asociado US + Materiales | 6,468 | 3,363 | 0 | 0 |
| MO asociada | 4,350 | 2385 | 0 | 0 |
| 1.5 Mantenimiento | 746 | 388 | 0 | 0 |
| Over Hauling | | | | |
| Cuota al banco | | | 1,450 | |
| Cuota Ballon | | | | |
| Horas máquina D6 | 161 | | | |
| 16.11 Depreciación | 2,586 | 0 | 0 | 0 |
| 16.9 D2 asociado US + Materiales | 2,712 | 0 | 0 | 0 |
| MO asociada | 4,950 | | | |
| Mantenimiento(LL + LUB + ED + MM + CA) | 7,666 | | | |
| Over Hauling | | | | |
| Cuota al banco | | | 1,650 | |
| Cuota Ballon | | | | |
| Otros equipos (mat + alq + otros) | | | | |
| Costo total Mto Vías y Botaderos | 148,391 | 98,981 | | |
| Materiales y equipos indirectos | 45,000 | 23,226 | | |
| Gastos generales | 25,866 | 24,390 | | |
| Supervisión | 49,858 | 49,858 | | |
| TOTAL Indirectos | 120,724 | 97,474 | | |
| Venta total | 950,922 | 657,496 | | |
| Costo total | 829,585 | 531,664 | | |
| Margen antes del flujo | 121,337 | 125,832 | | |
| Margen acumulado | 121,337 | 247,169 | Actual | |
| | 13% | 19% | | |

ANEXO N° 02

ANEXO N°02

TIEMPO ÓPTIMO DE REEMPLAZO DE UN EQUIPO

EJEMPLO:

Calculo de Reemplazo para el Volquete Volvo FM – 12 (8x4) de 20 m³

1.- Costo Horario de Depreciación y Reemplazo – Acumulado

- Precio Inicial : 160 000 US \$
- Incremento Precio Anual : 5 %
- Horas de Utilización Anual : 5952 (h)

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Valor Mercado (%) | 80 | 65 | 55 | 45 | 40 | 35 | 32 | 30 |
| Valor Mercado (US\$) | 128 000 | 104 000 | 88 000 | 72 000 | 64 000 | 56 000 | 51 200 | 48 000 |
| Valor de Reemplazo (US\$) | 168 000 | 176 000 | 184 000 | 192 000 | 200 000 | 208 000 | 216 000 | 224 000 |
| Perdida en Reemplazo (US\$) | 40 000 | 72 000 | 96 000 | 120 000 | 136 000 | 152 000 | 164 800 | 176 000 |
| Horas de Trab. Acumulado (h) | 5952 | 11 904 | 17 856 | 23 808 | 29 760 | 35 712 | 41 664 | 47 616 |
| Costo por Depreciación y Reemplazo - Acum. (\$/h) | 6,72 | 6,05 | 5,37 | 5,04 | 4,57 | 4,25 | 3,95 | 3,69 |

2.- Costo Horario de Inversión – Acumulado

- Precio Inicial : 160 000 US \$
- Costo de Capital : 10 000 US \$
- Horas de Utilización Anual : 5952 (h)

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión Inicial | | | | | | | | |
| Año(US\$) | 160 000 | 128 000 | 104 000 | 88 000 | 72 000 | 64 000 | 56 000 | 51 200 |
| Perdida Valor | | | | | | | | |
| Anual(US\$) | 32 000 | 24 000 | 16 000 | 16 000 | 8 000 | 8 000 | 4 800 | 3 200 |
| Inversión Fin Año | | | | | | | | |
| (US \$) | 128 000 | 104 000 | 88 000 | 72 000 | 64 000 | 56 000 | 51 200 | 48 000 |
| Inversión Media | | | | | | | | |
| Anual | 144 000 | 116 000 | 96 000 | 80 000 | 68 000 | 60 000 | 53 600 | 49 600 |
| Costo de Inversión | | | | | | | | |
| (US \$) | 14 400 | 11 600 | 9 600 | 8 000 | 6 800 | 6 000 | 5 360 | 4 960 |
| Costo Inv. | | | | | | | | |
| Acumulado | 14 400 | 26 000 | 35 600 | 43 600 | 50 400 | 56 400 | 61 760 | 66 720 |
| Horas Trab. Acum. | | | | | | | | |
| (h) | 5 952 | 11 904 | 17 856 | 23 808 | 29 760 | 35 712 | 41 664 | 47 616 |
| Costo de Inversión - | | | | | | | | |
| Acumulado (\$/h) | 2,42 | 2,18 | 1,99 | 1,83 | 1,69 | 1,57 | 1,48 | 1,40 |

3.- Costo Horario de Mantenimiento y Reparación – Acumulado

- Horas de Utilización Anual : 5 952 (h)

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Disponibilidad Anual (%) | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 82 | 80 |
| Costo de Mant. Y Rep. Anual (US \$) | 23 942 | 26 336 | 30 549 | 37 575 | 47 720 | 62 036 | 79 406 | 103 228 |
| Costo de Mant. Y Rep. Anual Acumulado (US \$) | 23 942 | 50 278 | 80 827 | 118 402 | 166 122 | 228 158 | 307 564 | 410 792 |
| Horas Trab. Acumulado | 5 952 | 11 904 | 17 856 | 23 808 | 29 760 | 35 712 | 41 664 | 47 616 |
| Costo de Mant. Y Rep. Acumulado (\$/h) | 4,02 | 4,22 | 4,53 | 4,97 | 5,58 | 6,38 | 7,38 | 8,63 |

4.- Costo Horario de Tiempo Inútil – Acumulado

- Horas de Utilización Anual : 5 952 (h)

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Disponibilidad Anual (%) | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 82 | 80 |
| Horas a ser Recuperadas | 178 | 357 | 476 | 595 | 714 | 893 | 1 071 | 1 190 |
| Costo Horario Recup. (US \$) | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Costo Tiempo Inútil Actual (US \$) | 5 696 | 11 424 | 15 232 | 19 040 | 22 848 | 28 576 | 34 272 | 38 080 |
| Costo Tiempo Inútil Acum (US \$) | 5 696 | 17 120 | 32 352 | 51 392 | 74 240 | 102 816 | 137 088 | 175 168 |
| Horas Trabajo Acumulado (h) | 5 952 | 11 904 | 17 856 | 23 808 | 29 760 | 35 712 | 41 664 | 47 616 |
| Costo por tiempo Inutil Acumulado (\$/h) | 0,95 | 1,44 | 1,81 | 2,15 | 2,49 | 2,88 | 3,29 | 3,67 |

5.- Costo Horario de Obsolescencia – Acumulado

- Horas de Utilización Anual : 5 952 (h)

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Factor de Obsolescencia (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 |
| Horas para igualar Prod. de Maquina Nueva | 0 | 0 | 0 | 0 | 298 | 595 | 1 190 | 1 786 |
| Costo Horario Operac. | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Costo de Obs Actual | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 536 | 19 040 | 38 080 | 57 152 |
| Costo de Obs Acum. | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 536 | 28 576 | 66 656 | 123 808 |
| Horas trabajo Acumulado | 5 952 | 11 904 | 17 856 | 23 808 | 29 760 | 35 712 | 41 664 | 47 616 |
| Costo por Obsolescencia Acumulado (\$/h) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,32 | 0,80 | 1,59 | 2,60 |

RESUMEN

| PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Costo por Deprec. y Reemplazo (\$/h) | 6,72 | 6,05 | 5,37 | 5,04 | 4,57 | 4,25 | 3,95 | 3,69 |
| Costo por Inv. (\$/h) | 2,42 | 2,18 | 1,99 | 1,83 | 1,69 | 1,57 | 1,48 | 1,40 |
| Costo por Mant. Y Rep. | 4,02 | 4,22 | 4,53 | 4,97 | 5,58 | 6,38 | 7,38 | 8,63 |
| Costo por T. Inútil (\$/h) | 0,95 | 1,44 | 1,81 | 2,15 | 2,49 | 2,88 | 3,29 | 3,67 |
| Costo por Obsolec.(\$/h) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,32 | 0,80 | 1,59 | 2,60 |
| Costo Total Acum. (\$/h) | 14,11 | 13,89 | 13,70 | 13,99 | 14,65 | 15,88 | 17,69 | 19,99 |

ANEXO N° 03

ANEXO Nº 03

MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA SAN MARTIN

| CORRELATIVO | CODIGO EQUIPO | DESCRIPCION | HORA INGRESO | HORA SALIDA | FASE | HORAS DE REPARACION | ESTADO | OBSERVACIONES | TURNO | FECHA |
|-------------|---------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------|---------------------|-------------|---|-------|--------|
| 1 | V-79 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 04/04/2009 07:00 | 04/04/2009 11:00 | LL | 04:00 | OPERATIVO | Reparacion Neumatico Pos #1, Rellenar Ltiq Embrague. | D | 04-abr |
| 2 | V-109 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 04/04/2009 08:00 | 04/04/2009 09:00 | TR | 01:00 | OPERATIVO | Revisión de selector de marchas | D | 04-abr |
| 3 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 04/04/2009 10:30 | 04/04/2009 15:00 | FREN | 04:30 | OPERATIVO | Cambio de pernos de regulador de frenos | D | 04-abr |
| 4 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 04/04/2009 12:30 | 04/04/2009 13:00 | CA | 00:30 | OPERATIVO | Templado de Cadena y ajuste de pernos de sprocket | D | 04-abr |
| 5 | V-82 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 04/04/2009 18:00 | 04/04/2009 19:00 | CARD | 01:00 | NOOPERATIVO | Rotura de brida de cardan | D | 04-abr |
| 6 | V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 04/04/2009 23:30 | 05/04/2009 00:30 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase | N | 04-abr |
| 7 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 05/04/2009 02:30 | 05/04/2009 03:00 | HD | 00:30 | OPERATIVO | Fuga de aceite x Banco de Valvulas | N | 04-abr |
| 8 | EI-01A | #N/A | 04/04/2009 22:00 | 04/04/2009 23:00 | MOT | 01:00 | OPERATIVO | Instalacion de Bomba de combustible | N | 04-abr |
| 9 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 04/04/2009 20:30 | 04/04/2009 21:30 | FREN | 01:00 | OPERATIVO | Se elimino fuga de aire x valvula de freno de parqueo | N | 04-abr |
| 10 | EI-02A | #N/A | 04/04/2009 18:30 | 04/04/2009 20:30 | MOT | 02:00 | OPERATIVO | Se purgo sistema de combustible | N | 04-abr |
| 11 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 05/04/2009 06:45 | 05/04/2009 07:30 | CH | 00:45 | OPERATIVO | Se cambio Parabrisas Laminado | D | 05-abr |
| 12 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 05/04/2009 11:30 | 05/04/2009 15:30 | FREN | 04:00 | OPERATIVO | Cambio de resorte de valvula de freno de parqueo | D | 05-abr |
| 13 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 05/04/2009 12:40 | 05/04/2009 13:20 | HD | 00:40 | OPERATIVO | Fuga de aceite x Manguera del Stick | D | 05-abr |
| 14 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 05/04/2009 13:00 | 05/04/2009 15:30 | CH | 02:30 | OPERATIVO | Cambio de 02 Pernos del Brazo del Lampon con Trunion | D | 05-abr |
| 15 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 05/04/2009 19:00 | 05/04/2009 19:30 | MOT | 00:30 | OPERATIVO | Evaluacion de fuga de aceite x tapa de balancines | N | 05-abr |
| 16 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 05/04/2009 21:00 | 05/04/2009 21:30 | HD | 00:30 | OPERATIVO | Ajuste de Lineas de Banco de valvulas | N | 05-abr |
| 17 | V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 05/04/2009 21:30 | 05/04/2009 22:00 | MOT | 00:30 | OPERATIVO | Relleno de aceite de Motor y evaluacion de fugas | N | 05-abr |
| 18 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 05/04/2009 11:00 | 05/04/2009 11:30 | CA | 00:30 | OPERATIVO | Templado de Cadena RH | N | 05-abr |
| 19 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 06/04/2009 02:00 | 06/04/2009 03:00 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase | N | 05-abr |
| 20 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 06/04/2009 06:40 | 06/04/2009 07:20 | CA | 00:40 | OPERATIVO | Instalacion de Pin Master de cadena y grasera de cilindro de boom | D | 06-abr |
| 21 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 06/04/2009 12:40 | 06/04/2009 13:30 | CA | 00:50 | OPERATIVO | Instalacion de 04 Pernos de zapata | D | 06-abr |
| 22 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 06/04/2009 12:40 | 06/04/2009 13:00 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion | D | 06-abr |
| 23 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 06/04/2009 18:30 | 06/04/2009 19:30 | TR | 01:00 | OPERATIVO | Fuga de aceite de transmision | N | 06-abr |
| 24 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 06/04/2009 23:00 | 07/04/2009 02:00 | CH | 03:00 | OPERATIVO | Reparacion de compuerta de tolva | N | 06-abr |
| 25 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 07/04/2009 02:00 | 07/04/2009 04:00 | CA | 02:00 | OPERATIVO | Se soldo Pin Master, cambio de grasera y base de extintor | N | 06-abr |
| 26 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 07/04/2009 04:00 | 07/04/2009 05:00 | CH | 01:00 | OPERATIVO | Se soldo soporte de Extintor | N | 06-abr |
| 27 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 07/04/2009 05:30 | 07/04/2009 06:00 | ELEC | 00:30 | OPERATIVO | Cambio de Lampara de Faro delantero y Posterior | N | 06-abr |
| 28 | RE-18 | EXCAVADORA S/ORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 07/04/2009 06:40 | 07/04/2009 07:00 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion y Engrase | D | 07-abr |
| 29 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 07/04/2009 06:40 | 07/04/2009 07:00 | TR | 00:20 | OPERATIVO | Fuga x manguera de transmision y revision de niveles | D | 07-abr |
| 30 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 07/04/2009 07:00 | 07/04/2009 19:00 | ELEC | 12:00 | NOOPERATIVO | Arrancador malogrado | D | 07-abr |
| 31 | T-24 | TRACTOR S/ORUGAS D8R | 07/04/2009 18:40 | 07/04/2009 19:30 | MOT | 00:50 | OPERATIVO | Pase de aceite de motor al Refrigerante por Enfriador de motor | D | 07-abr |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------|-------------------------------------|------------------|------------------|------|-------|-------------|--|---|--------|
| 32 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 07/04/2009 19:00 | 08/04/2009 01:30 | ELEC | 06:30 | OPERATIVO | Instalacion de Arrancador acondicionado | N | 07-abr |
| 33 | RE-01A | #N/A | 07/04/2009 18:30 | 07/04/2009 23:30 | MOT | 05:00 | OPERATIVO | Instalacion de Radiador y Enfriador Hidraulico | N | 07-abr |
| 34 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 07/04/2009 22:00 | 08/04/2009 01:30 | CH | 03:30 | OPERATIVO | Se Reparó compuerta de tolva | N | 07-abr |
| 35 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 07/04/2009 22:00 | 07/04/2009 22:30 | HD | 00:30 | OPERATIVO | Se cambio sellos de linea de cilindro de Boom | N | 07-abr |
| 36 | V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 07/04/2009 02:00 | 07/04/2009 03:00 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase | N | 07-abr |
| 37 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 08/04/2009 02:00 | 08/04/2009 03:10 | CA | 01:10 | OPERATIVO | Se soldo pln master y engrasa | N | 07-abr |
| 38 | RE-01A | #N/A | 08/04/2009 02:30 | 08/04/2009 03:00 | LUB | 00:30 | OPERATIVO | Engrase | N | 07-abr |
| 39 | MO-09 | MOTONIVELADORA CAT 140H | 08/04/2009 04:00 | 08/04/2009 04:30 | LUB | 00:30 | OPERATIVO | Limpeza de Filtro de Combustible | N | 07-abr |
| 40 | V-83 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 08/04/2009 05:00 | 08/04/2009 06:00 | LL | 01:00 | OPERATIVO | Cambio de llanta Pos #12 | N | 07-abr |
| 41 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 07/04/2009 21:00 | 07/04/2009 21:30 | MOT | 00:30 | OPERATIVO | Evaluacion de Pase de aceite a radiador | N | 07-abr |
| 42 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 08/04/2009 08:40 | 09/04/2009 07:00 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion | D | 08-abr |
| 43 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 08/04/2009 08:40 | 09/04/2009 07:00 | MOT | 00:20 | OPERATIVO | Evaluacion de Pase de aceite a radiador | D | 08-abr |
| 44 | RE-01A | #N/A | 08/04/2009 10:30 | 09/04/2009 19:00 | ELEC | 08:30 | NOOPERATIVO | Rotura de cable de acelerador y falla electrica | D | 08-abr |
| 45 | V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 08/04/2009 11:40 | 09/04/2009 14:00 | MP | 02:20 | OPERATIVO | Mantenimiento de 500 Hrs | D | 09-abr |
| 46 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 08/04/2009 18:30 | 09/04/2009 19:30 | MOT | 01:00 | OPERATIVO | Evaluacion de Pase de aceite a radiador | N | 09-abr |
| 47 | V-109 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 08/04/2009 19:00 | 08/04/2009 19:30 | ELEC | 00:30 | OPERATIVO | Evaluacion de Luces de Rula | N | 09-abr |
| 48 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 08/04/2009 02:00 | 09/04/2009 03:00 | ELEC | 01:00 | OPERATIVO | Evaluacion de sistema de arranque | N | 09-abr |
| 49 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 08/04/2009 06:50 | 09/04/2009 07:10 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Engrase | D | 09-abr |
| 50 | V-83 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 09/04/2009 10:00 | 09/04/2009 15:00 | MOT | 05:00 | OPERATIVO | Se cayo tubo de escape (cotizar compra) | D | 09-abr |
| 51 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 09/04/2009 11:30 | 09/04/2009 20:00 | MOT | 08:30 | OPERATIVO | Cambio de Enfriador de Motor Nuevo, MP 250 Hrs | D | 09-abr |
| 52 | V-82 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 09/04/2009 19:30 | 09/04/2009 20:00 | ELEC | 00:30 | OPERATIVO | Se revisó alarma de retroceso | D | 09-abr |
| 53 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 09/04/2009 02:00 | 09/04/2009 03:00 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase | N | 09-abr |
| 54 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 09/04/2009 04:00 | 09/04/2009 05:00 | CA | 01:00 | OPERATIVO | Se instala 02 Pernos de Sprocket RH | N | 09-abr |
| 55 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 09/04/2009 05:00 | 09/04/2009 08:30 | CH | 01:30 | OPERATIVO | Reparacion de compuerta de tolva | N | 09-abr |
| 56 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 10/04/2009 19:30 | 10/04/2009 20:00 | CA | 00:30 | OPERATIVO | Se encarrilo cadena e instala pln master | D | 10-abr |
| 57 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 10/04/2009 18:30 | 10/04/2009 19:00 | TR | 00:30 | OPERATIVO | Relleno de aceite de Transmision | D | 10-abr |
| 58 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 10/04/2009 08:40 | 10/04/2009 07:30 | CA | 00:50 | OPERATIVO | Soldadura de Pln Master, Engrase | N | 10-abr |
| 59 | RE-01A | #N/A | 10/04/2009 10:00 | 10/04/2009 11:00 | MOT | 01:00 | OPERATIVO | Instalacion de cable de acelerador | N | 10-abr |
| 60 | V-76 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 11/04/2009 01:30 | 11/04/2009 02:00 | CH | 00:30 | OPERATIVO | Se enderezo guilador de tolva | N | 10-abr |
| 61 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 11/04/2009 02:30 | 11/04/2009 07:00 | HD | 04:30 | OPERATIVO | Rotura de Manguera Hidraulica de Banco de valvulas | N | 10-abr |
| 62 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 11/04/2009 08:30 | 11/04/2009 07:00 | TR | 00:30 | OPERATIVO | Relleno de aceite de Transmision | D | 11-abr |
| 63 | V-109 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 11/04/2009 10:00 | 11/04/2009 11:00 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase | D | 11-abr |
| 64 | RE-01A | #N/A | 11/04/2009 23:00 | 12/04/2009 00:30 | MOT | 01:30 | OPERATIVO | Evaluacion de Sistema de arranque, templado de faja de afemador | D | 11-abr |
| 65 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 11/04/2009 02:30 | 11/04/2009 03:30 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Engrase, ajuste de manguera de refrigerante | D | 11-abr |
| 66 | V-79 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 11/04/2009 02:30 | 11/04/2009 03:30 | LL | 01:00 | OPERATIVO | Se cambio llanta Pos #1 | D | 11-abr |
| 67 | V-77 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 11/04/2009 03:30 | 11/04/2009 04:30 | LL | 01:00 | OPERATIVO | Se cambio llanta Pos #11 | D | 11-abr |
| 68 | RE-01A | #N/A | 12/04/2009 07:00 | 12/04/2009 07:20 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion | D | 12-abr |
| 69 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 12/04/2009 07:00 | 12/04/2009 07:20 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion y Engrase | D | 12-abr |
| 70 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 12/04/2009 07:00 | 12/04/2009 07:20 | CA | 00:20 | OPERATIVO | Ajuste de sprocket y chequeo de niveles | D | 12-abr |
| 71 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 12/04/2009 22:00 | 13/04/2009 03:00 | CA | 05:00 | OPERATIVO | Se encarrilo cadena | D | 12-abr |
| 72 | V-109 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 12/04/2009 08:00 | 12/04/2009 18:50 | SUSP | 09:50 | OPERATIVO | Desmontaje de muelle posterior y delantero | D | 12-abr |
| 73 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 13/04/2009 06:40 | 13/04/2009 07:00 | LUB | 00:20 | OPERATIVO | Inspeccion y Engrase | N | 13-abr |
| 74 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 13/04/2009 09:00 | 13/04/2009 10:30 | CA | 01:30 | OPERATIVO | Se instala 02 Pernos de Sprocket RH y ajuste de manguera de refrigerante | N | 13-abr |
| 75 | V-83 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 13/04/2009 22:30 | 13/04/2009 23:00 | MOT | 00:30 | OPERATIVO | Se inspecciona calefaccion | N | 13-abr |
| 76 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 13/04/2009 02:00 | 13/04/2009 03:00 | LUB | 01:00 | OPERATIVO | Inspeccion y Engrase e inspeccion de cadena | N | 13-abr |
| 77 | V-112 | CAMION VOLQUETE FM 8X4 | 13/04/2009 23:00 | 14/04/2009 05:00 | SUSP | 00:00 | OPERATIVO | Desmontaje de 02 Hojas de Muelle posterior y se sueldan | N | 13-abr |
| 78 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 13/04/2009 08:45 | 13/04/2009 07:00 | MP | 00:15 | OPERATIVO | Inspeccion | D | 13-abr |
| 79 | RE-01A | #N/A | 13/04/2009 07:00 | 13/04/2009 07:20 | MP | 00:20 | OPERATIVO | Relleno de aceite motor | D | 13-abr |
| 80 | RE-18 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 13/04/2009 12:40 | 13/04/2009 13:30 | MP | 00:50 | OPERATIVO | Mantenimiento de 300 Hrs | D | 13-abr |
| 81 | T-24 | TRACTOR SORUGAS D8R | 13/04/2009 00:50 | 13/04/2009 02:30 | MP | 01:40 | OPERATIVO | Drenaje de refrigerante de motor | D | 13-abr |
| 82 | RE-17 | EXCAVADORA SORUGAS HYUNDAI 500 LC-7 | 13/04/2009 15:00 | 13/04/2009 18:30 | MP | 03:30 | NOOPERATIVO | Armado de Equipo | D | 13-abr |

ANEXO N° 04

ANEXO N°04

RENDIMIENTO COMPARATIVO POR EL ESTUDIO DE TIEMPOS EN EQUIPOS DE CARGUIO Y TRANSPORTE

1.- Factores que Controlan el Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte

Los tiempos de carga en la pala, son a menudo, sumamente variables, debido a las condiciones de fragmentación resultante, la necesidad de reposicionamiento de la pala, etc. Mientras que la velocidad del camión, dependerá de numerosos factores. Las características de rendimiento del motor y el sistema de frenos, la pendiente y la resistencia a la rodadura del camino, son los factores más importantes.

La mayor parte de las operaciones establecerán límites de velocidad en variadas situaciones, a fin de asegurar las condiciones operacionales. El trasladarse pendiente abajo y cargado o aquellas intersecciones de caminos, son ejemplos de áreas en las cuales es necesario disminuir la velocidad. La pendiente del camino, la resistencia a la rodadura de la superficie del camino, y las condiciones climáticas, incluyendo la visibilidad, resultan ser factores importantes.

2.- Análisis Comparativo de Rendimiento de los Equipos de Carguío y Transporte en SMCGSA.

Ver el Análisis en los Cuadros N° 2.1, 2.2 y Figuras N° 2.1 y 2.2

Cuadro N° 2.1: Rendimiento Comparativo por el Estudio de Tiempos en Equipos de Carguío

| Rubro | RE - 79AL (R-1) | | | RE - 18 (R-2) | | | RE - 86AL (R-3) | | | CH - 01 (R-4) | | |
|-----------------------------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| | Julio | Agos | Set | Julio | Agost | Set | Julio | Agost | Set | Julio | Agost | Set |
| Cap.Cuch. (m ³) | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 40 | 40 | 40 |
| Cap. Real(m ³) | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 3,325 | 38 | 38 | 38 |
| TTCV (min) | 3,20 | 3,65 | 3,9 | 3,6 | 2,45 | 3,6 | 4,2 | 5,0 | 4,8 | 5,7 | 5,4 | 6,2 |
| PP (m ³ /h) | 58,60 | 51,38 | 51,15 | 45,99 | 67,58 | 45,99 | 35,09 | 29,53 | 30,75 | 86,65 | 91,46 | 79,66 |

Fuente: Elaboracion Propia

Nota: TTCV = Tiempo Total de Carguío de Volquete

PP = Producción de la Pala

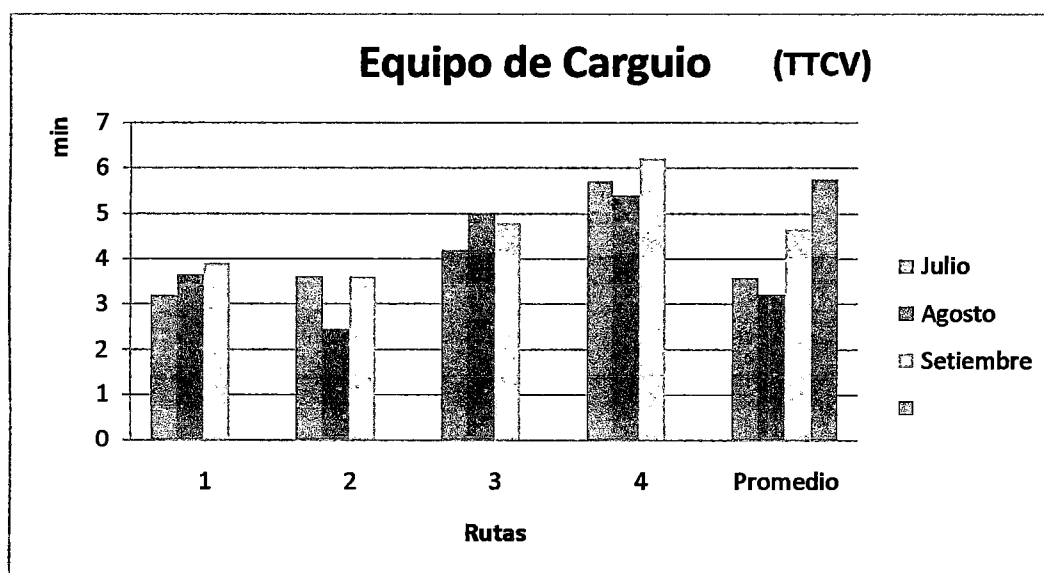


Figura N° 2.1: Rendimiento comparativo del Carguío (TTCV)

Cuadro N° 2.2: Rendimiento Comparativo por el Estudio de tiempos en Equipos de Transporte

| Rubro | R-1 | | | R-2 | | | R-3 | | | R-4 | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Julio | Agos | Set | Julio | Agost | Set | Julio | Agost | Set | Julio | Agost | Set |
| Dist.Prom.(m) | 1900 | 1900 | 1900 | 2100 | 2100 | 2100 | 1800 | 1800 | 1800 | 2000 | 2000 | 2000 |
| TCTmin/viaje | 19,20 | 15,15 | 15,90 | 20,10 | 18,95 | 20,60 | 22,10 | 21,80 | 22,60 | 22,70 | 23,20 | 25,7 |
| PT (m ³ /h) | 48,43 | 67,33 | 67,92 | 46,26 | 53,82 | 55,34 | 48,87 | 49,54 | 50,44 | 100,4 | 98,27 | 88,71 |

Nota: TCT = Tiempo del Ciclo Total

PT = Producción de Transporte

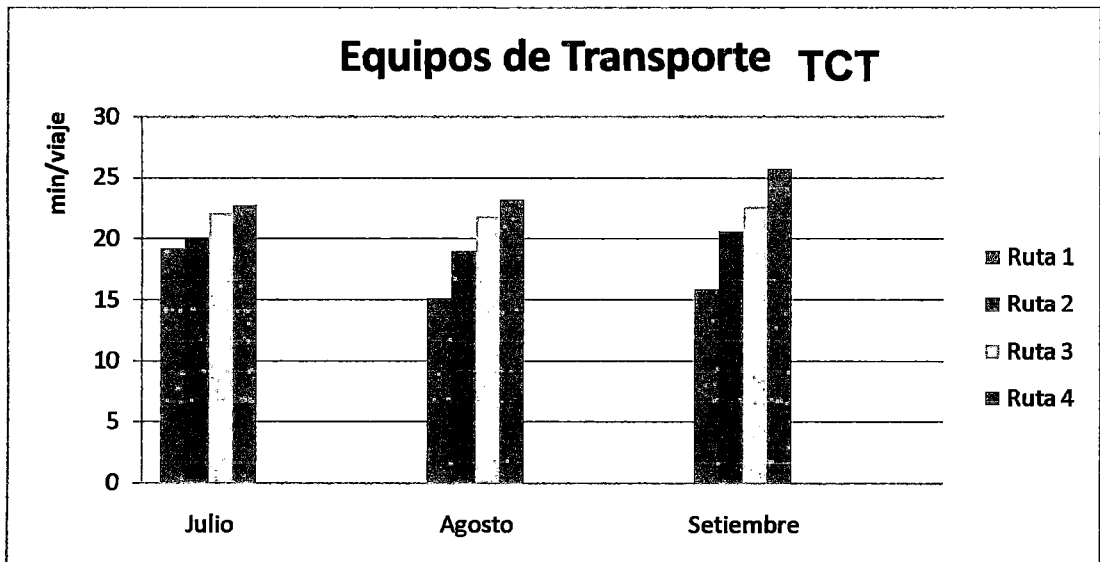


Figura N° 2.2: Rendimiento Comparativo de Transporte (TCT)