

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERÍA DE CAMPO

MINERÍA DE CAMPO 2009

CANTERA SAN BERNARDO – OCUMARE DEL TUY

INFORME PRESENTADO ANTE LA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA POR:

BR: Marianne Garrido.

PARA OPTAR POR LA ASIGNATURA:
MINERÍA DE CAMPO (3230)

CARACAS, ENERO 2010

MINERÍA DE CAMPO

MINERÍA DE CAMPO 2009

CANTERA SAN BERNARDO – OCUMARE DEL TUY

TUTOR ACADEMICO: Profesora Katherine Silva

TUTOR INDUSTRIAL: T.S.U Carlos Reyes

CARACAS, ENERO 2010

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivos generales.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	5
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	6
2.1 GENERALIDADES.....	6
2.2 PROCEDIMIENTOS Y POLITICAS DE FÁBRICA NACIONAL DE CEMENTO.....	7
2.1.1 Procedimiento que se debe seguir para efectuar una voladura.....	8
2.1.2 Procedimiento de Bloque, Etiquetado y Prueba de Equipos (Siglas en ingles lototo) Cantera San Bernardo.....	11
2.1.3 Trabajo en Altura (w.a.h).....	12
2.1.4 Políticas de Seguridad e Higiene.....	12
2.1.5 Políticas de Calidad.....	13
2.1.6 Política Ambiental.....	14
2.3 PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA.....	14
2.2.1 Materias Primas.....	14
2.4 CARACTERIZACION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	17
2.4.1 Ubicación.....	17
2.4.2 Geología.....	18
2.4.3 Geología del Área de la Cantera.....	20

2.4.4 Yacimiento de la Caliza San Bernardo.....	22
2.5. RESERVAS GEOLÓGICAS.....	24
2.6. CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	24
2.7 ASPECTOS GENERALES DE LA CANTERA.....	25
CAPITULO III: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	30
3.1. LA CALIZA.....	30
3.2. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN.....	32
3.2.1 Método de Cantera.....	33
3.2.2 Método de Fosa Abierta (Open Pit).....	33
3.3 PERFORACIÓN.....	35
3.4 OPERACIONES BÁSICAS.....	36
3.4.1 Arranque.....	37
3.4.2 Carga.....	38
3.4.3 Transporte (Acarreo).....	41
3.5 EQUIPOS AUXILIARES.....	43
3.6 FUNDAMENTOS INGENIERILES.....	44
3.6.1 Esponjamiento y Factor de Esponjamiento.....	44
3.6.2 Compactación.....	46
3.6.3 Resistencia al Rodamiento.....	46
3.6.4 Efecto de la Pendiente sobre la Tracción.....	47
3.6.5 Resistencia Total.....	48
3.6.6 Factores de Corrección.....	48
3.7 CÁLCULOS DE TIEMPOS DE CICLO.....	48
3.7.1 Productividad.....	49
3.7.2 Disponibilidad Mecánica.....	49
3.7.3 Disponibilidad Física.....	50
3.7.4 Uso de la Disponibilidad.....	50
3.7.5 Utilización Efectiva.....	50

3.8 REDUCCIÓN DE TAMAÑO.....	50
3.8.1 Trituración Primaria.....	51
3.8.2 Trituración Secundaria.....	51
CAPITULO IV: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	53
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	53
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	53
4.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	53
4.3.1 Recolección de Datos.....	54
CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSION.....	56
5.1 RECONOCIMIENTO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO.....	56
5.2 CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.....	56
5.3 RENDIMIENTOS DE LOS EQUIPOS.....	56
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
6.1 CONCLUSIONES.....	73
6.2 RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de materiales por su contenido de CaCO_3 y Al_2O_3	15
Tabla 2. Rango de variación de la arcilla.....	16
Tabla 3. Componentes de la arcilla ferrosa.....	17
Tabla 4. Lista de equipos Contratista 2.....	26
Tabla 5. Arco de Rotación versus Tasa de Producción.....	40
Tabla 6 Equipos de transporte.....	42
Tabla 7: Densidades del Material en banco y suelto.....	46
Tabla 8: Valores de Resistencia a las rodaduras más comunes.....	47
Tabla 9. Factor de llenado del Balde.....	48
Tabla 10. Factor de corrección H para altura de corte.....	48
Tabla 11. Resultados de los rendimientos de los equipos de carga de la contratista 1.....	57
Tabla 12. Rendimiento de la excavadora 1 Sinoway.....	58
Tabla 13 Rendimiento de la excavadora 2 Sinoway.....	58
Tabla 14. Resultados de los rendimientos de la perforadora Atlas Copco mes de Julio.....	59

Tabla 15. Resultados de los rendimientos de la perforadora Ingresoll Rand mes de Julio.....	59
Tabla 16. Resultados de los rendimientos de la perforadora Atlas Copco mes de Agosto.....	59
Tabla 17. Resultados de los rendimientos de la perforadora Ingresoll R. mes de Agosto.....	60
Tabla 18. Datos de producción triturador primario.....	69
Tabla 19. Datos de producción triturador secundario.....	70
Tabla 20. Datos de producción trituradora Línea 2.....	71
Tabla 21. Datos de la caliza trasportada.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación general del área en el estado Miranda.....	18
Figura 2. Formación Paracotos.....	20
Figura 3. Áreas de trabajo de la Cantera San Bernardo.....	25
Figura 4. Trituradora Línea 1.....	28
Figura 5. Modelo de trituradora línea 2.....	29
Figura 6. Perforadora Atlas Copco perteneciente a la cantera San Bernardo.....	35
Figura 7. Arranque del material desde el frente de explotación de la Cantera.....	38
Figura 8. Carga del material Cantera San Bernardo.....	38
Figura 10. Retroexcavadora.....	44
Figura 11. Sistema de Carga en Cantera San Bernardo.....	45

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como finalidad de cumplir con uno de los requisitos del plan de estudio de Ingeniería de Minas: Minería de Campo, a través del desarrollo de una labor que permite al estudiante ampliar sus conocimientos, y aplicar los ya adquiridos en el entorno de una empresa minera.

Fabrica Nacional de Cementos, es una empresa del Estado venezolano, que se dedica a la extracción, procesamiento, comercialización, venta y distribución del cemento.

Geográficamente la empresa se encuentra ubicada en la Carretera Nacional Charallave-Ocumare, Km. 6, Sector La Cabrera, Ocumare del Tuy. Estado. Miranda.

Las actividades de la minería de campo se realizaron en la Cantera San Bernardo ubicada aproximadamente a 4 Km. al nor-este de la población de Ocumare del Tuy, en la hacienda San Bernardo, propiedad que tiene un área aproximada de 45 hectáreas. El sitio se encuentra localizado a 14 Km. al sur-este de la Planta Ocumare de la Fábrica Nacional de Cementos, en el municipio Tomas Lander, del estado Miranda.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en campo, siguiendo un cronograma de actividades asignado en cantera, donde se pudo conocer cada una de las áreas, los métodos de explotación a cielo abierto, funcionamiento y rendimientos de los equipos de las contratistas que allí operan, así como también la revisión de reportes de operación de cada una de las trituradoras línea 1 y línea 2; y la revisión de data y registro de gestión de ambas trituradoras y de la cantera.

La información será presentada resaltando primeramente, todos los aspectos teóricos que componen el tema que será desarrollado, realizando un análisis de los resultados obtenidos con el fin de presentar al final las conclusiones y recomendaciones propuestas para mejorar el rendimiento de las operaciones mineras.

CAPITULO I

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos generales

- ❖ Determinar el rendimiento de las áreas de operación minera en la producción de caliza en la Cantera San Bernardo.

1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Diagnosticar las distintas áreas de operación minera de la Cantera: AREA 1, AREA 2 y trituración LINEA1 y LINEA2; y los equipos que allí operan.
- ❖ Conocer los distintos procedimientos y políticas aplicados por Fábrica Nacional de Cemento.
- ❖ Establecer mediante pruebas de campo, cuáles son las principales causas que afectan el rendimiento.
- ❖ Calcular el rendimiento de los equipos de perforación, carga y acarreo y mezcla de materiales de ambas contratistas.
- ❖ Examinar las estadísticas de paradas, producción y puntos de pendientes asociados a la operación y así como la revisión de los procedimientos de las trituradoras.
- ❖ Revisar las metas mensuales, estadísticas generales e índices de productividad, mantenimientos programados de la cantera y las trituradoras.
- ❖ Recomendar soluciones para mejorar el rendimiento integral del sistema.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Cantera San Bernardo es una vieja explotación de caliza recuperada por FNC- Fábrica Nacional de Cemento, para cubrir sus necesidades de materia prima calcárea. Esta debería proporcionar la caliza a la Planta de Ocumare en las cantidades y calidades necesarias y suficientes para la producción de cemento; lo que implica suministrar una capacidad de 400 T/h (90.000 toneladas de caliza por mes) para atender su demanda.

Además de San Bernardo, la caliza necesaria para la planta de F.N.C. Ocumare es proveída por las canteras propias de Mume (34.000 T/mes) y Melero (25.000 T/mes). La diferencia entre lo que la planta necesita (para producción de clinker y adición en el cemento) y la capacidad de las tres canteras propias es suplida por suministradores externo. La demanda total de caliza de Ocumare es de 150.000 tons/mes, las tres canteras que actualmente pueden suministrar la caliza son:

- Mume: 34.000 T/mes
- Melero: 25.000 T/mes
- San Bernardo: 85.000 T/mes (julio-agosto) aproximadamente

En total: 144.000 T/mes, observándose que la planta de San Bernardo, es la que provee la mayor cantidad de caliza necesaria para la producción de cemento. Para lograr este objetivo los equipos de, perforación, carga y acarreo juegan un papel importante, siendo estos los encargados de la realizar todas las operaciones mineras de manera de lograr los requerimientos de planta.

En los últimos meses la Cantera San Bernardo encontró que entre los mayores obstáculos para aumentar su producción y así poder cumplir con los requerimientos de planta son:

- limitación de los actuales equipos;
- diseño de la actual planta de trituración;
- alto contenido de arcilla (hasta 30%);
- humedad (hasta 15%).

Es por esta razón que necesitan conocer de manera detallada el rendimiento de cada uno de los equipos de carga, acarreo y perforación; así como también, las estadísticas de paradas, producción y puntos de pendientes de las trituradoras, además de los objetivos mensuales, estadísticas generales e índices de productividad y mantenimientos programados de la cantera. Para ello se planteó un plan de trabajo que permitió evaluar el control de gestión de las operaciones mineras en los meses de julio y agosto del 2009.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La Cantera de Caliza San Bernardo fue adquirida por la Fábrica Nacional de Cementos para aumentar sus reservas de roca caliza de alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3), con el propósito de asegurar la vida a largo plazo de la planta de Cemento en Ocumare del Tuy, a través del suministro seguro de materias primas.

Esta cantera venía siendo explotada a pequeña escala y de manera poco organizada, para la obtención de una piedra de granulometría media utilizada en la producción de asfalto como producto final de venta, por parte de la empresa Asfaltos Tocarón, C.A.

Al pasar la cantera a pertenecer a la Fábrica Nacional de Cementos, era necesario hacer una revisión del método de explotación y elaborar un plan de producción, el cual determine la mejor forma para realizar la minería del yacimiento y formule una secuencia racional de excavación.

De hecho, la planificación minera debe establecer las condiciones óptimas de explotación de la cantera, adecuada al producto final que se desea obtener, tomando en consideración el cambio de este último, pasando de una piedra de tamaño medio para la fabricación de asfalto, a una caliza para la elaboración de clinker.

La explotación orientada a la fabricación de clinker, cambia los objetivos de control de calidad respecto de la anterior producción para asfalto. En efecto, ahora interesa asegurar un alto contenido de carbonato de calcio y bajo contenido de sílice y alumina, para ofrecer la posibilidad de mezclar con calizas de calidad marginal localizadas en otros yacimientos pertenecientes a la empresa.

La Cantera de San Bernardo posee buena reserva de caliza, garantizando el suministro para la fábrica de Ocumare, de modo que estos recursos minerales pueden continuar siendo explotados por un largo periodo de veinticinco años, con una producción estimada de 90.000 T/mes. Sin embargo, para que esto ocurra de forma eficiente, será necesario una mayor productividad y disponibilidad de la planta de trituración; así como de los equipos de perforación, carga y acarreo.

1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES

Con la realización de este trabajo de campo durante los meses de julio y agosto, se logró conocer el rendimiento de las áreas de operación minera en la producción de caliza en la Cantera San Bernardo, con el propósito de obtener una visión global acerca del rendimiento de los equipos de perforación, carga y acarreo, así como también analizar las estadísticas de paradas, producción y puntos de pendientes asociados a la operación, revisión de procedimientos de las trituradoras y los objetivos mensuales estadísticas generales e índices de productividad, mantenimientos programados de la cantera y las trituradoras. Esto permitió proponer soluciones para el mejoramiento de la operación y producción.

Entre las limitaciones para el estudio se puede señalar, que fueron meses lluviosos, pudiendo afectar en comparación con otros meses la productividad de la Cantera. Otro factor, a considerar fue el poco tiempo para el desarrollo del estudio, que no permite profundizar sobre los factores que influyen en el rendimiento de los equipos que operan en la cantera.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Generalidades

Cementos La Vega fue la primera empresa constituida en Venezuela para la producción de cementos. Su origen se remonta al 23 de Noviembre de 1907, y debe su nombre a la zona donde estaba ubicada: La Vega, al Sur-Oeste de la ciudad de Caracas.

Los primeros años de operación para cementos La Vega fueron difíciles, debido a la férrea competencia con el cemento importado, por la poca información que tenía la población sobre la utilidad del producto y los beneficios económicos y sociales que esta industria traería al país.

Con la colaboración del Estado, quien depositó la confianza en el desarrollo de la industria, mediante la adquisición del cemento para ser usado en las obras civiles que ejecutaba el Gobierno, se reconoció la iniciativa privada, consolidando el desarrollo de la industria cementera.

A partir de 1910, durante la presidencia del General Juan Vicente Gómez, se inicia un periodo de crecimiento en el área de la construcción. Las necesidades del mercado cementero son cubiertas casi en su totalidad por Cementos la Vega.

En 1916 Don Carlos Delfino adquirió el 50% de las acciones del Ingeniero Alberto Smith, quedando como titular y único dueño del 100% de las acciones que constituían el capital social de la empresa.

La década de los años 30 marco el comienzo de una serie de transformaciones en el país y en la empresa, orientadas a mejorar la calidad de vida del venezolano y aumentar su capacidad productiva. El crecimiento sostenido de la demanda de cemento, sumando a la posibilidad de agotamiento de las fuentes de materias primas cercanas a la planta productiva, determino que se tomara la decisión de adquirir una nueva cantera de piedra Caliza en Ocumare del Tuy, denominada “Cantera El Peñón”.

La empresa establece como ubicación de una nueva Planta los Valles del Tuy, específicamente en Ocumare, y es en 1970 cuando inaugura la Planta, constituyéndose como “C.A. FÁBRICA NACIONAL DE CEMENTOS S.A.C.A”, contando con los equipos y tecnología mas sofisticada en la industria del cemento, para ese entonces.

La empresa obtiene en el año 1982, la Marca Norven N° 102 para su producto Cemento Portland Gris Tipo I, certificado de calidad oficial que avala el cumplimiento del producto con la Norma Venezolana Covenin correspondiente (N°28 Cemento Portland – especificaciones).

Desde agosto de 1994, el grupo francés Lafarge, líder mundial en materiales de construcción, posee el control accionario de “C.A. FÁBRICA NACIONAL DE CEMENTOS S.A.C.A”. Lafarge tiene presencia en Venezuela desde hace más de veinte años, contando con oficinas administrativas en Caracas y con dos Plantas productoras de Cemento (Fábrica Nacional de Cementos y Cementos Táchira).

En el año 2008 el Gobierno de Venezuela nacionaliza la industria Cementeras del país específicamente el grupo Lafarge pasa a llamarse nuevamente Fábrica Nacional de Cementos.

2.2. Procedimientos y políticas de Fábrica Nacional de Cementos (FNC)

Dentro de la FNC los procedimientos y políticas en el área de seguridad y calidad son los siguientes:

- Procedimiento para efectuar una voladura.
- Procedimiento de bloque, etiquetado y prueba de equipos en la Cantera San Bernardo.
- Trabajo en altura (w.a.h).
- Políticas de seguridad e higiene.
- Políticas de calidad.
- Política ambiental.

A continuación se describirá cada uno de estos procedimientos y políticas para poder entender mejor el funcionamiento de la empresa.

2.2.1. Procedimiento que se debe seguir para efectuar una voladura

Al momento de desarrollarse la perforación se deben enviar todas las muestras obtenidas de los barrenos al Laboratorio de Control de Calidad para determinar la calidad de la roca que se producirá en la voladura. El laboratorio procede a efectuar los ensayos químicos los cuales deben ser reportados con prontitud al responsable de la cantera, a la Gerencia de Materias Primas, Gerencia de Optimización y a todo aquel que esté involucrado con los procesos de recepción de materiales en Planta Ocumare. Este reporte debe estar soportado por el croquis de la barrenación, parámetros de la voladura y alguna observación a la que haya lugar.

Este procedimiento se lleva a cabo de acuerdo el siguiente plan de trabajo:

- 1.- Un (1) día antes de cada voladura, el responsable de la cantera por FNC, y/o el supervisor asignado de la empresa contratista, deben informar al Puesto de la Guardia Nacional la intención de realizar una voladura al siguiente día y estimar la hora del disparo.
- 2.- Antes de cada voladura, el responsable de la cantera por FNC y el supervisor asignado de la empresa contratista, deben proceder a revisar todos los barrenos con el objeto de determinar si alguno de ellos presenta algún tipo de anomalía (derrumbes, agua, taponamiento, grietas, entre otros)
- 3.- Al concluir la revisión de los barrenos, se procede a preparar el listado de los agentes de voladura, explosivos y accesorios requeridos para la ejecución del disparo.
- 4.- Se informa al Puesto de la Guardia Nacional, la determinación de realizar la voladura y la solicitud de custodia, de acuerdo a un Reporte de Solicitud de Explosivos.

Los efectivos de la Guardia Nacional constatan la existencia de los ítems solicitados y una vez comprobados su veracidad, se disponen a realizar la labor de Custodia y Resguardo del material explosivo solicitado. El efectivo de la Guardia Nacional asignado, debe permanecer en el resguardo del material hasta que este haya sido debidamente colocado en los barrenos para comprobar la exactitud del consumo solicitado. Caso contrario, al quedar un remanente de material, este debe ser devuelto a los almacenes de explosivos y efectuar la nota correspondiente de devolución avalada por el comandante del puesto de la Guardia Nacional.

5.- El día de realizar la voladura los vehículos debidamente autorizados por la Dirección de Armamento de la Fuerza Armada Nacional, y provistos de todos los dispositivos que regulan los reglamentos y normas establecidas, son llevados a los polvorines ubicados en los terrenos de la Cantera San Bernardo, a objeto de retirar los artículos solicitados, teniendo el cuidado de retirar los elementos que tengan mayor tiempo almacenados en el depósito.

Del mismo modo se deben observar las normas de seguridad del caso:

- a. El explosivo que se transporta debe encontrarse en buenas condiciones de estabilidad, en cajas de cartón resistentes o en empaques adecuados de acuerdo a su presentación original.
- b. La carga y descarga debe ser dirigida por personas que posean amplios conocimientos en el uso, traslado y manejo de explosivos, preferiblemente personal calificado y debidamente certificado.
- c. Los productos explosivos no deben ser transportados juntos con aquellos que tengan el carácter de iniciadores.
- d. Las operaciones de carga y descarga deben efectuarse con luz natural. Generalmente se asigna un tiempo límite de descarga que garantice la detonación antes de las 18:00 hrs.
- e. Se prohíbe fumar o tener en su poder fósforos, encendedores, y en general, cualquier elemento capaz de producir chispas y/o llamas.
- f. No utilizar teléfonos celulares, ni radios transmisores en las inmediaciones o en el interior de los polvorines y áreas de descarga de explosivos.
- g. No se deben lanzar o dejar caer los agentes de voladura, explosivos y accesorios.
- h. No permitir el ingreso de personas que no estén familiarizadas con el manejo de explosivos o no tengan una inducción en esta materia.

6.- Una vez que se ha cargado los vehículos con los diferentes ítems, se procede a tapar la carga en los casos que esto aplique, y se inicia el traslado del material solicitado hacia la cantera.

7.- Una vez que el explosivo trasladado llega a la cantera, se procede a verificar que la zona donde se realizará la descarga esté debidamente acordonada, para luego empezar a distribuir los elementos en cada uno de los barrenos asignados. Esta operación al igual que todo lo que tiene que ver con el uso y manejo de explosivos tiene que ser realizado por personal autorizado.

8.- Al finalizar la descarga de los explosivos en el área a volar, los vehículos de traslado deben ser retirados del área de carga.

9.- En un tiempo estimado de 1 hora, se le indica (por vía telefónica ó mensaje de texto) a la Junta Comunal cercana a la cantera, la hora aproximada de la detonación, la cual está convenida entre las 2:00 y 3:30 de la tarde (caso específico de la Cantera San Bernardo). Salvo excepciones muy particulares, se debe respetar este convenio suscrito con los entes comunales y FNC.

10.- Culminada la distribución del material, se procede a preparar la carga de cada uno de los barrenos. El proceso se inicia con la verificación de barrenos, una vez chequeados se procede con la introducción del fulminante del conector / detonador a través de los orificios que trae el búster para tal fin. Se introduce el búster en el barreno con sumo cuidado, una vez que el búster ha llegado al fondo del barreno, se procede a colocar el agente de voladura (ANFO) en el interior del barreno, la cantidad de ANFO a colocar, debe ser determinada previamente y el control de la misma se hace mediante la colocación de una marca en una vara de madera o caña, una vez que la marca llega a la boca del barreno se detiene la carga y se procede a repetir el proceso tantas veces como barrenos tenga la voladura.

11.- Al concluir la carga del ANFO, se procede a colocar el taco. Esta operación se debe hacer con sumo cuidado de modo de no romper el tubo NONEL.

12.- Cuando el barreno ha sido tacado, se procede a conectar los tubos NONEL entre sí, de acuerdo al circuito de encendido establecido.

13.- Antes de colocar el fulminante eléctrico para dar inicio a la voladura, se procede a revisar la conexión para determinar que todo está en orden, una vez verificado se procede a enviar a las personas que operan los sismógrafos, que determinan la velocidad de onda y los niveles de ruido producido en la voladura, paralelamente el artillero

prepara un lugar seguro para el disparo y extiende el cable de iniciación del circuito eléctrico.

14.- Comprobado que todo está en orden, es decir, las vías bloqueadas, la no presencia de personas, tanto externas como internas a la operación, dentro de la zona de seguridad de la voladura, se procede a participarle a la persona designada para tocar la sirena que proceda a dar tres toques cortos y uno largo para alertar a todos que en los próximos cinco (5) minutos se realizará una detonación.

15.- Luego de la detonación, y una vez disipado los gases producto de la voladura, se procede a la revisión del disparo a objeto de determinar que todos los barrenos hayan detonado y proceder a declarar la zona segura. Posteriormente, se proceden a abrir las vías que se tenían cerradas y permitir la reanudación de las labores de cantera. Es importante destacar que tanto en la operación de encendido como de chequeo de la voladura, no deben ingresar más de dos personas al área de disparo.

16.- Se procede a recoger los sismógrafos y verificar sus lecturas.

17.- De ser el caso, se toma nota de alguna novedad producida durante la operación de carga y voladura, para tener las precauciones en las próximas voladuras.

2.2.2. Procedimiento de bloque, etiquetado y prueba de equipos (siglas en ingles LOTOTO) de la Cantera San Bernardo:

Antes de proceder con la intervención de un equipo (sea de tipo mecánico; eléctrico o limpieza) se debe analizar en sitio el equipo a intervenir; así como los equipos subsiguientes al mismo, luego se llevan a cabo los siguientes pasos:

PASO N° 1:

- Se procede a llenar la (tarjeta de intervención de equipos) y la tarjeta de bloqueo, ubicada en la sala de control del sistema de trituración; la misma debe ser llenada por el responsable de la intervención completando todos los datos, posterior debe ser revisada y firmada por el supervisor de la cantera; debe ser colocada en la cartelera en la sección de “trabajos en ejecución”.

PASO N° 2:

- Bloqueo del equipo (desenergizar el equipo a intervenir y los subsiguientes); el electricista del área debe dirigirse al CCM con los multicandados respectivos.
- El electricista dispara los guardamotors y/o el braeker principal del CCM, coloca los multicandados respectivamente numerados.
- Posterior al bloqueo el electricista debe entregar las llaves al supervisor encargado de la intervención, y este debe guardarlas en un lugar seguro.
- Se debe colocar “in situ” las tarjetas de advertencia (peligro equipo bloqueado).

PASO N° 3:

- Una vez bloqueado el equipo; el responsable de la intervención debe obligatoriamente **PROBAR** que el equipo se encuentre verdaderamente bloqueado, antes de proceder con la intervención.

PASO N° 4:

- Cuando los trabajos estén concluidos, el electricista previa notificación y autorización de los supervisores encargados de la intervención; retira los multicandados, energiza los equipos, y completa la tarjeta de intervención, la cual deberá ser revisada y firmada por el supervisor del área y colocada en la cartelera en la sección de “trabajos ejecutados”.

2.2.3. Trabajo en altura (W.A.H)

Este procedimiento se aplica cuando existe el riesgo de que un individuo pueda caer desde una altura de 1,5 metros o más. En la Cantera San Bernardo se tipo de procedimiento entra en vigor en las siguientes zonas: en el sistema de encarpado de los camiones, cuando se trabaja en el vibrador de la trituradora primaria LINEA 1.

2.2.4. Políticas de seguridad e higiene

Fábrica Nacional de Cementos tiene el compromiso de proporcionar a sus colaboradores, contratistas, comunidades y público relacionado un ambiente de trabajo seguro y saludable; así como a conducir sus actividades de una manera segura La

seguridad y la higiene son valores que deben ser incorporados en todos los aspectos de nuestro negocio.

Su política dice: “Incorporamos objetivos de Seguridad e Higiene en nuestros sistemas de gestión en todos los niveles del grupo. Los gerentes y supervisores son responsables de la prevención de las lesiones y enfermedades ocupacionales”. De manera que todo el personal que trabaje en FNC espera un ambiente de trabajo seguro y saludable y a cambio, esperamos que todos contribuyan a crear ese ambiente seguro a través de un comportamiento responsable. Se espera que todos los que trabajen en FNC, demuestren, a través del compromiso visible y activo de unos con otros, que la seguridad e higiene son valores claves.

El objetivo concerniente a la seguridad en FNC es: cero accidentes, cero enfermedades ocupacionales. El logro de este objetivo es fundamental para alcanzar la excelencia.

2.2.5. Políticas de calidad

La diversidad de mercados, las características de sus clientes y los diferentes usos del producto fabricado, han impulsado a la empresa a la aplicación de la política de la calidad que se expresa de la manera siguiente:

“La calidad, principal argumento al servicio de la competitividad, tiene como objeto la satisfacción de nuestros clientes, ofreciendo un producto que responde a las necesidades específicas del mercado, a un costo óptimo.”

Esta política de la calidad esta relacionada con los siguientes principios y objetivos establecidos por la empresa:

- Implantar y mantener un sistema de calidad que cumpla con la norma Venezolana COVENIN ISO 9002.
- La calidad es un compromiso de la Empresa, en la que todos deben participar dentro de su área de actividad y a todos los niveles.
- La calidad del producto esta basada en principios de confianza y transparencia, adaptándose permanentemente a las necesidades del mercado

- La calidad es una política aplicable a todo proceso productivo, estableciendo para ello un costo óptimo de operación.

2.2.6. Política ambiental

La política ambiental se inscribe en el marco del desarrollo sustentable. Sus principales características son:

- La economía de los recursos naturales, utilizando subproductos y residuos como sustitutos de las materias primas y de los combustibles fósiles.
- Una experticia y un conocimiento ambiental, dedicando parte de sus recursos técnicos a aumentar sus conocimientos en nuevas tecnologías y técnicas de control ambiental.
- FNC elabora sus propias normas ambientales que aplica a las nuevas unidades de trabajo y a toda renovación importante.
- Una política de integración de las unidades de trabajo y de prevención de riesgos, dándole particular atención a la inserción de plantas en paisajes naturales o urbanos.
- FNC elabora planes de acción específicos que le permiten evaluar regularmente sus desempeños ambientales y medir los progresos alcanzados.

Hoy en día, FNC forma parte del programa “**Socio Conservacionista**” ideado por la Wide Fund For Nature (Fondo Mundial para la Naturaleza), es la más grande y respetada organización conservacionista independiente del mundo. . Esta asociación tiene como objetivo la conservación y la restauración de la biodiversidad, haciendo énfasis en la rehabilitación de sus canteras

2.3. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

2.3.1 Materias Primas

En la Fábrica Nacional de Cementos se utilizan como materias primas para la fabricación de cemento los siguientes materiales: caliza, arcilla, arcilla ferrosa y yeso.

En otras plantas además, es necesario utilizar otros productos como adición, estos pueden ser: areniscas, bauxita y mineral de hierro.

Durante el proceso de fabricación de cemento, se mezcla un componente con alto contenido en carbonato de calcio y otro con alto contenido de sílice, alumina y óxido de hierro. Los componentes más usados para suplir estos elementos son la caliza y la arcilla respectivamente, las cuales se clasifican según su calidad tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de materiales por su contenido de CaCO_3 y Al_2O_3

MATERIAL	% CaCO_3	% Al_2O_3
Caliza Pura (Calcita)	96 - 100	0 - 2
Caliza Margosa	90 - 96	2 - 3.5
Marga Calcárea	75 - 90	3.5 - 5
Marga	40 - 75	5 - 6.8
Marga Arcillosa	10 - 40	6.8 - 7.5
Arcilla Margosa	4 - 10	7.5 - 9
Arcilla	0 - 4	9 - 19

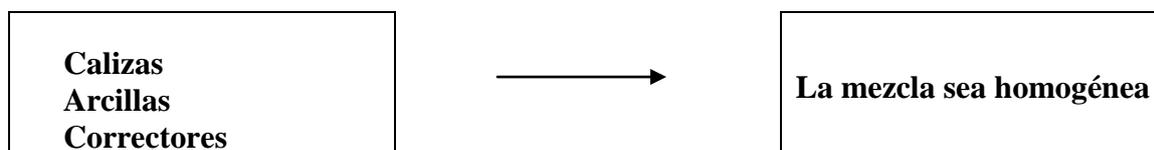
Fuente: Proceso Productivo de Fabricación de Cemento
Fábrica Nacional de Cemento

ARCILLA

La arcilla por ser un material blando, portador de óxidos de sílice, aluminio y hierro, es utilizado para la fabricación del clinker para cemento. Así su dosificación estará condicionada al tipo de clinker que se desea producir y de las características mineralógicas de las materias primas

Calizas + Arcillas + correctores T° Clinker
% %óxidos % óxidos

En el caso de la utilización de calizas de alta ley el proceso se realiza por vía seca, es decir, mediante silos de homogeneización, donde el crudo se agita por la inyección de Aire comprimido.



En el caso de la cantera de arcilla La Cabrera, ubicada a muy pocos metros de la planta, presenta una composición química que varía según los intervalos mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Rango de variación de la arcilla

COMPONENTE	CONTENIDO (%)
SiO ₂	35 - 45
Al ₂ O ₃	8 - 12
Fe ₂ O ₃	40 - 60
CaO	0 - 2

Fuente: Proceso Productivo de Fabricación de Cemento
Fábrica Nacional de Cementos

ARCILLA FERROSA

La arcilla ferrosa aporta el hierro necesario para mantener un adecuado control de la fase líquida durante el proceso de fabricación de clinker, permitiendo con ello dosificar a las calizas que aportan sílice. La arcilla ferrosa es llevada a la Planta desde Tinaquillo, Estado Carabobo, cuya composición química se muestra en la Tabla N° 3.

Tabla 3. Componentes de la arcilla ferrosa.

COMPONENTE	VARIACION (%)
SiO ₂	45 - 69
Al ₂ O ₃	7 - 9
Fe ₂ O ₃	3 - 10
CaO	2 - 12
MgO	1 - 5
K ₂ O	0.5 - 2
Na ₂ O ₃	0.5 - 2

Cl	0.0 – 3
----	---------

Fuente: Proceso Productivo de Fabricación de Cemento
Fábrica Nacional de Cemento

YESO

El yeso es el material regulador del tiempo de fraguado del cemento siendo el que se aporta el sulfato de calcio hidratado al proceso. El yeso se recibe del Estado Sucre, se transporta en barco hasta el puerto de la Guaira y se carga en camiones hasta la planta en Ocumare. También el yeso es comprado en Jamaica.

Anteriormente se utilizaba un yeso proveniente de Altagracia de Orituco, México y España, pero por costos y/o calidad se dejó de utilizar. Se requiere un valor mínimo de 70% de yeso dihidratado y anhidritico.

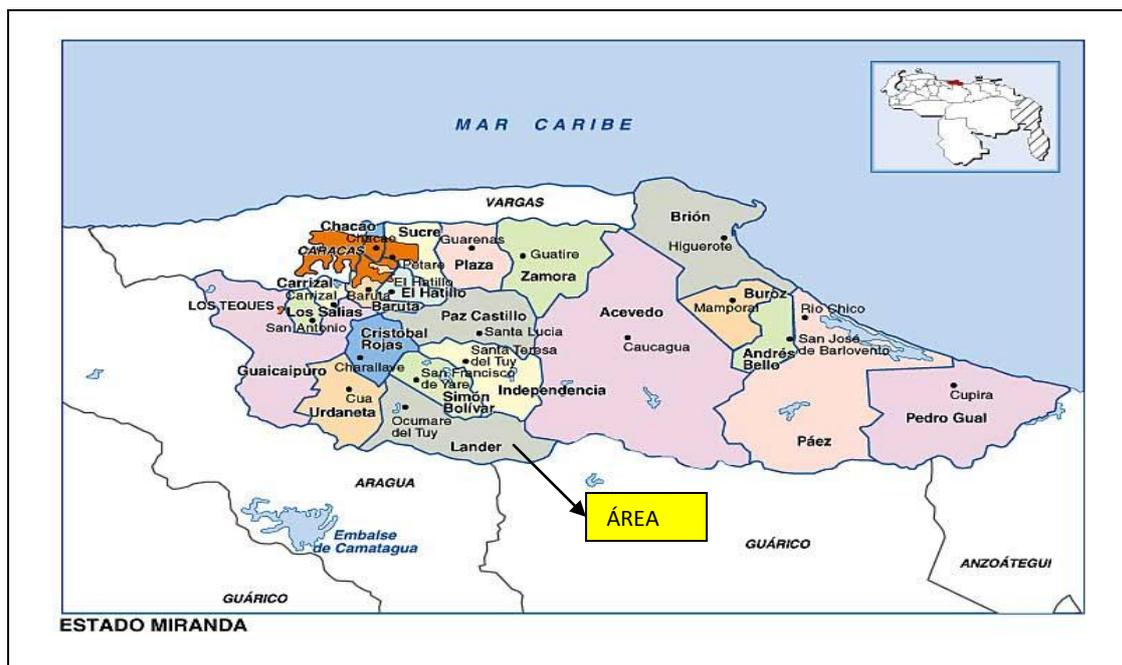
2.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.4.1 Ubicación

La cantera San Bernardo esta ubicada, en líneas generales, en el cruce de las coordenadas UTM N: 1.121.100 E: 747.800. Aproximadamente a 4 Km. Al nor-este de Ocumare del Tuy como se muestra en la figura 1, dentro de los linderos de la Hacienda San Bernardo; distanciada unos 14 Kilómetros y en dirección nor-este, de la Planta de Cemento de LAFARGE-FNC.

Políticamente esta localizada en el Municipio Tomas Lander, del estado Miranda. El acceso de la misma se logra a través de la carretera asfaltada que une la Hacienda San Bernardo con Ocumare del Tuy, vía asentamiento Rangel; así como también a través de la carretera nacional que va hacia Tocarón, de la misma población de Ocumare. De la superficie total de la Hacienda San Bernardo, el área de la cantera se reduce aproximadamente a nueve (9) hectáreas.

Figura N° 1. Ubicación general del área en el estado Miranda.



Fuente: Mapa de Venezuela

2.4.2 Geología

Se dispuso del mapa geológico, las columnas de las perforaciones y las secciones geológicas realizadas por el geólogo Manuel Erminy, con motivo de la campaña de perforación del año 1998; pero no se tuvo acceso al informe geológico correspondiente.

Igualmente se conoció el plan de explotación del año 2001, elaborado por el Ing. Juan Díaz y Ronalt Saya que contiene principalmente toda la información geológica regional, geológica local y “calculos de reservas probadas, probables y recuperables”.

Perforaciones

Con el objeto de conocer las características litológicas, estructurales, químicas y siguiendo las recomendaciones dadas en los estudios anteriores realizados en la cantera, de la caliza a profundidad y tener un concepto del volumen de las reservas geológicas, en el año 1998 se ejecutó un programa de perforación, con mecha de diamante, que abarco el área total de la cantera (11 hectáreas). El programa se fundamento en una malla de 100 x 100 mts., para distribuir 18 sondeos que alcanzaron distintas profundidades y que sumaron 1424 m de perforación.

En el mes de junio del año en curso (2007) se comenzó a realizar la segunda campaña de perforación en el occidente la Cantera, esto con la finalidad de conocer a detalle los límites geográficos del yacimiento, así como el cálculo aproximado del volumen de las reservas. Esta campaña se fundamentó en su inicio en 13 sondeos de los cuales se realizaron 12, ya que no hubo necesidad de realizar el restante para la zona que estaba planificado, adicionalmente por recomendaciones del Ing. Herman Vega (LATP) se hicieron 2 sondeos más en el extremo nor-oeste de la cantera para alcanzar un total de 14. Dicho programa también se fundamentó en una malla de 100 x 100 mts., alcanzando diferentes profundidades y que sumaron 947.45 mts de perforación

Varias perforaciones entre esas el PSB-20, PSB-21, PSB-22, PSB-23, PSB-31A, PSB-32, atravesaron la secuencia entera del yacimiento de caliza sin tocar basamento, uno de ellos, el PSB-19, programado para la zona donde se encuentra la Laguna, tocó basamento volcánico a aproximadamente 80 mts. de profundidad. También varios de los sondeos programados sobre todo para el extremo sur-oeste de la cantera entre esos el PSB-24, PSB-25, PSB-26, PSB-28, PSB-29, PSB-30 Y PSB-31, no cortaron material calcáreo, pero permitieron delimitar la geometría del yacimiento.

Marco geológico regional

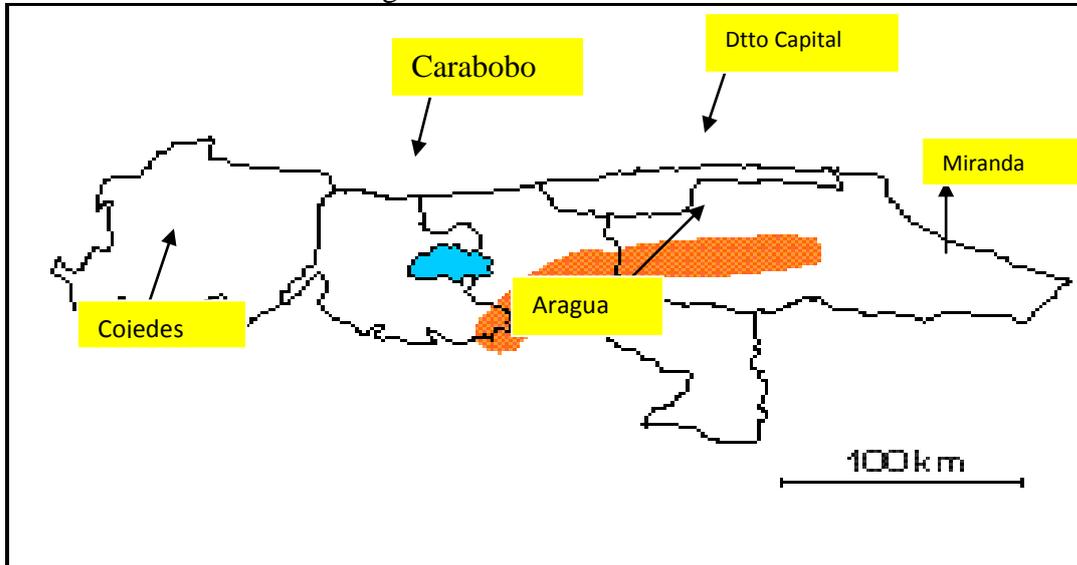
El área de estudio ha sido definida como una secuencia del Cretáceo Superior compuesta por rocas metamórficas de la Formación Paracotos. La misma es señalada en el Léxico Estratigráfico de Venezuela con edad Cretácico (Maastrichtiense).

El nombre de Paracotos fue introducido por Smith (1952), señalando que estar constituida predominantemente de filita, y la divide en tres miembros: inferior, medio y superior. Shagam (1960) redefinió la unidad restringiendo el nombre al miembro superior de Smith. Dicho criterio fue aceptado por autores posteriores, quienes continúan su cartografía hasta el estado Cojedes.

Beck (1985, 1986) propone cambiar el nombre de esta unidad al de Formación Cataurito, lo cual en principio parece apropiado, pero debido a lo arraigado del uso del nombre de Paracotos en la literatura venezolana, el autor de este capítulo sugiere mantenerlo, asignando dos secciones de referencia para esta Formación: (a) Los afloramientos del río Tuy entre Tácata y Cúa, estado Miranda. Y (b) La sección propuesta por Beck (1985, p. 239, 1986) como localidad tipo de su "Formación Cataurito", ubicada en el cerro al sur de la Hacienda Experimental Cataurito, a media

distancia entre poblados de La Candelaria y El Pao de Zárata al este, y Villa de Cura al oeste, estado Aragua como se vió en la figura 1.

Figura N° 2. Formación Paracotos



Fuente: Léxico Estratigráfico de Venezuela

La roca más abundante de la Formación Paracotos (aproximadamente 60% de la sección expuesta) es una lutita filítica, limosa y carbonacea, de color azul, en la cual se intercalan capas lenticulares delgadas de caliza afanítica, de color gris y verde pálido. Algunos lentes de conglomerados gris verdoso, compuesto principalmente de fragmentos de rocas volcánicas maficas, se asocian con un horizonte persistente de calizas lenticulares grises, microfosilíferas, cerca del tope de la unidad. Los conglomerados tienen estratificación gradada.

La localidad tipo de la Formación Paracotos esta en el río Tuy, al norte de Táchata, cerca de Paracotos, estado Miranda, Aragua, Guarico, Carabobo y Cojedes. Tal como se muestra en la Figura 2.

2.4.3 Geología del área de la cantera (según el informe geológico Cantera San Bernardo)

Generalidades

El yacimiento de caliza San Bernardo, tiene una manifestación superficial geomorfológica relevante solo en su mitad oriental, en la cual alcanza la altura máxima de 264 m. La mitad nor-oeste esta definida por una superficie semiplana, con alturas que varían entre 180 y 170 m. En el sector central norte se destaca un área de aproximadamente 750 m², identificado en el mapa topográfico como “laguna”.

Relación con el Basamento

El cuerpo calcáreo de San Bernardo parece ser parte de un bloque alóctono, originalmente de mayores dimensiones, embebido en una secuencia espesa de rocas volcánicas, volcано-clásticas y rocas gnéissicas asociadas, fuertemente meteorizadas. Actualmente se manifiesta como un cuerpo deforme irregular inclinado hacia el sur-oeste.

Solo en el extremo oriental del área de afloramiento, es posible reconocer algunas manifestaciones de rocas intrusivas y volcánicas metamorfizadas, que conforman el complejo litológico del basamento. En este sector fue posible identificar diferentes tipos litológicos como gneises porfiroblásticos, rocas volcánicas andesíticas, etc, fuertemente meteorizadas; en lo que puede ser una relación tectónica, mas que estratigráfica. Esta relación entre los dos tipos litológicos, pudo haberse visualizado con mayor claridad, con la apertura de trincheras perpendiculares al contacto entre las dos litologías.

A continuación se describen los tipos litológicos del basamento reconocidos en el área marginal del yacimiento de caliza:

- **Gneis feldespático grano muy grueso**

En los cortes de camino de accesos, en el extremo sur-oeste, muy cerca del contacto con la caliza, se observa la presencia de gneis porfiroblásticos con cristales euhedrales, muy grandes de feldespato (1-2 cm.), con escasos minerales básicos subordinados (biotita, hornblenda). Localmente se observó la presencia de pequeños xenolitos de roca básica (andesita), parcialmente asimilados.

Este gneis, muy meteorizado, se puede observar aflorando en varios sitios, en el piso del camino de acceso que bordea la cantera de San Bernardo en su extremo nor-oriental.

- **Esquisto cuarzo-feldespático, micáceo**

En el mismo sector sur-oeste se reconoce la presencia de rocas esquistosa, cuarzo-feldespático-micáceo, en contacto e infrayacente a la caliza gris plomo de San Bernardo. Este esquistosita está muy meteorizada, al grado de que en los cortes del camino de acceso, se presenta como un material predominantemente caolinitico, con manchas marrón amarillento, como reliquias de la meteorización de minerales ferro magnesiano.

- **Meta-andesita**

Asociada al gneis cuarzo feldespático antes descrito, e igualmente próximo al contacto con la caliza de San Bernardo, se reconoció la presencia de una roca equigranular, grano fino a medio, color marrón amarillento, con granos amarillentos y manchas blancuzcas, fuertemente meteorizadas.

2.4.4 Yacimiento de Caliza San Bernardo

El yacimiento de caliza San Bernardo ha sido caracterizado como un bloque alóctono de caliza masiva, embebido en una secuencia espesa de roca volcánica, metamorfizada; lo cual sugiere su discontinuidad a profundidad o falta de raíz. Esto ha sido confirmado en las perforaciones realizadas, las cuales señalan igualmente, un límite inferior muy irregular.

Tipos litológicos

Como se definió originalmente, el yacimiento está caracterizado por una roca masiva, casi desprovista de estratificación. Sin embargo, es posible reconocer por lo menos cuatro (4) tipos litológicos, como se señala a continuación: caliza gris claro, caliza gris plomo, caliza negra, arenisca poco consolidada.

Estos tipos litológicos, aunque perfectamente diferenciables en el campo, siguiendo criterios físicos como color, textura, granulometría, contenido fosilífero, entre otros, no tienen significado químico, ni tienen posición estratigráfica definida. El contacto entre los distintos tipos litológicos es transicional o imperceptible. Se usó este criterio de campo, como una guía para tratar de establecer una equivalencia litológica y química dentro del área del yacimiento sin embargo, la ausencia de suficientes valores químicos no permitió hacer una correlación confiable.

- **Caliza gris claro**

Este tipo litológico corresponde a una caliza grano fino, color gris claro, fosilífero, masivo, ligeramente foliado, donde se observan finos cristales de pirita diseminados en la roca.

La observación de campo y la revisión de los núcleos sugieren que esta litología es la segunda más abundante después de la caliza gris plomo. Con frecuencia presenta venas irregulares de calcita y abundantes cavernas menores.

- **Caliza gris plomo**

La caliza gris media o gris plomo, es una roca grano fino a muy fino, que no desarrolla estratificación, de color algo mas oscuras que la caliza gris claro. Esta roca constituye el tipo litológico más abundante en el área del yacimiento, como se observa en superficie y en la descripción de las perforaciones. Se observo que este “tipo litológico” pasa gradualmente a la caliza negra

- **Arenisca Inconsolidada**

En el nor-oeste de la cantera, se reconoció la presencia de una litología que aunque no es representativa forma parte de las diferentes rocas que componen la cantera, una de ellas es la arenisca de grano fino a limoso no calcáreo de una espesor no mayor a tres (3) metros, poco consolidada que se encuentran en varios sondeos realizados a los largo de toda la campaña. Esta constituye una excepción litológica de la columna estratigráfica calcárea que se encuentra en el lado nor-oeste de la cantera, cuyos espesores no sobrepasan los dos (2) metros.

Elementos Estructurales

- **Fallas, Diaclasas, Foliación**

Como ha sido indicado San Bernardo, corresponde a un bloque atrapado en el sistema de fallas que definen las fajas tectónicas de Paracotos y Villa de Cura, lo cual limita las dimensiones del yacimiento.

A pesar de que la relación caliza- basamento es un contacto tectónico, en sus inmediaciones no se reconoció la existencia de fallas visibles, ni pliegues en la estructura sedimentaria.

Consecuencia de la estratificación masiva, igualmente es muy difícil reconocer los limites de los estratos, a menos que haya un cambio litológico, lo que solo se observa cuando se intercala la arenisca de grano fino a limoso o algunos lentes de arcilla.

Lo masivo de la estratificación de la caliza contrasta con la proliferación de sistemas de diaclásas de cincuenta (50) centímetro a un (1) metro de separación, frecuentes en el yacimiento.

2.5. Reservas Geológicas

Aprovechando las secciones Este-Oeste y Norte-Sur, elaboradas a partir de la información de las perforaciones, se hizo un cálculo aproximado de las reservas geológicas del yacimiento.

Para lograr este objetivo se empleo el método de los perfiles paralelos, midiendo las secciones nombradas anteriormente, las cuales tienen una separación de 50 metros.

A partir de los datos señalados, se obtuvo un valor aproximado de reservas geológicas de caliza (21.0 MTM), en el área de la cantera, que puede servir para tener un concepto de las dimensiones del depósito calcáreo.

2.6. Consideraciones Ambientales

La Cantera San Bernardo se encuentra localizada en un área de rápido crecimiento urbano, manifestado por el desarrollo de importantes conjuntos habitacionales y construcciones no planificadas. A lo anterior hay que agregar la existencia de pequeñas fincas agropecuarias (háras) y asentamientos industriales, en la franja de topografía plana que genera el Valle del río Tuy, conformado todo esto, una concentración poblacional muy cercana e importante alrededor de la cantera.

Este conjunto de elementos debe ser tomado en cuenta para la realización de las actividades extractivas de la cantera, en lo referente al comportamiento sísmico y los efectos de las actividades de transporte de camiones de gran peso, a través de una vialidad con características limitadas.

En estos casos, la experiencia recomienda, una buena relación con la comunidad, manifestada por la cooperación en la solución de problemas de servicios dentro de la misma y disponer de alguna organización dentro de la empresa que se ocupe exclusivamente de este tipo de problema para ir caminando de una manera mancomunada Empresa-comunidad.

Otro elemento a destacar, en el deseo de explotar a mayor parte de las reservas de caliza del yacimiento, es la cercanía al curso del río Tuy y la llanura aluvial anexa a la cantera. Es de observar que el canal de carga del mencionado curso de agua tiene una cota aproximada de 155 metros y el yacimiento de caliza llega hasta la cota 75, dentro de una distancia horizontal menos a 500 metros.

2.7. Aspectos Generales de la Cantera

La Cantera San Bernardo actualmente se encuentra dividida en dos (2) áreas de trabajo, las que son designadas como Área 1 y Área 2, tal como lo muestra la Figura 3. Donde se aprecia claramente su ubicación y las delimitaciones geográficas.

Figura 3. Áreas de trabajo de la Cantera San Bernardo



Fuente: Propia

ÁREA 1:

Comprende una terraza descendente donde se encuentran los bancos desde 240 hasta el 180, por nivel de 10 m y bloques de 25 x 25 m. Debido a la dureza de la roca caliza, no se puede realizar su explotación a través de medios mecánicos, por lo que es necesario aplicar las operaciones de perforación y voladura, para facilitar su extracción siendo aplicada de acuerdo a los requerimientos de producción.

Los equipos de carga, acarreo, estiman remover 20 T/mes de estéril y extraer 70 T/mes de caliza, y las perforadoras realizar 180 barrenos al mes y son propiedad de la contratista 2, para lograr este objetivo cuentan con los equipos que se describen en la tabla 4.

Lista de equipos Contratista 2

TIPO	ESTATUS	EQUIPOS	Códigos	MARCA	MODELO
CAMIONES	OPERATIVO	CAMIÓN ROKERO	1	SINOWAY	BJZ3531
	OPERATIVO	CAMIÓN ROKERO	2	SINOWAY	BJZ3531
	OPERATIVO	CAMIÓN ROQUERO KOMATSU	3	KOMATSU	HD-325-C
	OPERATIVO	CAMIÓN ROQUERO KOMATSU	4	KOMATSU	A35D
	OPERATIVO	CAMIÓN ROQUERO KOMATSU	8	KOMATSU	HD-325-C
CARGADORES	OPERATIVO	CARGADOR SEM	F9	CATERPILLAR	ZL60G-E
	OPERATIVO	CARGADOR SEM	F10	CATERPILLAR	ZL60G-E
EXCAVADORAS	NO OPERATIVO	EXCAVADORA PC-200-7	E2	KOMATSU	PC-200-7
	NO OPERATIVO	EXCAVADORA PC-200-8	NUEVA	KOMATSU	PC-200-8
	NO OPERATIVO	EXCAVADORA 318	E4	CATERPILLAR	318 BL
	OPERATIVO	EXCAVADORA SINOWAY	E8	SINOWAY	330LC8
	OPERATIVO	EXCAVADORA SINOWAY	NUEVA	SINOWAY	330LC8
	NO OPERATIVO	EXCAVADORA KOBELCO	E5	KOBELCO	SK330LC-6E
COMPRESORES	OPERATIVO	COMPRESOR ATLAS COPCO	CM1	SULLAIR	750HDTOCA
	OPERATIVO	COMPRESOR SULLAIR VIEJO	CM2	SULLAIR	750HDTO
	OPERATIVO	COMPRESOR SULLAIR NUEVO	CM3	INGERSOLL RAND	HP750WCU
	OPERATIVO	COMPRESOR ATLAS COPCO	NUEVO	ATLAS COPCO	DSL750CAT/ CLAS 340- 1500
	OPERATIVO	COMPRESOR	CM7	ATLAS COPCO	
PERFORADORAS	OPERATIVO	PERF. INGERSOLL RAND	C2	INGERSOLL RAND	ECM-350
	OPERATIVO	PERF. ATLAS COPCO	C4	ATLAS COPCO	BVB-72

Fuente: Archivos de la Contratista 2

Con respecto a las operaciones que se llevan a cabo, las perforaciones son las primeras operaciones que se realizan en la cantera y tiene como finalidad abrir unos barrenos, con una distribución y geometría adecuada a los macizos, para alojar las cargas de los explosivos y sus accesorios.

Actualmente la operación es realizada mediante la utilización de 2 equipos de perforación tal como lo describe la tabla 4. Las perforadoras trabajan en conjunto en un turno de operación, comprendido entre las 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m.

Los parámetros de operación utilizados son:

Atlas Copco	Ingresoll Rand:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Malla de Perforación: 3,9 x 3,9 m ▪ Altura de Banco: (10 m) ▪ Diámetro de Perforación Pulg: (4,5") ▪ Profundidad : 12 m 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Malla de Perforación: 3,7 * 3,7 m ▪ Altura de Banco: (10 m) ▪ Diámetro de Perforación Pulg: (4") ▪ Profundidad : 12 m

El tiempo de perforación de un barreno de 12 metros es de una hora aproximadamente dependiendo de las características del material para cada una de las perforadoras.

Las voladuras se realizan tres días a la semana (lunes, miércoles y viernes) dependiendo de la producción y los frentes de explotación. Se realiza voladura en banco, las cuales se realizan con uno o dos frentes libres sobre un banco y barrenos inclinados.

La remoción y la carga del material producto de la voladura se realizan a través de dos cargadores frontales permitiendo una carga continua de material para luego ser trasladado a la trituradora

El acarreo se realiza a través de una flota de cinco camiones roqueros los cuales se encargan de trasladar el material a la trituradora.

ÁREA 2:

Comprende una terraza descendente ubicada al noroeste de la cantera en los niveles 185 al 175 se estima llegar en el año 2009 al nivel 170. En estos momentos se encuentran extrayendo el estéril en el nivel 185 de la zona siendo este llevado a la escombrera o disposición final, en el nivel 175 se están realizando perforaciones para estudiar el nivel freático.

Los equipos que operan en esta área son propiedad de la contratista 1 con la cual se estima remover 30 T/mes de estéril y extraer 20 T/mes de caliza, con una producción diaria de 2500 T, los equipos dispuestos para tal fin se describen a continuación:

- Excavadora Jumbo 200 con una capacidad de 1 m³

- 1 Camión CASE con una capacidad aproximada de 28 T para estéril y 23 T para caliza
- 2 Camiones MACK 400 una capacidad aproximada de 28 ton para estéril y 23 T para caliza

Sistemas de Trituración

En Canteras San Bernardo la reducción del material proveniente de los diferentes frentes de explotación se lleva a cabo a través de un sistema de trituración conformado actualmente por dos equipos de trituración, que operan en dos líneas de producción.

Línea 1

La línea cuenta con una capacidad de 250 T/h, la misma es propiedad de la contratista 1. El tamaño máximo de alimentación a la planta es de 40". El triturador primario tiene una calibración de descarga para generar un producto de 8". Este producto cae a un transportador de cinta que lo apila en un pulmón, con descarga bajo la pila. Cayendo abajo a un transportador de correa en un túnel, y su mitad emerge afuera para alimentar a un *grizzly*.

El *grizzly* está calibrado a 3" pasante, que va ha alimentar la criba principal, y el rechazo alimenta el impactor secundario # 1 que está calibrado para producir 3" (aceptándose máximo 4"). El pasante del *grizzly* y el producto del impactor secundario # 1 descargan directamente en un mismo transportador de correa que alimenta la criba principal. El rechazo (3"- 4") de la criba principal va al impactor secundario # 2 pasante 1" (25 mm). El material luego es apilado al aire libre para ser cargado y llevado a la planta en donde se almacena en patios para su posterior utilización en la mezcla de caliza necesaria para la fabricación del clinker.

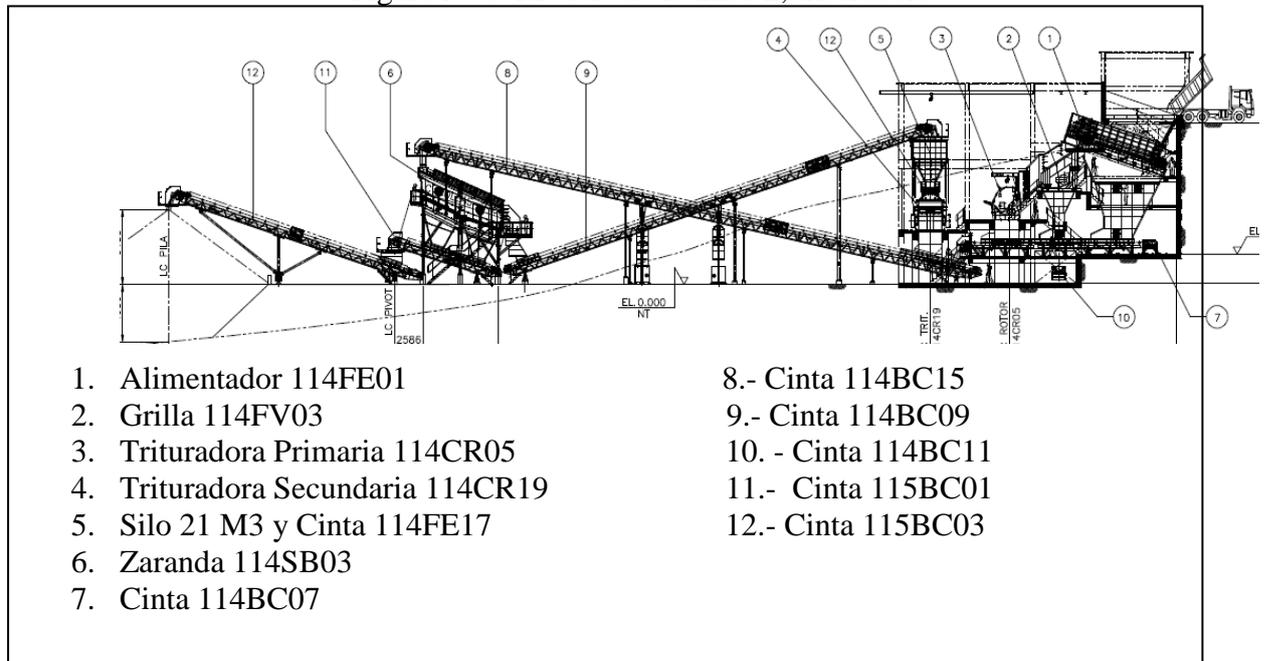
Figura 4. Trituradora Línea 1.



Línea 2

Esta línea se encarga de la preparación del mineral (reducción de tamaño) proveniente de la mina, transformándolo en productos requeridos por planta de 3/8". La planta estará conformada por un alimentador de zapatas, una grilla vibratoria, triturador primario, y una trituradora secundaria, accionado por un motor de 250 Hp, pudiendo recibir bloques de hasta 1000 mm de diámetro, y de 400 - 500 T/h de capacidad de producción como se muestra en la figura.5. Propiedad de FNC, en estos momentos se encuentra operando en un 50% de su capacidad debido a falla del motor.

Figura N° 5. Modelo de la línea 2, trituradora



Fuente: Informe realizado por Cantera San Bernardo

CAPITULO III

FUNDAMENTO TEORICO

Como bases del trabajo de campo a realizar se presenta a continuación definiciones y conceptualizaciones teóricas utilizadas durante el desarrollo del proyecto.

3.1. La Caliza

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, entre otros, que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos dura que el cobre (su dureza en la escala de Mohs es de 3) reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico y su densidad esta entre 2.2 a 2.7 t/m³. Cerca del 75% de la superficie de la tierra está compuesta por rocas sedimentarias, de la cual 20% esta compuesta o a su vez por calizas y dolomitas (Surface Mining, 1990).

La caliza es una roca que de acuerdo a su composición química (% CaCO_3) y, propiedades físicas pueden tener varios usos, como agregados para la construcción, pinturas, agricultura, procesos químicos y metalúrgicos, elaboración de cemento, entre otros. Debido a su estructura generalmente se presenta en capas, acompañada a veces por dolomitas, lo cual puede ser perjudicial para su uso como materia prima en la elaboración de cemento. Por otro parte, sus propiedades químicas determinan su uso en la industria de procesos de productos manufacturados, mientras que sus propiedades físicas determinan el uso en la industria de la construcción.

Venezuela posee importantes depósitos de calizas ubicadas a lo largo de su geografía, los cuales se asocian con las extensas cuencas que cubrieron a Venezuela desde el Cretáceo Medio hasta el Pleistoceno.

Los depósitos venezolanos de calizas sustentan importantísimas industrias tales como: construcción, fertilizantes, alimentos para animales, marmolería, cal, siderurgia,

pintura, fibras sintéticas, caucho y papel, tanto en el centro como en las zonas orientales y andinas. Los depósitos de calizas del país se asocian con diferentes niveles estratigráficos, pero fue en el Cretáceo y el Mioceno cuando la depositación se hizo intensa. Esto se evidencia con los enormes depósitos comerciales asociados con el Grupo Cogollo en el occidente y la Formación El Cantil en el oriente del país.

Ambas formaciones típicas al cretáceo y quizás poseen las reservas más importantes de Venezuela, tanto por su extensión como por su calidad.

Con relación al Mioceno, enormes depósitos de calizas de óptima calidad afloran extensamente a lo largo de Falcón septentrional y oriental, constituyendo la materia prima de varias fábricas de la construcción.

En la región Central, Distrito Federal, estado Miranda, Carabobo, desde Petare hasta Valencia, existen grandes yacimientos de calizas cristalinas, pertenecientes a las Formaciones Antímamo, Las Mercedes, Las Brisas (Grupo Caracas), encontrándose en explotación en las zonas de Baruta, El Encantado, Macaracuay, La Vega, Carayaca, Cagua, Bárbula, La Victoria, Los Guayos, Valencia y Taguayguay, a fin de suministrar material a la industria de la construcción.

En el estado Aragua existen depósitos de los denominados Morros que van desde Villa de Cura hasta Ocumare del Tuy, siendo los principales: Morros de San Juan, Morros de San Sebastián.

3.2. Métodos de explotación a cielo abierto.

En función de las características del yacimiento (morfología, topografía, profundidad, dimensión, entre otros) y su relación con la superficie, Ortiz y Urbina (1989), definen los métodos mineros a cielo abierto, como el conjunto ordenado de sistemas, procesos y máquinas que en forma ordenada, repetitiva y rutinaria, extraen el mineral del yacimiento.

Entre los factores determinantes para la elección del método minero son fundamentales los costos de remoción de estéril y los costos de producción de mineral, involucrados tanto para la minería a cielo abierto como para la minería subterránea.

Los mismos están incluidos en una relación, que establece un límite para el empleo económico de uno de estos dos (2) sistemas de explotación, expresado como una proporción de cantidad estéril/mineral. Esta relación se conoce como la relación de remoción límite de explotación superficial y permite delimitar la parte del yacimiento que será explotada a cielo abierto o subterráneo.

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. Según el Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E), entre los métodos más comunes empleados en la minería a cielo abierto están:

- Tajo Abierto (Open Cut Mining).
- Fosa Abierta (Open Pit Mining).
- Explotación en Tiras (Strip Mining).
- Canteras (Quarry Mining).
- (Glory Hole).

Para el desarrollo de la cantera San Bernardo, se utiliza una combinación de los métodos de Fosa Abierta (Open Pit) y el método de Canteras (Quarry Mining).

3. 2.1 Método de Cantera

Cantera es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales. Se trata por lo general, de pequeñas explotaciones próximas a los centros de consumos, debido al valor relativamente pequeño que poseen los materiales extraídos, que pueden operarse mediante los métodos de banco único de gran altura o bancos múltiples (ITGE, 1992).

Este último es el más adecuado, ya que permite realizar los trabajos con mayores condiciones de seguridad y posibilita la recuperación ambiental de los terrenos afectados con mayor facilidad.

Las canteras pueden subdividirse en dos grandes grupos: el primero, donde se desea obtener un todo-uno fragmentado, apto para alimentar a la planta de tratamiento y obtener un producto destinado a la construcción, en forma de áridos, o para la fabricación de cemento; el segundo, dedicado a la explotación de rocas ornamentales,

que se basa en la extracción cuidadosa de grandes bloques paralelepípedicos que posteriormente se cortaran y procesaran en delgadas laminas.

La altura de los bancos va a depender del alcance de los equipos de excavación, así como de las condiciones geotécnicas de los materiales que lo conforman. La profundidad a la cual se va a llegar en el total de la excavación, va a depender de las características del yacimiento y de los costos de producción.

La explotación puede llevarse simultáneamente en varios bancos, siempre y cuando, las labores en el banco superior se lleven con avance suficiente para no interferir con las labores del banco inferior.

Entre los bancos se establecen rampas que sirvan como vías de acarreo a los camiones de producción y acceso para los vehículos de servicio. Por lo tanto, se debe procurar que las vías sean de recorridos lo mas cortos posibles.

3.2.2 Método de Fosa Abierta (Open Pit)

El método de cortas (Open Pit) es un método convencional de minería por banqueo descendente que consiste en la conformación de bancos sucesivos mas o menos circulares, cada uno de los cuales tiene un diámetro menor que el inmediatamente superior, construyendo una especie de tajo circular o arco de circulo (Surface Mining, 1990).

Es utilizado debido a su profundidad y porque esencialmente es una explotación tridimensional con un cierto número de bancos descendentes, donde se requieren mayores tecnologías de planificación, diseño, operación, entre otros.

La extracción, en cada nivel, se realiza en un banco con uno o varios frentes de avance. Debe existir un desfase entre bancos a fin de disponer de unas plataformas de trabajo mínimas para que operen los equipos a su máximo rendimiento y en condiciones de seguridad. Las vías de transporte se adaptan a los taludes finales, o en actividad, permitiendo el acceso a diferentes cotas.

Este método es usualmente utilizado para explotaciones en yacimientos que se encuentran cerca de la superficie de la tierra o en los que hay afloramientos, además de

aquellos que poseen un bajo ratio entre estéril y mena. Es necesario en el uso de este método la inversión de un elevado capital, pero esto se traduce en una alta productividad, bajos costos operativos y buenas condiciones de seguridad.

Existen tres variantes de este método (ITGE, 1992): cuando se esta explotando un filón, un estrato o una capa. Ellos son.

1. **Método Longitudinal:** Consiste en llevar la operación en bancos paralelos al rumbo de las capas, iniciando el desmonte en las cotas superiores, atacando a dichas capas en toda su longitud y progresando de techo a muro.
2. **Método Transversal Normal:** consiste en la apertura de una serie de bancos a distintos niveles, que conforman el talud general de trabajo con una dirección perpendicular al rumbo de las capas.
3. **Método Transversal Diagonal:** semejante al anterior, pero con el talud de trabajo formando un ángulo, frecuentemente de 45° con el rumbo de las capas.

3.3 Perforación

La perforación de las rocas dentro del campo de las voladuras es la primera operación que se realiza y tiene como finalidad abrir unos huecos, con la distribución y geometría adecuada dentro de los macizos, donde alojar a las cargas de explosivo y sus accesorios iniciadores.

A pesar de la enorme variedad de sistemas posibles de penetración de la roca, en minería y obra pública la perforación se realiza actualmente, de una forma casi general, utilizando la energía mecánica.

En el caso de la Cantera San Bernardo las perforaciones como se puede observar en la figura 6 se realizan a través de dos perforadoras: Atlas Copco e Ingersoll Rand estas juegan un papel importante, debido a que estas permiten determinar la potencia del yacimiento (volumen útil a explotar) y la ley del material (calidad expresada como contenido de carbonato de calcio. Esta operación se realiza antes de extraer la piedra del yacimiento haciendo una evaluación a la perforación y al material testigo extraído. Luego se analiza para disponer de un mapa que tenga toda la información de análisis químico del yacimiento para conocer en todo momento la composición del material que

se va a extraer de la cantera. Con esta información se programa la explotación de los yacimientos.

Figura 6. Perforadora Atlas Copco perteneciente a la cantera San Bernardo



3.4 Operaciones Básicas

Las operaciones básicas en cualquier tipo de mina se clasifican en operaciones de arranque, carga y acarreo. Todas ellas se realizan siguiendo un orden establecido para obtener los mejores resultados, tanto en las labores mismas como en los costos involucrados en su aplicación.

- Arranque \longrightarrow Carga \longrightarrow Acarreo
- Arranque + Carga \longrightarrow Acarreo
- Arranque + Carga + Acarreo

Específicamente en la Cantera San Bernardo las operaciones Básicas siguen el siguiente orden:

- Arranque + Carga \longrightarrow Acarreo

Para los diferentes frentes de explotación, para realizar estas operaciones la Cantera cuenta con dos contratistas y cada una de estas maneja su flota de equipos independientemente

En la empresa FCN estas operaciones cuentan con los equipos necesarios de carga y acarreo:

	Contratista 1		Contratista 2	
	Equipos	Marca	Equipos	Marca
Arranque y la carga	2 excavadoras	Sinoway (capacidad del balde 2,5 m ³)	1 excavadoras	Jhon Deere (capacidad del balde 1m ³)
Acarreo	3 Camiones roqueros 2camiones roqueros	Komatsu (capacidad 30 ton) Sinoway (capacidad 30 ton)	2 camiones 1 camión	Marck Case Ambos con una capacidad de 18 m ³

3.4.1 Arranque

La operación de arranque se realiza de tres maneras: con herramientas, con máquinas y con explosivos. Los dos primeros métodos sólo son rentables cuando las rocas a explotar son relativamente blandas, tales como el carbón o los fosfatos. Cuando las rocas son duras es necesario acudir al arranque mediante explosivos. En el caso de las rocas ornamentales (mármol, granitos, pizarras, entre otras) empleadas en arquitectura y construcción se utilizan herramientas de corte de diamante y voladuras muy cuidadosas con muy poca cantidad de explosivo.

En minería a cielo abierto los equipos más utilizados son:

- Dragalina
- Pala excavadora
- Rotopala
- Mototrailla
- Tractores

En general, éstas máquinas arrancan la roca utilizando elementos móviles cortantes: picas, rodetes, cuchillas o discos.

En el caso específico de la cantera el arranque se realiza en una primera etapa mediante explosivos siguiendo un patrón de voladura, una vez volado el material se

dispone de equipos tales como pala excavadoras como se ve en la figura 7, para cargar y arrancar el material que quedo, para luego ser volcado en los camiones.

Figura N° 7. Arranque del material desde el frente de explotación de la Cantera



3.4.2 Carga

Existen diferentes tipos de equipos de carga que se adecuan a los diversos sistemas de excavación que pueden presentarse en el proceso de minería. Dada variedad de equipos se hace necesario conocer sus características y aplicaciones, así como también las técnicas de operación. En Cantera San Bernardo existen para este proceso excavadoras de orugas como se puede observar en la figura 8 pertenecientes a las distintas contratistas, una vez volado el material estas los descargan en los distintos camiones para ser llevado a la planta de trituración.

Figura 8. Carga del material Cantera San Bernardo



El rendimiento del equipo de carga se encuentra afectado por los siguientes factores:

- Clase de material ha ser cargado
- Profundidad del corte
- Angulo de oscilación
- Condiciones administrativas de la obra
- Tamaño de las unidades de acarreo
- Habilidad del operador
- Condiciones físicas de la pala.

Fases del Ciclo de Carga

El ciclo de carga o excavación puede dividirse en cuatro fases: Excavación, rotación, descarga y retorno.

Excavación

La fase de excavación se inicia con la penetración del balde en el frente de trabajo, y finaliza con el llenado de dicho balde; los primeros pases se realizan en la mitad superior de la cara del talud, evitando así socavar excesivamente el pie del talud. Es importante tener en cuenta que la profundidad de la penetración incidirá en el tiempo de llenado del cucharón, de manera que una penetración profunda del cucharón en el banco de trabajo evitara el remanejo de material o la carga parcial del cucharón, lo cual incrementara los tiempos de operación. Es importante durante esta fase mantener limpio el piso de la pala, cargando cada cierto tiempo el material que se va depositando en el frente, de manera de preservar el área útil del frente y visualizar mejor la horizontalidad del avance.

Cuando el equipo de carga esta próximo a un límite de excavación, la penetración del cucharón debe realizarse de manera mas controlada, lo cual se conoce como reperfilamiento, por lo que inevitablemente se verán incrementados los tiempos de esta fase. Es de vital importancia para el proceso global que la operación de reperfilamiento se realice de manera adecuada, para minimizar las posibles variaciones con los volúmenes estimados en la planificación.

Rotación

Consiste en el giro que debe realizar el equipo de carga para posicionar el cucharón sobre la tolva del equipo de acarreo. Las variables más importantes a controlar en esta fase son la posición y la altura del cucharón durante la trayectoria del giro. Es importante que el arco de trayectoria de la rotación sea lo más próximo a 90°, ya que este ángulo es el que acerca la producción a un 100% de rendimiento, ángulos superiores incrementarían el tiempo y disminuirían el rendimiento y viceversa, tal como se señala en la tabla 5. Los tiempos de esta fase resultan primordiales, ya que significan la mayor fracción del total del ciclo de carga.

Tabla 5. Arco de Rotación versus Tasa de Producción

Grados de Rotación	Rendimiento Máximo
45°	126%
60°	116%
75°	107%
90°	100%
120°	88%
150°	77%
180°	70%

Fuente: Modificado de Rubio (1997)

La limpieza del área de trabajo resulta un requisito fundamental para que la operación sea segura y eficiente, ya que permitirá un giro limpio, si necesidad de maniobras para evitar posibles obstáculos.

Descarga

La descarga se inicia cuando el balde pasa por el primer extremo del camión, y finaliza cuando empieza el giro de retorno o regreso. Para amortiguar la carga de bloques grandes y preservar la tolva del camión, la primera carga se realiza con material suelto, generando así una cama o superficie que minimiza el impacto de las rocas contra la tolva. Otra característica importante de una carga bien realizada es la posición y la cantidad de carga en la tolva, pues una carga no uniforme o desproporcionada en el área afectará el sistema de suspensión del camión. En el caso de que el camión este sobrecargado se pondrá en riesgo tanto la suspensión como los cilindros de levante, los cuales se fatigarán.

Retorno

El giro de retorno debe ser limpio y finaliza cuando se inicia la penetración del balde en la cara del talud de trabajo. Como medida de seguridad es importante tener en cuenta que el balde nunca debe pasarse sobre la cabina del camión, otros equipos o personal que se encuentre en el área, no importa que dicho balde este o no cargado.

Mantenimiento de Frentes

El mantenimiento de frente de trabajo garantiza una operación segura y eficiente, por lo que es importante que durante la jornada, la pala mantenga el frente en buen estado: limpiando el pie del talud y evitando los bloques salientes en la cara del mismo. Es importante recalcar que nunca se debe utilizar el brazo o el balde para realizar un barrido del piso.

La entrada de otro equipo diferente al de carga para realizar el mantenimiento del frente involucra un gasto de tiempo que debe ser el mínimo posible, aunque en ciertas condiciones (frentes húmedos o estrechos) se hace necesaria la presencia de equipos tales como tractores o motoniveladoras. Como medida de seguridad el operador de la pala es el único que puede autorizar el acceso de otro equipo al área del frente. El mantenimiento además debe garantizar la geometría del diseño que se desea plasmar en campo, de manera de minimizar las diferencias que se generan entre los volúmenes calculados durante la etapa de planificación y los volúmenes excavados. Esto resulta importante ya que los presupuestos se realizan sobre la base de la planificación.

3.4.3 Transporte (Acarreo)

El transporte es la operación por la que se traslada el mineral arrancado hasta el exterior de la mina.

El transporte dentro de una mina puede ser continuo, discontinuo o una mezcla de ambos. El transporte continuo utiliza medios de transporte que están continuamente en funcionamiento. Dentro de este tipo de transporte se utilizan cintas transportadoras, transportadores blindados y el transporte por gravedad.

En el transporte discontinuo los medios de transporte realizan un movimiento alternativo entre el punto de carga y el de descarga. En este grupo se utiliza el ferrocarril y los camiones.

En San Bernardo el transporte se realiza de manera discontinua utilizando camiones que se encargan de trasladar el materia proveniente de los distintos frentes a las trituradoras o escombreras. Igualmente se utilizan camiones que trasladan el material desde la cantera hasta la planta.

Equipos de Acarreo

Los diferentes sistemas de acarreo de acuerdo a la distancia de desplazamiento del material, tal como se indica en la tabla 6:

- **0 a 100 mts:** los tractores son los equipos mas indicados para el movimiento de materiales por empuje y arrastre, para distancias mayores los costos se incrementan muy fuerte
- **100 a 1000 mts:** Es usual la operación con mototrállas en estas distancias, generalmente apoyadas con tractores para la escarificación del material y empuje para carga de las trállas
- **100 a 3000 mts:** Lo de mas apropiado para estas distancias es la operación con camiones acarreo.
- **Mayores a 3000:** Eventualmente se utilizan camiones cuando los volúmenes son pequeños o discontinuos, pero en grandes volúmenes se utiliza ferrocarril, cintas transportadoras y mineraductos.

Tabla 6. Equipos de transporte

Equipo	Ton Transp	Distancias	Material	Inversión
Camión	Moderado	< 5 Km	Rocoso	Reducida
Cinta	Grande	< 20 Km	Fragmentado	Elevada
Ferrocarril	Grande	>100 Km	Rocoso	Muy elevada
Mineroducto	Grande	>80 Km	Preparado	Elevada

Fuente: Villanueva, A (2002). Inédito

Su producción se calcula con la siguiente formula (ecuación 1) tomada del “Manual de Operaciones de Minería de Superficie”, Tomo II:

$$P = Ct * E * S * (60 / Tc) \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

P = Producción del camión en banco (tm / hr)

Ct = Capacidad de la caja del camión (22 m³) 34,00 tm

E = A * O Factor de eficiencia de trabajo, 0,83

S = Factor de Esponjamiento = 1,55 para el mineral; 1,40 para el estéril

Tc = Tiempo de ciclo del camión, en minutos

3.5 Equipos Auxiliares

La cantera cuenta con equipos auxiliares las cuales son todas aquellas máquinas y equipos complementarios que se requieren para el mantenimiento de las vías de acceso a la mina, los botaderos, planta y otros, también se incluyen en esta parte el equipo necesario para el equipamiento de la maquinaria pesada de combustibles y lubricantes y los vehículos necesarios para el transporte del personal y para fiscalización y control de actividades.

En algunos casos estos han llegado a suplir la función de algunos de los equipos principales o básicos, entre estos se encuentran una retroexcavadora como se observa en la figura 10 y un patrol marca caterpillar una flota de vehículos marca Toyota.

En algunos casos se alquila un martillo hidráulico para fragmentar las rocas de sobretamaño que quedaron después de realizar las voladuras.

Figura 10. Retroexcavadora



3.6 Fundamentos Ingenieriles

3.6.1 Esponjamiento y Factor de Esponjamiento

Durante la excavación, las partículas que conforman el material a remover, sufren varios reordenamientos, los cuales generan cambios de los volúmenes. Por ejemplo, cuando se realiza el proceso de carga de un frente de trabajo, el material que estando in situ se hallaba confinado, pierde la presión de confinamiento ampliando sus vacíos y por ende aumentando su volumen. De esta manera se tiene que el volumen de un material no es fijo, sino que depende de las acciones mecánicas a las cuales son sometidos. El volumen ocupado por el material en un momento dado se conoce como volumen aparente tal como se muestra en la ecuación 2.

$$d_a = \frac{M}{V_a} \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde:

d_a = densidad aparente

V_a = volumen aparente

M = masa de la porción material (partículas más agua)

El aumento del volumen aparente del material es conocido como esponjamiento (Swell). Se denomina factor de esponjamiento a la relación de los volúmenes antes y después de la excavación como se expresa en la ecuación 3.

$$F_w = \frac{V_b}{V_s} = \frac{d_s}{d_b} \quad (\text{ecuación 3})$$

Donde:

F_w = factor de esponjamiento

V_b := volumen en banco o en situ

V_s = volumen suelto

d_b = densidad del banco

d_s = densidad del material suelto

El esponjamiento es siempre un factor adimensional menor a la unidad.

Adicionalmente se tiene la siguiente relación mostrada en la ecuación 4:

$$S_w = \frac{V_s - V_b}{V_b} \quad (\text{ecuación 4})$$

Donde:

S_w = Porcentaje de esponjamiento

Entre las principales propiedades que afecta el rendimiento de los equipos en el movimiento de tierra se encuentra la:

Densidad

Siendo esta, el peso del material por unidad de volumen ($\text{Kg.} / \text{m}^3$). En minería encontramos dos tipos de densidades.

Densidad en Banco: es el peso del material en su estado natural (m^3 en banco) y la

Densidad del material suelto: siendo el peso del material fuera de su estado natural (m^3 suelto).

En nuestro caso el material explotado en la cantera San Bernardo es la caliza se puede observar en la figura 11 un ejemplo de los diferentes tipos de densidades que se observan en la tabla 7.

Densidad en Banco y Densidad Suelta



Figura 11. Sistema de carga en Cantera San Bernardo

Tabla 7. Densidades del Material en banco y suelto

Material	ds (t/m3)	db (t/m3)	Sw (%)	Fw
Caliza	1,54	2,61	70	0,59

Fuente: Aguilar y Tarilonte (2005)

3.6.2 Compactación

En el proceso de compactación o consolidación, el volumen disminuye debido a la acción mecánica a la cual es sometido, donde vuelve a conseguir una presión de confinamiento que obliga a un reacomodo de las partículas.

De forma similar al caso del esponjamiento, para compactación tenemos según la ecuación 5 y 6:

$$Fh = \frac{dc}{ds} \quad (\text{ecuación 5})$$

$$Sh = \frac{Vs - Vb}{Vb} * 100 \quad (\text{ecuación 6})$$

Donde:

Fh= factor de compactación.

Sh= Porcentaje de compactación

3.6.3 Resistencia al Rodamiento

La resistencia que encuentra una máquina motriz al moverse sobre una superficie, se conoce como resistencia al rodamiento. Una máquina motriz dispondrá de la potencia necesaria para desplazarse producida por el motor y que se aplicara en las ruedas motrices mediante la transmisión. Al esfuerzo, producido por el motor y la transmisión, se conoce como tracción disponible o esfuerzo de tracción a la rueda, siendo esta el diámetro total del neumático, o en el caso de cadenas el diámetro de la rueda cabilla (rueda motriz). La definición de esta tracción es, por tanto, la fuerza que un motor puede transmitir al suelo.

El rendimiento de la transmisión, también llamado eficiencia mecánica, es la relación entre potencia que llega al eje motriz y potencia del motor. Los valores más comunes para los equipos de acarreo se encuentran entre 70% y el 85%. La máquina en función de su peso dispondrá de una fuerza determinada que se llama tracción utilizable.

La resistencia a la rodadura es propia del material y obedece a las condiciones de mantenimiento del mismo. La misma puede ser calculada de la siguiente manera según la ecuación 7:

$$RR = 2\%PB + (f * PB * p) \quad (\text{ecuación 7})$$

Donde:

PB= es el peso bruto de la maquina

f:= es un factor de acuerdo a la penetración del neumático [cm].

Nota el factor de 0,6% para pulgadas asciende al 1,5%

p= es la penetración del neumático en el suelo

La resistencia a la rodadura es un valor que es proporcional a las condiciones del terreno, la misma puede tomarse de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 8. Valores de Resistencia a la rodadura más comunes

Condiciones de la Superficie	Resistencia en Kg./Tn	%
Asfalto - Cemento	15	1,5
Excavación Compactada	20	2,0
Excavación no Compactada	30	3,0

Fuente: Aguilar y Tarilonte (2005)

3.6.4 Efecto de la Pendiente sobre la Tracción

La resistencia a al pendiente es la fuerza que actúa sobre la maquina móvil, la cual puede resultar un impedimento al movimiento cuando la pendiente es cuesta arriba o adversa, o favorecer dicho movimiento cuando la pendiente es descendente. Las pendientes, suelen medirse en porcentaje de inclinación, o sea la relación entre la diferencia de nivel y la distancia horizontal. De aquí que cuando se tiene una pendiente de 3%, quiere decir que al avanzar 100 m en sentido horizontal se observa una diferencia en la cota de 3 m. para efecto de la resistencia a la pendiente, las mismas van precedidas de un signo “+” si la pendiente es desfavorable al movimiento, y negativo “-” si la pendiente resulta favorable al movimiento.

3.6.5 Resistencia Total

La resistencia total es la sumatoria de la resistencia a la rodadura y la resistencia a la pendiente como se muestra en la ecuación 8

$$RT = RR \pm RP \quad (\text{ecuación 8})$$

3.6.6 Factores de Corrección

Tabla 9. Factor de llenado del Balde

Factor de llenado del balde	
Condiciones de Excavación	Factor de llenado
<i>Fácil</i>	0,95-1,0
<i>Mediana</i>	0,90-0,95
<i>Difícil</i>	0,80-0,90
<i>Muy Difícil</i>	0,70-0,80

Fuente: Instituto Geológico Minero de España (1988). Manual de Arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto

Tabla 10. factor de corrección H para altura de corte

Factor de corrección H; para altura de corte

Factor Corrección H	% de la Altura Optima
1,25	40-160
1,1	60-140
1,02	80-120
1	100

Fuente: Instituto Geológico Minero de España (1988). Manual de Arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto

3.7 Cálculos de Tiempos de Ciclo

Para calcular los tiempos de ciclo es importante conocer cual o cuales equipos serán limitantes para el proceso. En una operación minera de envergadura es lógico que el equipo que marque la pauta para los cálculos de producción sea el equipo de carga, por esta razón los cálculos se realizan considerando la capacidad y los tiempos de ciclo de dicho equipo.

Para considerar la actuación de los equipos de acarreo como se muestra en la ecuación 9 se debe trabajar con el concepto de uso de la disponibilidad, donde al otorgar un valor de espera por equipo de acarreo al uso de la carga, se logra establecer un tiempo de ciclo cercano a la realidad. Otro caso resulta de las operaciones donde se cuenta con un solo equipo de acarreo, en cuyo caso debe calcularse el tiempo de ciclo de este, el cual determinara la producción y productividad del proceso.

Es fundamental para el cálculo de tiempos de ciclo, dividir el ciclo en sus diferentes etapas, por ejemplo, si se trata de un camión se debe tomar en cuenta el tiempo de carga, las maniobras (carga y descarga), el tiempo de viaje y el tiempo de descarga, así como cualquier tiempo de espera en el que esta incurriendo. Cuando existen tiempos que se escapan al total de los ciclos, por ejemplo la lubricación y equipamiento, que son un lapso determinado por turno o día, estos se consideran dentro de la utilización efectiva y se aplica como una corrección al cálculo.

$$T_c = (D_h/V_1 + T_1 + D_r/V_2 + T_2) / E \quad (\text{ecuación 9})$$

Donde:

D_h = Distancia promedio de ida cargado

D_r = Distancia promedio de retorno vacío

V_1 = Velocidad cargado

V_2 = Velocidad vacío
 T_1 = Tiempo de colocación de la carga
 T_2 = Tiempo de viraje y descarga
 E = Factor de eficiencia de trabajo

3.7.1 *Productividad*

Es la relación entre la producción por unidad de comercialización (metros cúbicos, toneladas, entre otros.) en función del tiempo en que han sido producidas dichas unidades, generalmente en horas.

3.7.2 *Disponibilidad Mecánica*

Es la relación entre el tiempo u horas trabajadas y el tiempo u horas trabajadas mas las horas de reparación, es decir, horas trabajadas y horas que debió trabajar el equipo. Es un factor que indica la eficiencia del mantenimiento.

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparación})} * 100 \quad (\text{ecuación 10})$$

3.7.3 *Disponibilidad Física*

Es la relación entre las horas que el equipo estuvo disponible para operar y las horas totales. A diferencia de la disponibilidad mecánica, este factor es mas usado para las labores de planificación, ya que indica el porcentaje real en que esta disponible un equipo para realizar una labor dada.

$$DF (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} + \text{Horas stand by}}{\text{Horas totales}} * 100 \quad (\text{ecuación 11})$$

3.7.4 *Uso de la Disponibilidad*

Es el porcentaje de tiempo que el equipo estuvo operando respecto a las horas en que pudo haber estado operando. El uso es el factor que permite apreciar cuanto del tiempo que un equipo esta disponible, es usado realmente en producción.

$$\text{Uso} (\%) = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas stand by})} * 100 \quad (\text{ecuación 12})$$

3.7.5 Utilización Efectiva

Es el porcentaje total de tiempo disponible que la maquina esta cumpliendo la labor para la cual fue diseñada.

$$\text{Util.Efec. (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} * 100 \quad (\text{ecuación 13})$$

3.8 Reducción de tamaño

En la construcción de carreteras, edificios, presas y demás obras de ingeniería civil, así como escolleras y vías de ferrocarril, e incluso en la industria del vidrio y la cerámica, se emplean áridos que con unas granulometrías adecuadas que intervienen para la fabricación de productos resistentes mediante su mezcla con aglomerados. Sin embargo los áridos salen de las canteras con unos tamaños muy diferentes a los deseados para cada situación, lo que hace necesario, o no, su reducción de tamaño.

Para solventar este problema se utilizan los procesos de trituración y molienda. En ellos se dan los fenómenos de reducción de tamaño y en muchos casos también se le da una cierta forma a la roca (cubicidad).

Para efectos de este trabajo solo será tomado en cuenta el proceso de trituración que se efectúa en las instalaciones de la cantera. Evidenciándose dos procesos de trituración, primaria y secundaria debido a que es imposible obtener, granos que en su totalidad sean de volumen igual y uniforme.

3.8.1 Trituración primaria

La trituración primaria se lleva a cabo normalmente en quebrantadoras de mandíbulas o en quebrantadoras giratorias. Las quebrantadoras de mandíbulas constan normalmente de dos planchas de acero al manganeso o mandíbulas, colocadas una frente a la otra, de las cuales una es fija y la otra es móvil y puede girar sobre un eje situado en su parte superior o inferior.

Mediante un dispositivo adecuado, se comunica a la mandíbula móvil un movimiento de oscilación alternativo hacia adelante y hacia atrás de corto recorrido. El mineral se carga en el espacio comprendido entre las mandíbulas, y de ellas, la móvil,

en su recorrido hacia adelante, aplasta los trozos contra la fija. Al retroceder la mandíbula móvil, el mineral triturado cae por la abertura que en la parte inferior forman las mandíbulas.

Las quebrantadoras giratorias constan de una masa trituradora de forma cónica que gira en el interior de una carcasa troncocónica fija, abierta por su parte superior e inferior. El mineral que se va a triturar se carga en la quebrantadora por su parte superior, y el mecanismo por el que se realiza la trituración se basa es la misma acción de aplastamiento de las quebrantadoras de mandíbulas.

3.8.2 Trituración secundaria

En la trituración secundaria, el tamaño de las partículas se reduce a un valor comprendido entre 3" y 2", dejándolo en condiciones de poder pasar a las operaciones de molturación o concentración preliminar. Las quebrantadoras utilizadas en esta fase son por lo general de tipo giratorio o cónico. Estas quebrantadoras son similares a las utilizadas en la trituración primaria, diferenciándose solamente en que trabajan a velocidades relativamente altas (aproximadamente 500 r.p.m.) y en que la abertura de salida de los productos triturados es mucho menor.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

4.1. Tipo de estudio

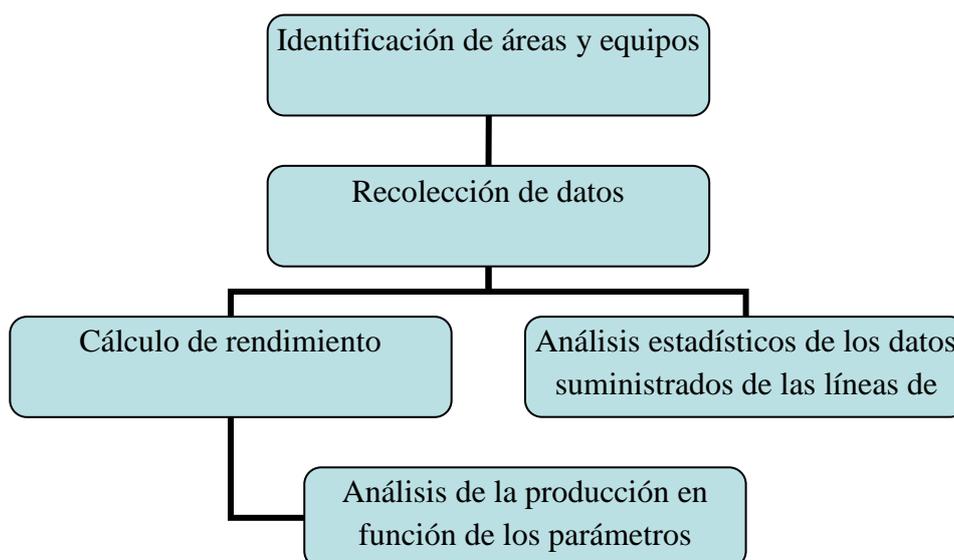
El presente trabajo la metodología utilizada fue una investigación de campo con un estudio del tipo correlacional, que pretende es visualizar cómo se relacionan o vinculan el número de fallas y el tiempo de ocurrencia de los equipos de carga y acarreo, en la Cantera San Bernardo, además de extrapolar este estudio también a las líneas de reducción de tamaño con la producción de la Cantera San Bernardo.

4.2. Población y muestra

Este trabajo de campo se realizo en la Cantera San Bernardo Ocumare del Tuy, dentro de los linderos de la Hacienda San Bernardo; distanciada unos 14 Km. y en dirección nor-este, de la Planta de Cemento. Con los equipos pertenecientes a dos contratistas que actualmente trabajan para dicha empresa.

4.3. Procedimiento Experimental

Una vez culminada la jornada de inducción en la cantera se procedió a cumplir con el plan de trabajo asignado por la Cantera para cumplir con los objetivos planteados anexo 1. A continuación se muestra el siguiente flujograma del procedimiento experimental llevado a cabo en este trabajo.



Flujograma del procedimiento experimental

4.3.1 Recolección de datos

En el trabajo de campo la información más importante se obtiene de los datos obtenidos durante las operaciones mineras, para este estudio el procedimiento para realizar la toma de datos se llevo a cabo de la siguiente forma:

- En primer lugar se llevo cabo la selección de los equipos para realizarle el estudio en función de su importancia en las operaciones.
- Se realizó un instrumento para recolectar los datos de los operadores de los equipos para relacionar esta información con en el rendimiento de los equipos.
- Se tomaron los tiempos en campo durante tres semanas a través del diseño de otros instrumentos para poder registrar la información.
- Se procedió a calcular el rendimiento.

Información de los operadores

Se realizó un instrumento denominado formulario 1 para recolectar los datos de los operadores de los equipos para así tener información referente a la experiencia que tienen en manejo de equipos y así poder determinar cómo influye en el rendimiento.

Formulario 1. Datos de los operadores

EQUIPO	OPERADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS

Fuente: Elaboración propia

Información de los equipos

Los equipos seleccionados de arranque, carga y acarreo pertenecientes a la contratista 1 fueron:

EQUIPOS

2 Camiones marca Mark 400 capacidad de 28 T

1 Camión marca Case capacidad de 28 T

1 Excavadora Jumbo 200 marca John Deere Capacidad

del balde de 1 m³

Los equipos a los que se le tomaron los datos referente a la carga, acarreo y perforación pertenecientes a la **contratista 2** fueron:

EQUIPOS

- 3 Camiones Komatsu capacidad de 30 T
- 2 Camiones Sinoway Capacidad de 30 T
- 2 Excavadoras Sinoway capacidad de 2,5 m³
- 1 Perforadora Atlas Copco
- 1 Perforadora Ingresoll Rand

Datos para calcular el rendimiento

Para poder calcular el rendimiento de los equipos es necesario conocer una cantidad de parámetros y valores, para poder aplicar las ecuaciones (descritas en el capítulo III), los cuales obtuvieron en el área de trabajo durante diferentes periodos de tiempo.

Los cálculos a la carga y el acarreo se procedió de la misma manera que en la contratista 1 (ver anexos). Para la toma de datos en campo se contó con una semana. En la **contratista 2** se tomaron los tiempos en campo durante dos semanas siguiendo el plan de trabajo asignado por la Cantera (anexo 1)

Equipo de carga

Condiciones de trabajo

En primer lugar se investigaron las condiciones de trabajo del equipo y se vaciaron en el formulario 2

Formulario 2. Condiciones de trabajo

CONDICIONES DE TRABAJO	
TIPO DE OPERACIÓN	
PRODUCCIÓN REQUERIDA	
TIPO DE MATERIAL	
FACTOR DE LLENADO	
DENSIDAD SUELTA	
CAPACIDAD DE LOS CAMIONES	

Fuente: elaboración propia

Tiempo de ciclo

El ciclo de carga de la excavadora consta de cuatro partes:

- Carga del cucharón (seg.)
- Giro con carga (seg.)
- Descarga del cucharón (seg.)
- Giro sin carga (seg.)

En campo, estos ciclos se tomaron como el tiempo de pase por equipo y se calculo haciendo un promedio de cada uno de ellos usando el formulario 2.

Formulario 2. Tiempo por palada

TIEMPO POR PASE

EQUIPO	TIEMPO (min.)					PROMEDIO

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de paradas

Para calcular el tiempo de paradas se procedió a llenar los siguientes formularios:

Formulario 3. Paladas por equipo

PASES POR EQUIPOS

	TIEMPO (min.)	Nº PASES	ANG DE GIRO
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración propia

Formulario 4. Espera por camión

ESPERA POR CAMION

EQUIPO	TIEMPO (min)				PROMEDIO

Fuente: Propia

Calculo de rendimiento

Se procedió a realizar los cálculos correspondientes utilizando las ecuaciones descriptas en el capítulo 3.7.

Equipos de Acarreo

- 1.- Se utilizó el formulario 1 para obtener la información relacionada con los operadores.
- 2.- Para llevar un reporte diario de cada uno de los equipos, se elaboró el formulario 4.

Formulario 5. Datos diarios de los equipos

FECHA	TURNO	CONTRATISTA	NIVEL	CLIMA	MATERIAL	DESCARGA	EQUIPO

Fuente: Elaboración propia

- 3.- Se tomaron los tiempos en campo (ver anexo II)
- 4.- La información de los tiempos fue complementada con los datos de los reportes generados por los operadores de los equipos.
- 5.- Se procedió a realizar los cálculos correspondientes a los rendimientos, para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones:
 - cálculo de la producción ecuación (1)
 - resistencia total ecuación (8)
 - El tiempo de ciclo la ecuación (9)

Además de los datos tomados en campo (ver anexo II)

Por otro lado, también se cálculo la disponibilidad mecánica utilizando la ecuación (10), disponibilidad física ecuación (11), uso de la disponibilidad ecuación (12) y utilización efectiva ecuación (13). La cual calcular el rendimiento del equipo y en detalle las horas que estuvo en operación.

Perforadoras

- 1.- Se lleno el formulario 1 correspondientes a los datos de los operadores
- 2.- El tiempo de toma se realizo durante una semana
- 3.- Se tomaron los siguientes datos del patrón de perforación:

Formulario 6. Datos del patrón de perforación y datos generales

OPERADOR:	FECHA:	NIVEL:	CLIMA:	PERFORADORA:
DIAMETRO DE PERFORACION:	PROFUNDIDAD:		MALLA:	LONGIITUD DE LAS BARRAS:

Fuente: Propia

- 4.- para la realización de los cálculos se tomaron en consideración los meses de julio y agosto los datos de estos fueron suministrado por la contratista
- 5.- los datos fueron arrojados en las tablas que se encuentran el anexo
- 6.- se procedió a realizar los cálculos () utilizando las formulas del capitulo III – 3.7.1

Reportes de Operación de las Trituradoras

Se examinaron las Estadísticas de paradas, producción y puntos de pendientes asociados a la operación, revisión de procedimientos de las trituradoras a través de datos que fueron suministrados por la Cantera. Específicamente los meses de julio y agosto.

Data y Registro de Gestión de las Trituradoras y de la Cantera

Se observaron los registros de gestión suministrada por la Cantera, trituradora Línea 1 (primario y secundario), la línea 2 (trituradora nueva) y la Cantera en general con especial atención durante los meses de julio y agosto.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Reconocimiento de las áreas de trabajo.

Reconocer las distintas áreas de operación minera de la Cantera: ÁREA 1, ÁREA 2 y trituración LÍNEA1 y LÍNEA2; así como también conocer los distintos procedimientos y políticas aplicado por Fabrica Nacional de Cemento. Permiten tener una visión global y conocer de manera detallada la ubicación y cada una de las operaciones que allí se realizan y en detalle cada uno de los procedimientos y políticas que hacen posible estas operaciones.

5.2. Causas que afectan el rendimiento

Una vez evaluado el material suministrado de control de fallas por el personal de la empresa y con el uso de los diferentes instrumentos de recolección de información, se considera que los eventos que causan fallas más importantes son:

- Falta de mantenimientos programados de cada uno de los equipos que operan en la cantera.
- Mantenimiento de las vías o colocación de capas de rodamientos que permitan que los equipos de acarreo puedan mejorar su tiempo de viaje.
- La caída de tensión ocasionan la parada de la trituradora de la línea 1.
- La falta de repuestos en el almacén ocasiona que las horas de paradas por falla mecánicas de los equipos sean aun mayor.

5.3. Rendimiento de los equipos

De acuerdo con el procedimiento escrito en el capítulo III se calculó el rendimiento de los diferentes equipos pertenecientes a ambas contratistas: perforación, carga y acarreo, además de los de mezcla de materiales. Como se muestra en las tablas 11 y 12.

RENDIMIENTO DE EQUIPOS CONTRATISTA 1

EQUIPOS DE CARGA

Resultados obtenidos después de realizar los cálculos correspondientes

Tabla 11. Resultados de los rendimientos de los equipos de carga de la contratista 1

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	PRODUCCION HORARIA	RENDIMIENTO
Excavadora	83%	86%	74,77%	78,22%	342 m ³ /hr	86,60%

- El equipo de carga obtuvo una disponibilidad mecánica del 83% se asumió un tiempo por horas de reparación de 1 hora con 20 minutos, debido a que en el lapso que se tomaron los tiempos el equipo no presentó ninguna falla, por ser un equipo relativamente nuevo.
- La disponibilidad fue de 86% el equipo debe realizar paradas obligatorias como por ejemplo: almuerzo, paradas por voladuras que se realizan tres días a la semana y por charlas de seguridad un día a la semana además de las lluvias las cuales fueron las principales causas de esta resultado.
- El uso 74,77% el equipo esta disponible para ser usado pero se ve afectado muchas veces por la espera de los camiones incluyendo las paradas antes mencionada.
- La utilización efectiva refleja (78,22%) las horas en que realmente el equipo estuvo operativo con respecto al tiempo total de trabajo.
- El equipo produce 342 m³/h lo que representa un rendimiento del 86,6%, este resultado permite al equipo cumplir con los requerimientos de FNC 30 ton estéril y 20 toneladas de caliza muchas veces superando estos valores.

EQUIPOS DE ACARREO

PRODUCCIÓN (m³/h) Y RENDIMIENTOS (%)

CAMION 1	RENDIMIENTO (%)	CAMION 2	RENDIMIENTO (%)	CASE	RENDIMIENTO (%)	DISTANCIA (m)
101,25	39	99,63	22	107,00	39,2	600
108,00	28	109,46	29	89,01	22	500
97,59	38	101,25	35	132,79	44	400
135,00	32	147,27	32	147,27	34	200
	34,25		29,5		34,8	

Los resultados muestran que el equipo de acarreo con mayor rendimiento fue el camión case, y el rendimiento total de la contratista 1 para los equipos de acarreo fue de 98,95%. Cabe destacar que el material que transportan estos equipos es estéril su producción no depende de las líneas de trituración lo que les permite estar siempre operando, los equipos (camión 1 y Case) no presentaron durante el tiempo de toma de datos en campo paradas por fallas mecánicas, lo que les permitió una mayor eficiencia.

El camión 2 presentó el menor rendimiento debido a una falla en el motor este estuvo en reparación durante tres (3) días, afectando su productividad.

Los camiones 1 y 2 a diferencia del Case para realizar la descarga el operador debe bajarse del camión y quitar manualmente el sistema de seguridad, aumentando así su tiempo de descarga así como también en tiempos de lluvia se les dificulta realizar los viajes, por las condiciones de la vía.

Estos resultados permiten concluir que la contratista 1 cumple con su requerimiento de producción (2500 T/h) y muchas veces supera esta meta.

RENDIMIENTO DE EQUIPOS CONTRATISTA 2

EQUIPOS DE CARGA

EXCAVADORA 1

Tabla 12. Rendimiento de la excavadora 1 Sinoway

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	DISPONIBILIDAD FÍSICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	PRODUCCION HORARIA
Exc 1	82,61%	86,32%	75,23%	69,94%	213,75

- La disponibilidad mecánica fue de 82,61 de igual manera se asumió (1:20 hr) de reparación, durante el tiempo de toma de datos no se observó ninguna falla mecánica en la excavadora. A diferencia de la excavadora de la contratista 1 no es un equipo tan nuevo
- El uso de la disponibilidad 75,23 este equipo el mayor tiempo que permanece parado, a parte de las paradas obligatorias depende de los equipos de acarreo en algunos casos trabaja con un grupo de tres (3) camiones lo que aumenta la espera

por el equipo a diferencia de cuando trabaja con los cinco (5) camiones esta espera es nula en la mayoría de los casos.

- La utilización 69,94 este resultado se ve reflejado por las causas antes expuestas.
- El equipo produce 213,75 T/h lo que representa el 44.01% de la producción requerida por FNC (70000 T/mes) durante el mes de agosto esta contratista se vio afectada por problemas con la comunidad lo que no permitió la realización por dos semanas de las voladuras y esto provoco como consecuencia que el material del frente de explotación se agotara y el equipo de carga y acarreo pararan sus operaciones por dos (2) días

EXCAVADORA 2

Tabla 13 Rendimiento de la excavadora 2 Sinoway

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	PRODUCCION HORARIA
Exc 2	87,47%	88,65%	88,39%	79,24%	190 ton/hr

Los resultados obtenidos en la excavadora 2 son muchos mayores en comparación con la excavadora 1 esto se debe a que el equipo opera muchas veces cargando el material desde el patio de almacenamiento que se encuentra a 100 mts aproximadamente de la trituradora, y trabaja con máximo 2 equipos, aunque su producción horaria sea menor que la otra excavadora, sus tiempos de acarreo son mas cortos.

EQUIPOS DE ACARREO

SINA 1	RENDIMIENTO O (%)	SINA 2	RENDIMIENTO O (%)	KOMA 3	RENDIMIENTO (%)	KOMA 4	RENDIMIENTO TO (%)	KOMA 8	RENDIMIENTO NTO (%)	DISTANCIA
4209,46	6,7	4725,14	18,50	4436,33	33,94	3944,81	12,30			1800m
						10905,01	20,57	12881,28	27,70	PATIO
								16386,63	38,10	400

El equipo de acarreo que presentó un mayor rendimiento fue el Komatsu 8 con un 38,10% este estuvo operativo en un 100% durante la toma de datos, este equipo fue

utilizado en distancias cortas lo que le disminuye el tiempo de acarreo y aumenta su productividad efectiva.

El equipo con menor rendimiento fue el Sinaway 1 con un 6,7%, durante la toma de datos se observó que las paradas efectuadas por este equipo durante el turno de operación se debieron al operador y no a fallas del equipo.

El rendimiento de esta contratista es menor que el de la contratista 1, ella se encarga de trasladar la caliza a las líneas de trituración, durante los meses de julio y agostos estas presentaron paradas significativas, lo que les afecta el tiempo de acarreo a los equipos.

PERFORADORAS

A continuación se muestran los resultados obtenidos después de estar en campo y realizar los cálculos correspondientes:

Tabla 14. Resultados de los rendimientos de la perforadora Atlas Copco mes de Julio

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
ATLAS COPCO	71,35	77,63	79,12	61,43	672	25552,8

Tabla 15. Resultados de los rendimientos de la perforadora Ingresoll Rand mes de Julio

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
INGRESOLL RAND	81,25	77,79	87,71	68,22	845	28920,125

Tabla 16. Resultados de los rendimientos de la perforadora Atlas Copco mes de Agosto

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE AGOSTO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
ATLAS COPCO	71,35	77,63	79,12	61,43	468	17795,7

Tabla 17. Resultados de los rendimientos de la perforadora Ingresoll R. mes de Agosto

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE AGOSTO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
INGRESOLL RAND	80,17	81,79	90,04	73,64	542	18549,95

La Cantera estima perforar 168 barrenos/mes de 12 metros, para lograr obtener 80.000 TM. de mineral mensual, sin embargo se pudo observar que para el mes de julio las toneladas perforadas fue de 54472.925 ton alcanzando un 68.09 % de lo requerido, y para el mes de agosto un total de 36345.65 ton para un 45%. Estos resultados se deben a la gran cantidad de tiempo que las perforadoras permanecen paradas por fallas mecánicas, las cuales pueden ser corregidas realizando un plan de mantenimiento de los equipos en un horario diferente al de producción.

REPORTES DE OPERACIÓN DE LAS TRITURADORAS

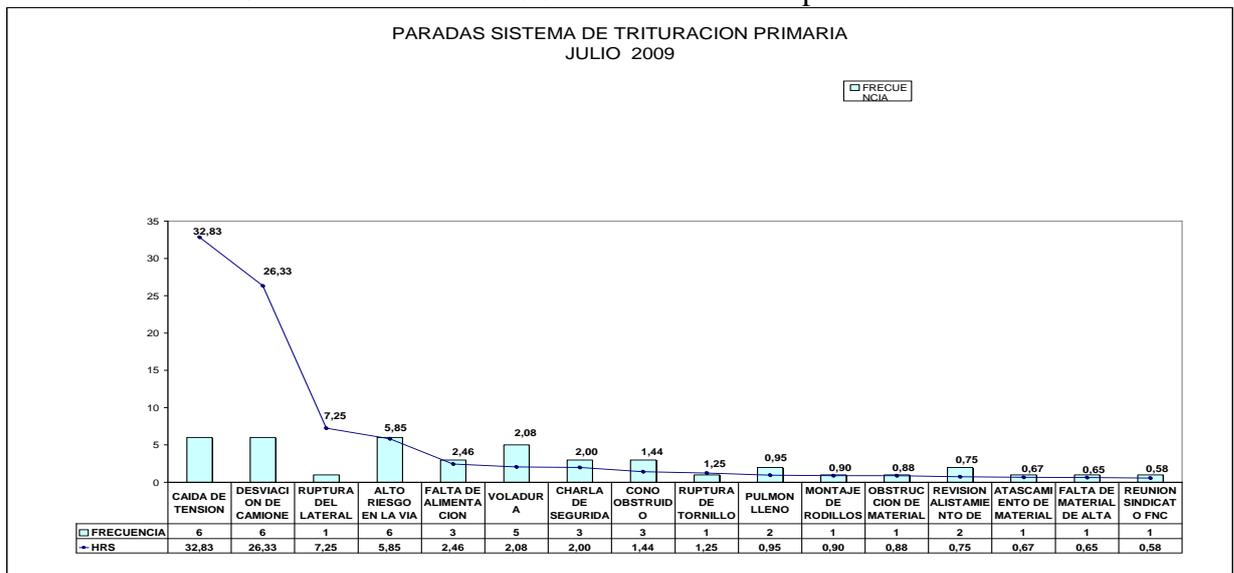
Los reporte de las trituradoras durante los meses de julio y agosto fueron suministrados por la Cantera con la finalidad de ser analizados.

A continuación se presentan los siguientes gráficos:

Mes Julio

Triturador primario Línea 1

Grafico 1. Parada del sistema de trituración primario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Se puede observar que las paradas en el mes de julio que tuvieron una mayor frecuencia fueron:

- Caída de tensión con una frecuencia de seis (6)
- Desviación de camiones a la trituradora línea 2 con una frecuencia de seis (69)
- Alto riesgo en la vía de la Cantera (lluvia) con una frecuencia de seis (6)

El sistema de trituración línea 1 no cuenta con un sistema de planta eléctrica, es por ello que cuando se suspende el suministro de electricidad en la zona la misma se ve afectada paralizando por completo su operación. Es por ello que los camiones deben ser desviados al sistema de trituración línea 2, esta se encuentra a mayor distancia de los frentes de explotación, en consecuencia se alargan los tiempos de viajes de los camiones.

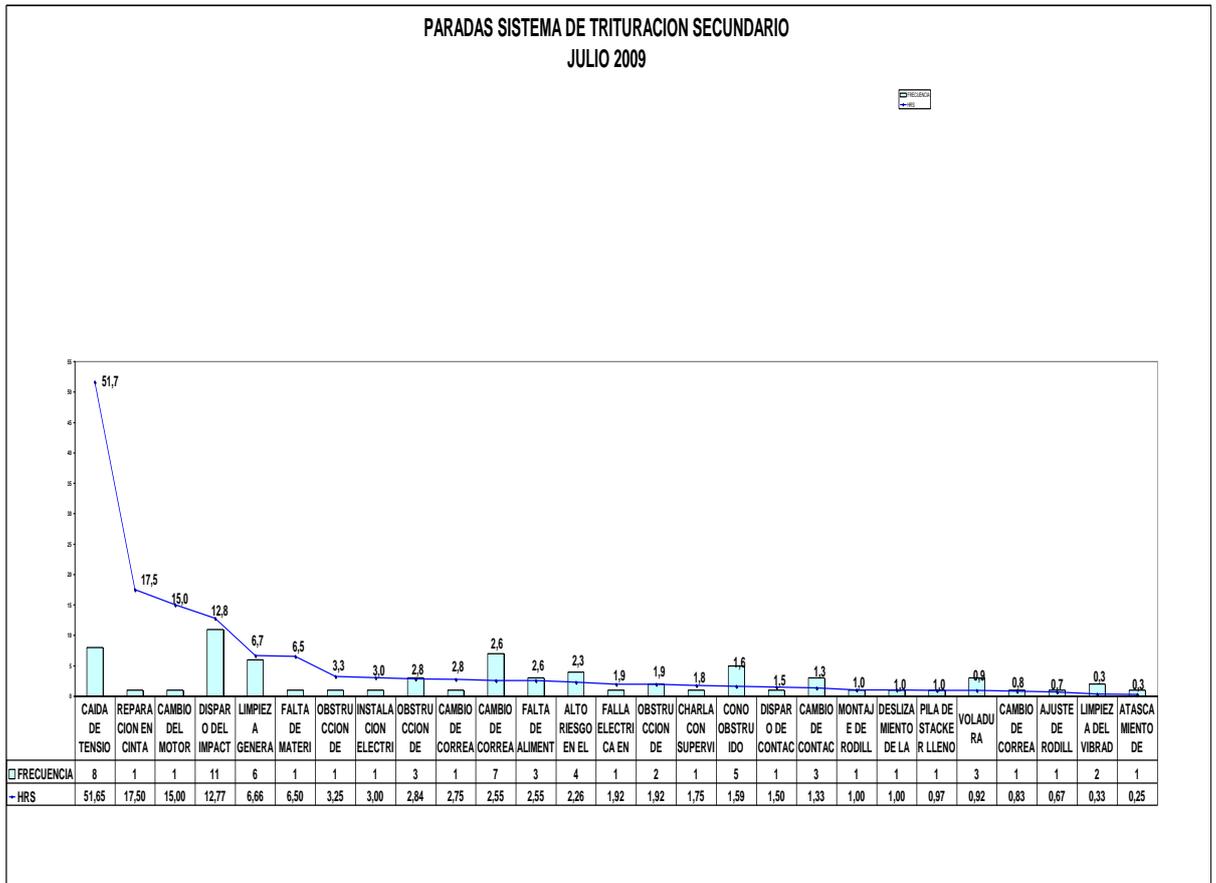
Las lluvias suelen ser un inconveniente que afecta la productividad de los camiones debido a que la vía es no pavimentada y el suelo contiene gran cantidad de arcilla lo que imposibilita la llegada de los camiones a la tolva de alimentación.

Además se puede observar que la ruptura del lateral del vibrador aunque no se presento con mucha frecuencia el tiempo de duración es considerable.

Tanto la caída por tensión como la desviación de los camiones a la trituradora línea 2 además de presentarse con mayor frecuencia fueron los que tuvieron una mayor duración.

Triturador Secundario Línea 1

Grafico 2. Paradas del sistema de trituración secundario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Del grafico se obtiene que las paradas que se realizaron con mayor frecuencia en el triturador secundario durante el mes de julio fueron:

- Caída de tensión con una frecuencia de ocho (8)
- Disparo del impactor II con una frecuencia de once (11)
- Cambio de correa de la cinta # 3 con una frecuencia de siete (7)

Y las de mayor duración fueron

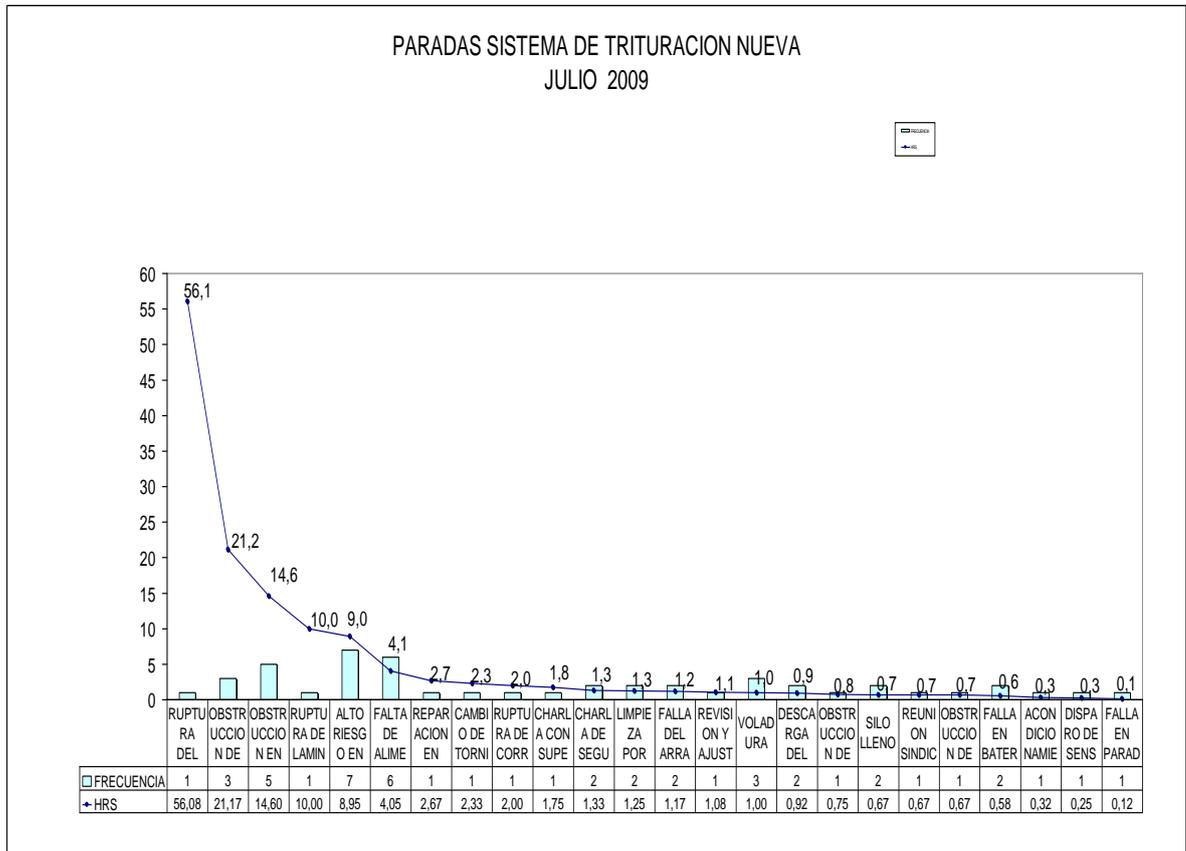
- Caída de tensión (51,66 h)
- Reparación en cinta # 4 (colocación de grapas) (17,50 h)
- Cambio del motor del impactor II (15,00 h)
- Disparo del impactor II (12,77 h)

Se puede observar que:

- La caída de tensión fue la que se presentó con mayor frecuencia y con mayor duración esto se debe que este sistema de trituración no cuenta con una planta eléctrica y por causas ajenas se ve afectado si falla la electricidad en el sector.
- Se debe analizar las causas que producen que el impactor se dispare porque es considerable que esto ocurrió once veces y tuvo una duración de 12,77 horas lo que ocasiono que se dañara el motor del mismo y tuviese que ser reemplazado lo que ocasiono un retraso en las operaciones de 15 horas por no encontrarse en stock, sino se corrige esta falla se estará dañando el motor con frecuencia lo que generaría altos costos.
- Se deben evaluar las causas que generan que las correas se rompan aunque su duración fue poca (2,55 horas) su frecuencia es considerable. Esto puede genera que deba pararse el triturador y por lo tanto retraso en el proceso y genera costos al momento de la compra de las misma y si es mucha la frecuencia, los costos aumentaran.
- La reparación de la cinta # 4 ocurrió una sola vez pero con una duración de 17,50 horas por lo que se sugiere mantener un plan de mantenimiento preventivo porque de ocurrir con mayor frecuencia las horas de parada aumentaría considerablemente.

Trituradora Línea 2

Grafico 3. Paradas del sistema de trituración línea 2



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Se observa que las paradas que se produjeron con mayor frecuencia fueron:

- Alto riesgo en Cantera (lluvia) frecuencia de siete (7)
- Falta de alimentación frecuencia de seis (6)
- Obstrucción en el bajante del secundario por material húmedo arcilloso frecuencia de cinco (5)

Las paradas con mayor tiempo fueron:

- Ruptura del eje del motor triturador secundario 56.1 horas
- Obstrucción de material húmedo arcilloso en sistema de trituración 21,2 horas
- Obstrucción en el bajante del secundario por material húmedo arcilloso 14,6 horas.

Se puede concluir:

- Que el alto riesgo en la cantera debido a las lluvias tuvo mayor frecuencia pero no mayor duración y sin embargo, ocasiona que la caliza que se lleva a las

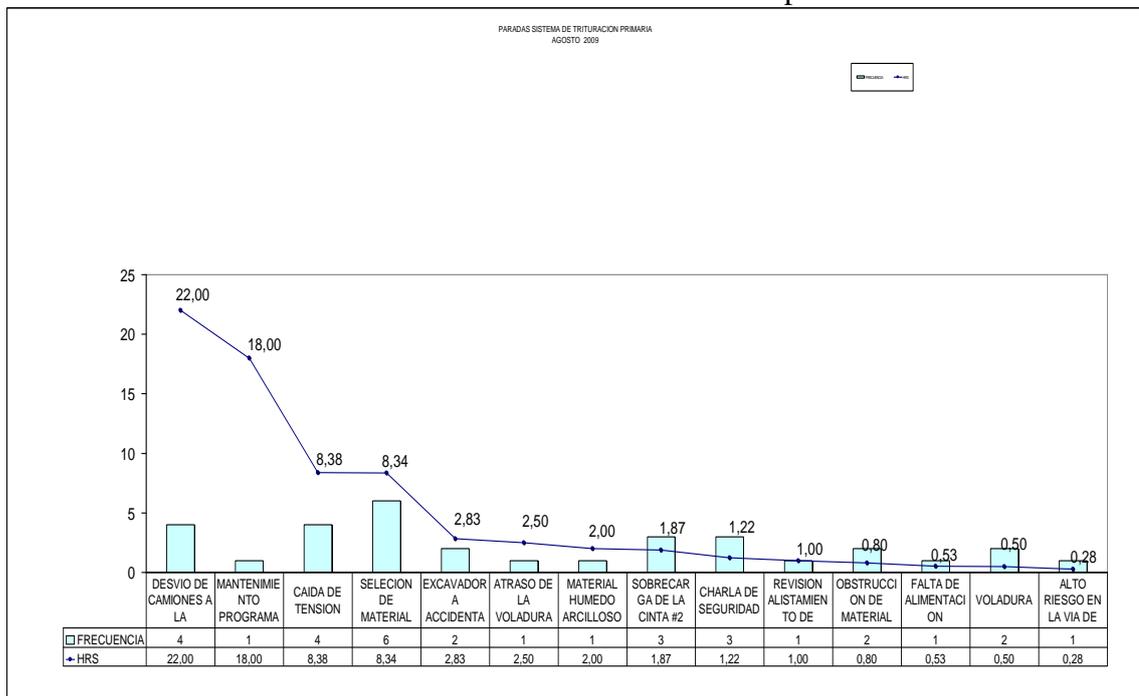
tritadoras se encuentre húmedo y por lo tanto genera que se obstruyan la trituradora por un tiempo bastante alto y con el tiempo dañe el sistema. Las lluvias es un factor que no se puede controlar, sin embargo cuando esto ocurre se debe supervisar que los operadores seleccionen mejor el material que se trae de los frentes, si la situación es crítica se debería colocar la caliza en los patios y detener las trituradoras durante ese lapso de lluvia, si comparamos las horas de paradas por lluvia y las horas por obstrucción no es significativo.

- En el caso de la ruptura del eje del motor aunque ocurrió una sola vez su duración fue de 56.08 horas lo que representa el 41,7 % aproximadamente si se presenta con mayor frecuencia y como no se cuenta con el repuesto en stock las horas de parada podrían ser mayores y se afectaría la productividad enormemente, se debe evitar que este tipo de fallas se vuelvan a producir.

MES DE AGOSTO

Triturador primario Línea 1

Grafico 4. Paradas del sistema de trituración primario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Las causas que ocurrieron con mayor duración fueron:

- Desvío de camiones a la trituradora línea 2 veintidos 22 horas
- Mantenimiento programado dieciocho 18 horas
- Caída de tensión 8,38 horas
- Selección de material de alta ley 8,34 horas

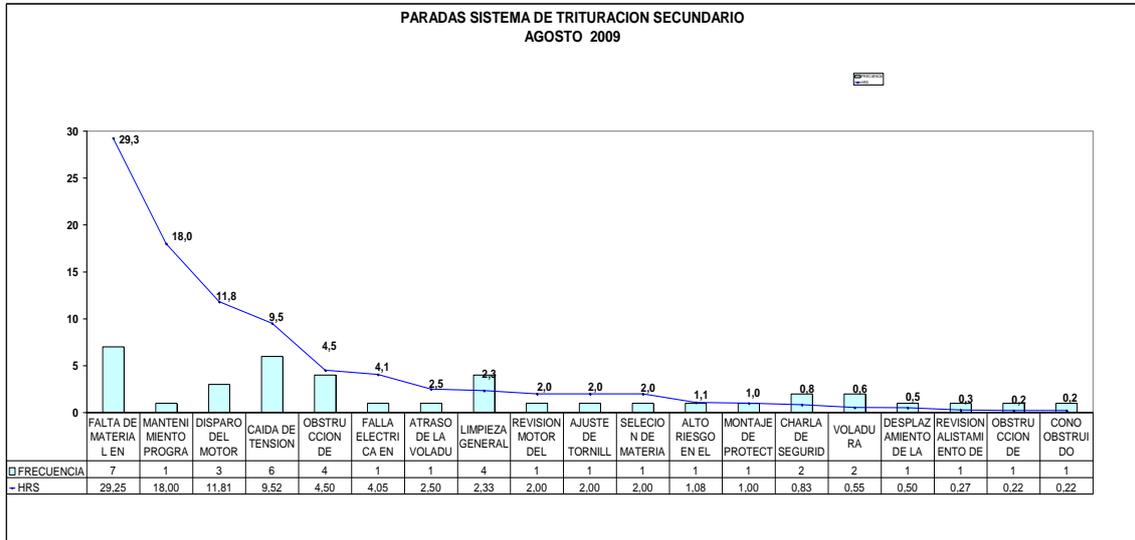
Las que sucedieron con mayor frecuencia:

- Selección de material de alta ley, frecuencia de seis (6)
- Caída de tensión frecuencia de cuatro (4)
- Desvió a la trituradora línea 2 frecuencia de cuatro (4)
- ✓ El desvío de camiones a la línea 2 se produjo con mayor tiempo y con una frecuencia igual a cuatro esto pudo deberse que la trituradora estuvo parada por caída de tensión y por el mantenimiento programado, se puede decir que esta variable depende de otras es importante tomar en consideración la caída de tensión porque también presento problemas en el mes de julio.
- ✓ El mantenimiento programado debería realizarse en horas que no afecte la productividad.

- ✓ La selección de material de alta ley debería estar contemplado en el plan de trabajo y no ser motivo para que la trituradora detenga sus operaciones.

Triturador Secundario Línea 1

Grafico 5. Paradas del sistema de trituración secundario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Mayor duración:

- Falta de material en el pulmón 29,25 horas
- Mantenimiento programado dieciocho (18) horas
- Disparo del motor del impactor II 11,81 horas

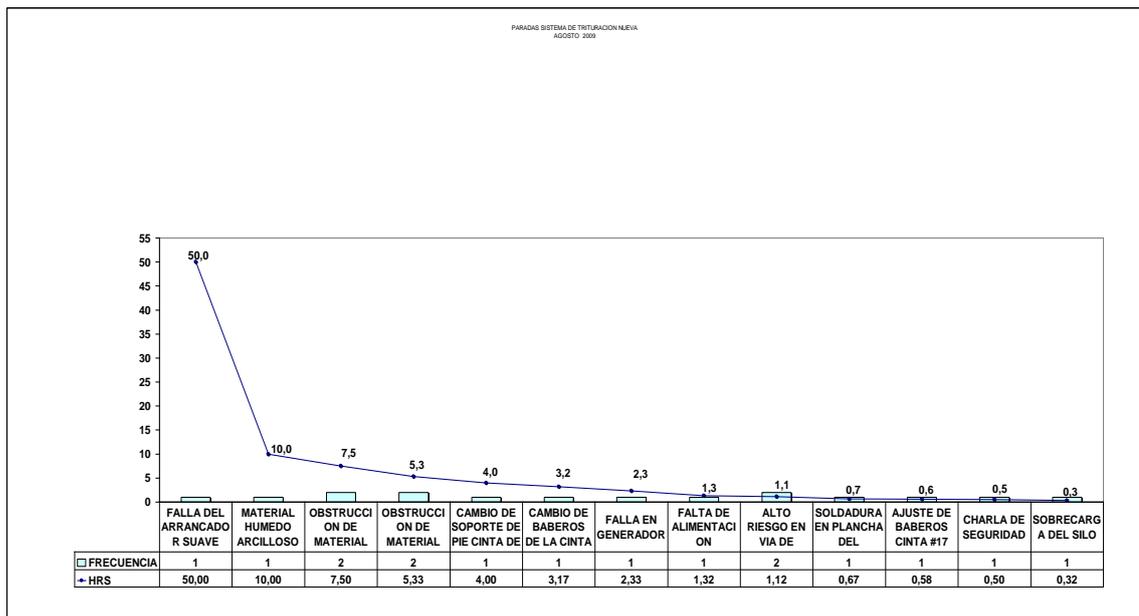
Mayor frecuencia

- Falta de material en el pulmón frecuencia de siete (7)
- Caída de tensión frecuencia de seis (6)

- ✓ La falta de material en el pulmón se produjo con mayor tiempo y mayor frecuencia esto se pudo deber al tiempo que se desviaron los camiones a la trituradora línea 2 y el tiempo por caída de tensión.
- ✓ En este mes se vuelve a presentar que se dispara el impactor II con una frecuencia de tres lo que podría concluirse que la caída de tensión puede estar ocasionando esta falla.

Trituradora Línea 2

Grafico 6. Paradas del sistema de trituración línea 2



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Mayor duración

- Falla de arrancador suave del generador cincuenta (50) horas
- Material húmedo arcilloso no apto para triturar diez (10) horas
- Obstrucción del material húmedo arcilloso en grilla 7,50 horas

Mayor frecuencia

- Obstrucción del material húmedo arcilloso en grilla frecuencia de dos (2)
- Obstrucción del material húmedo arcilloso en bajante frecuencia de dos (2)
- Alto riesgo en la vía de la Cantera (lluvia) frecuencia de dos (2)

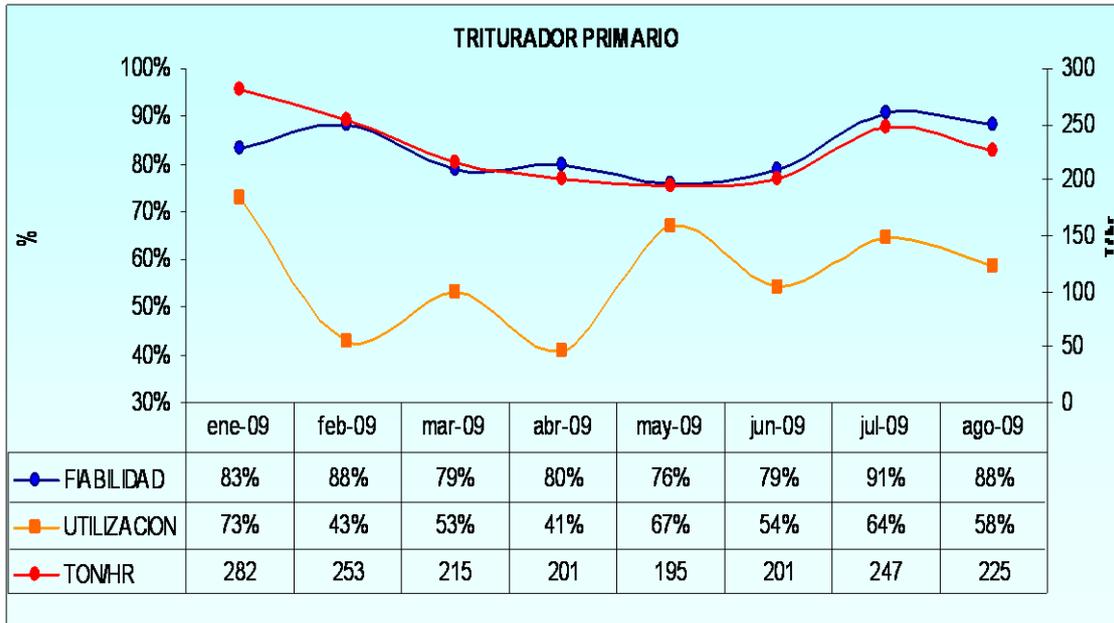
- ✓ La falla del arrancador se puede corregir con un plan de mantenimiento preventivo debido a que pudiera ocurrir con mayor frecuencia y aumentaría las cantidades de horas de parada.
- ✓ Igualmente que en el mes de julio el material húmedo representa un problema en esta trituradora por lo que ocasiona la obstrucción en la grilla y en los bajantes de igual manera se debe seleccionar el material o para la trituradora durante el tiempo de lluvia.

DATA Y REGISTRO DE GESTION DE CANTERA Y DE LAS TRITURADORAS.

Data y registro de gestión de las trituradoras Línea 1 y Línea 2

Línea 1 triturador primario

Grafica 7. Registro de Gestión triturador primario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Tabla 18. Datos de producción triturador primario

TRITURADOR PRIMARIO		
FIABILIDAD	UTILIZACION	TON/HR
91%	64%	247
88%	58%	225

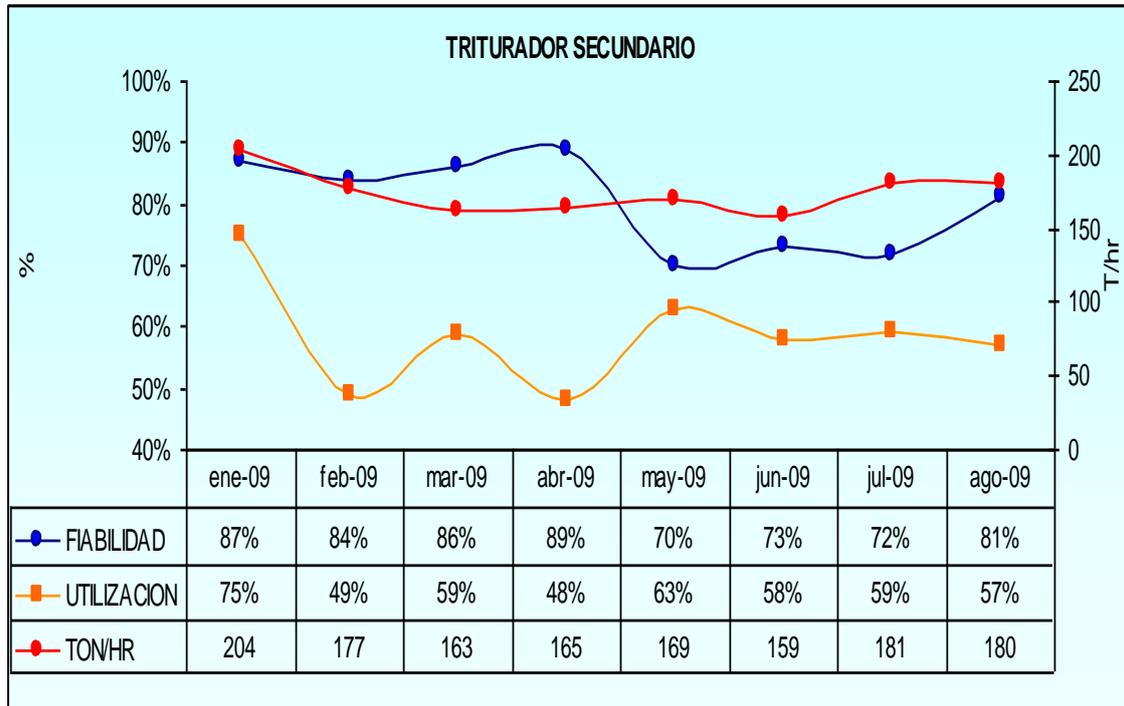
jul-09

ago-09

Fuente: fragmento tomado de los reportes de producción de la Cantera San Bernardo departamento de estadística

Línea 1 triturador secundario

Grafica 8. Registro de Gestión Triturador Secundario



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

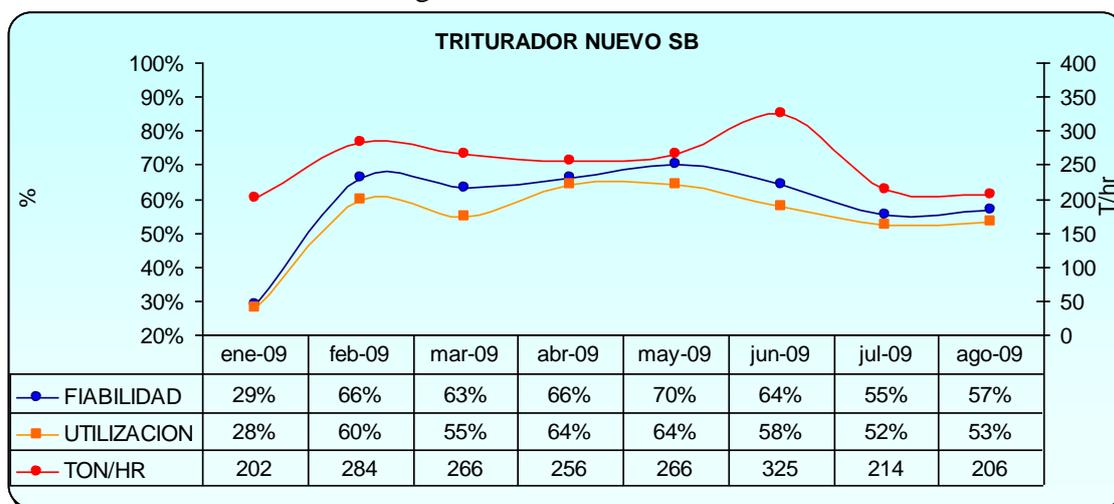
Tabla 19. Datos de producción triturador secundario

TRITURADOR SECUNDARIO			
FIABILIDAD	UTILIZACION	TON/HR	
72%	59%	181	jul-09
81%	57%	180	ago-09

Fuente: fragmento tomado de los reportes de producción de la Cantera San Bernardo departamento de estadística

Trituradora Línea 2

Grafica 9. Registro de Gestión Trituradora Línea 2



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Tabla 20. Datos de producción trituradora Línea 2

TRITURADOR NUEVO			
FIABILIDAD	UTILIZACION	TON/HR	
55%	52%	214	jul-09
57%	53%	206	ago-09

Fuente: fragmento tomado de los reportes de producción de la Cantera San Bernardo departamento de estadística

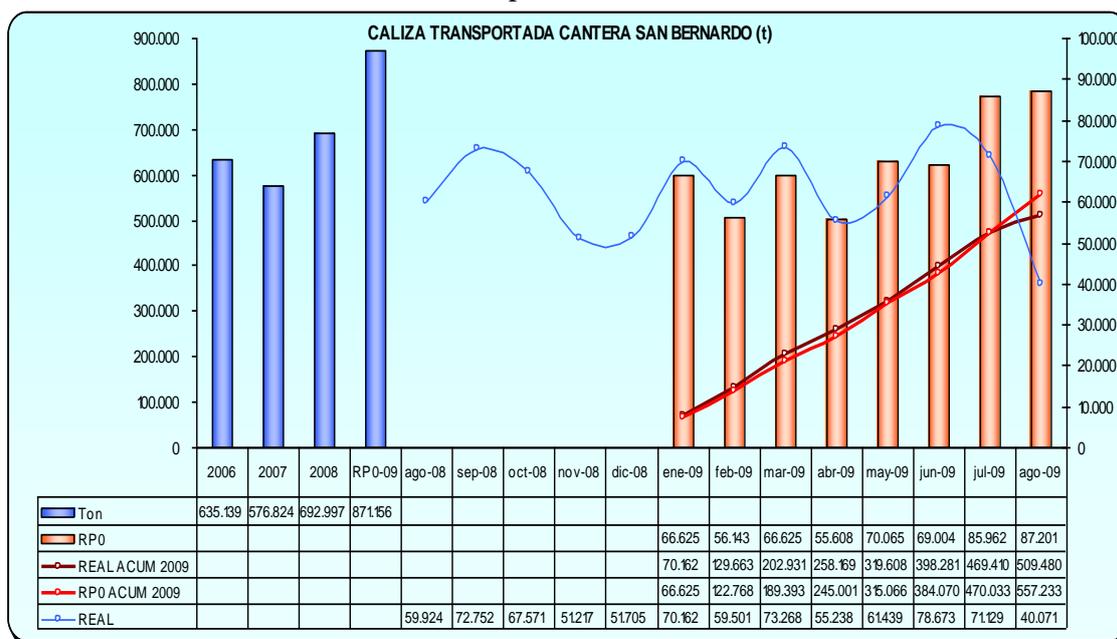
Los gráficos muestran el comportamiento del equipo de trituración tanto de la línea 1 (primario y secundario), como el de la línea 2 (trituradora nueva) en cuanto a su fiabilidad (Se considera la fiabilidad de un sistema como la probabilidad de que ese sistema funcione o desarrolle una cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un período de tiempo determinado) utilización y las toneladas/horas durante el año 2009, para efectos de este trabajo se analizarán los datos correspondientes a los meses de julio y agosto pudiendo observar que:

- ❖ En el mes de julio el sistema de trituración primaria fue el mas fiable en comparación con los otros, se puede observar las paradas efectuadas, que el sistema tuvo la menor cantidad de horas de paradas (86,87 h).
- ❖ El mes de agosto la fiabilidad el sistema primario disminuye, pero sigue siendo el de mayor fiabilidad en comparación con los otros sistemas. Si

se observan las horas de paradas de los equipos, estos presentan menor tiempo de parada el triturador primario (70,25 h), triturador secundario (92,63 h) y línea 2 (86,84 h) en comparación con el mes de julio, sin embargo, su fiabilidad, utilización y las toneladas/ hora son menores, esto se debido a que la alimentación que se produjo en el mes de julio fue mayor que en el mes de agosto. La cantera durante ese mes presento problemas con la comunidad cercada, producto de las voladuras, impidiendo su realización durante un tiempo de dos semanas, en consecuencia no había material en los frentes de explotación ocasionando las paradas de las trituradoras y ende una menor producción.

Data y Registro de gestión en Cantera

Grafica 10. Caliza transportada de Cantera San Bernardo



Fuente: Cantera San Bernardo departamento de estadística

Tabla 21. Datos de la caliza trasportada

CALIZA TRANSPORTADA			
REAL	RP0	REAL ACUM 2009	RP0 ACUM 2009
	71.129	85.962	469.410
	40.071	87.201	509.480

jul-09

ago-09

Fuente: fragmento tomado de los reportes de producción de la Cantera San Bernardo departamento de estadística

La consecuencia de todo lo antes expuesto se ve reflejada en la productividad de la cantera durante el mes de julio se transportó 71.129 ton de Caliza lo que representa un 79 % y en el mes de agosto la caliza transportada fue 40.071 para un total de 44,5% de la producción requerida por planta Ocumare, se debe implementar un plan de acción para corregir cada uno de los factores que influyeron, dada la baja productividad durante el mes de agosto y tomando en consideración que San Bernardo es la cantera que produce la mayor cantidad de caliza a la planta, esta podría verse afectada de manera enorme, además de afectar a cada una de las operaciones que se realizan en la cantera.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✚ Reconocer las distintas áreas de operación minera de la Cantera: AREA 1, AREA 2 y trituración LINEA1 y LINEA2; y los equipos que allí operan, permiten el entender el funcionamiento cada uno de los equipos y establecer cuales son los principales problemas de las operaciones.

- ✚ En función de los distintos procedimientos de operaciones mineras y políticas aplicadas por Fabrica Nacional de Cemento se identificaron problemas significativos en cuanto a las dichas operaciones con respecto a los tiempos de parada.

- ✚ El trabajo de campo permitió establecer las principales causas que afectan el rendimiento de los equipos de carga y acarreo son:
 - ✚ Falta de mantenimiento en las vías
 - ✚ Problemas en las trituradoras
 - ✚ Falta de mantenimiento

- ✚ Los análisis de los datos suministrados por la empresa permitieron establecer las principales causas que afectan el rendimiento de las líneas 1 y 2 de reducción de tamaño son:
 - ✚ Caída de tensión
 - ✚ Obstrucción del material húmedo
 - ✚ Problemas con el impactor II
 - ✚ Lluvias

- ✚ El análisis estadístico realizado a los datos de las líneas de 1 y 2, indican que la mayoría de las paradas efectuadas en las trituradoras durante los meses de julio y agosto, a excepción de las lluvias y las caídas de tensión se pueden evitar con un plan de mantenimiento preventivo.

- ✚ El rendimiento del equipo de carga de la contratista 1 supero en % al rendimiento del equipo de la contratista 2 durante los meses de julio y agosto del 2009.
- ✚ De los equipos de carga de la contratista 2 el que presento mayor rendimiento durante el periodo de julio y agosto del 2009, fue la excavadora 1, marca Sinoway de capacidad 2,5 m3.
- ✚ Los equipos acarreo de la contratista 2 presentaron mayor rendimiento durante el periodo de julio y agosto del 2009, destacándose el komatsu 8 de capacidad 30 toneladas.
- ✚ El número de fallas presentados por las perforadoras puede reducirse significativamente ser sometidas a un plan de mantenimiento preventivo.
- ✚ Las revisiones mecánicas de los equipos superan el tiempo estimado para esta tarea, incrementando significativamente los tiempos de parada.
- ✚ El sistema secundario es el punto más sensible de la operación de reducción de tamaño, y la eficiencia de su funcionamiento afecta directamente en la producción.
- ✚ El ciclo de acarreo, debe ser independiente al funcionamiento de las líneas de trituración para garantizar la materia prima.
- ✚ Es esencial implementar un control de gestión en la Logística de Operación; mediante el seguimiento detenido de las paradas por fallas eléctricas, mecánicas y operativas. Disposición de Tiempos de revisión de equipos, cambios de turnos y establecimiento de prioridades.

6.2 RECOMENDACIONES

Infraestructura

- ✚ Estudiar la factibilidad de colocar una capa de rodamiento para así facilitar el movimiento de los equipos y evitar la contaminación del suelo, en las vías que no vayan hacer removidas en corto tiempo.
- ✚ Se recomienda evaluar costos para la posible instalación de una planta de energía eléctrica en la línea 1, debido a que las paradas por caída de tensión se hacen muy frecuentes y con una duración considerable, ocasionando la total paralización del sistema tanto primario como el secundario.

Producción

- ✚ Para lograr la producción requerida por planta (90.000 ton/mes) es necesario realizar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo en cada una de las áreas de la cantera para corregir las fallas y mejorar la producción.
- ✚ Se recomienda buscar estrategias de solución junto a la comunidad para así evitar el constante impedimento al momento de realizar las voladuras.
- ✚ Las mayorías de las paradas de las perforadoras son por falta de mantenimiento preventivo, se recomienda analizar las fallas más frecuentes y elaborar un plan de mantenimiento fuera de las horas de operación de las misma.
- ✚ Se recomienda mantener en el patio de almacenamiento cantidad de material suficiente para alimentar las líneas 1 y 2 y para la producción. Debido a que el sistema de trituración secundario debe mantener un gran stock de material (tamaño) para alimentarse independientemente, en caso de presentarse alguna avería eventual en el triturador primario o con los equipos mineros.

- ✚ Es importante realizar chequeos constantes los patios de almacenamiento para mantener la calidad del material (% humedad, % menos cantidad de arcilla) y de esta manera evitar problemas apelmazamiento del material en las trituradoras.
- ✚ Los tiempos de parada por revisiones deben ser minimizados, o sustituidos por inspecciones planificadas, preferiblemente fuera de horas de operación del equipo.
- ✚ Es esencial implementar un control de gestión en la Logística de Operación; mediante el seguimiento detenido de las paradas por fallas eléctricas, mecánicas y operativas. Disposición de Tiempos de revisión de equipos, cambios de turnos y establecimiento de prioridades.

BIBLIOGRAFÍA

CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK. *Edition 37*, Caterpillar INC (2.000).
printed in U.S.A. Información Técnica.

FABRICA NACIONAL DE CEMENTOS (1998) *Proceso Productivo de la Planta*
Ocumare. Ocumare del Tuy. Información Técnica.

FUEYO, Luís (1999). *Equipos de Trituración, Molienda y Clasificación*, editorial
Rocas y Minerales. Madrid. Información teórica

JOHN DEERE. *John Deere retrocavadora*. Información Técnica

LAZCANO, Jorge (2008). *Cantera Palma Sola Auditoria de Producción*, Cantera
Palma Sola. Información Técnica.

MACK VOCATIONAL. *Mack Trucks, INC*, printed in U.S.A. Información Técnica

QUINTERO, Eliézer (2007). *Informe Geológico Cantera San Bernardo*, Ocumare del
Tuy.

RODRIGUEZ, S. (1986). *Recursos Minerales de Venezuela*. Boletín del Ministerio de
Energía y Minas, Caracas, 15(27). 215 p.

SAYA, Ronald (2001). *Plan de explotación de la Cantera San Bernardo*, Ocumare del
Tuy.

VALDIVIESO, Natalia (2007). *Guía para el estudio de la materia Operaciones*
Mineras. U.C.V., Caracas. Información Teórica.

ZOZAYA F, D. (1978)>. *La industria minera en Venezuela, situación y perspectivas para el desarrollo nacional*, División de Información Técnica Geológica-Minera, Ministerio de Energía y Minas, Direcciones de Minas y de Geología, Caracas, 30 p.

ANEXOS

ANEXO I. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TIEMPO SEMANAS	UBICACIÓN GENERAL	ACTIVIDAD	DETALLE
1	CANTERA	INDUCCION GENERAL	Reconocimiento de todas las áreas de producción, talleres, procedimiento y políticas del grupo FNC
3	AREA 2	MEDICION Y CONTROL DE RENDIMIENTO DE EQUIPO. CONTRATIASTA ESQUEMA C.A	Perforación, Arranque. Carga y Acarreo. Mezcla de materiales
2	AREA 1	MEDICION Y CONTROL DE RENDIMIENTO DE EQUIPO. CONTRATIASTA ZEPZA C.A	Perforación, Arranque. Carga y Acarreo. Mezcla de materiales
1	TRITURADORAS	REVISION DE REPORTE DE OPERACIÓN	Estadística de paradas, producción y puntos de pendientes asociados a la operación, revisión de procedimientos
1	CANTERA Y TRITURACION	REVISION DE DATA Y REGISTRO DE GESTION	Objetivos mensuales, estadística generales e índices de productividad, mantenimientos programados

ANEXO II: DATOS TOMADOS EN CAMPO DE LOS EQUIPO DE CARGA Y ACARREO DE LA CONTRATISTA 1

FECHA : MARTES,14/07/09

CONTRATISTA 1

NIVEL: 185

CLIMA: SOLEADO

MATERIAL: ESTERIL

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00
12:30 pm a 4:45

PASES POR EQUIPOS

CAMION 1		CAMION 2		CASE		
TIEMPO (min)	N° PALADAS	TIEMPO (min)	N° PALADAS	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG DE GIRO
0:06:00	16	0:05:00	14	3:41:00	9	90°
0:04:00	14	0:04:00	15	3:15:00	8	90°
0:05:00	17	0:05:00	15	3:26:00	10	90°
0:04:00	14	0:03:00	15	2:36:00	10	90°
0:03:00	15	0:03:00	15	3:10:00	10	90°
0:04:24	15,2	0:04:00	14,8	3:13:36	9,4	PROMEDIO

ESPERA POR CAMION

	TIEMPO (min)					PROMEDIO
CAMION 1	1:22:00	1:00:00	0:37:50	0:40:39	0:37:37	0:51:37
CAMION 2	0:36:00	0:29:00	2:23:00	0:15:00	0:37:00	0:52:00
CASE	0:23:00	0:18:03	1:03:00	1:05:00	0:42:54	0:42:23
						2:26:01

TIEMPO POR PASE

	TIEMPO (seg)					PROMEDIO
CAMION 1	0:12:08	0:11:21	0:13:15	0:11:50	0:11:32	0:07:24
CAMION 2	0:07:53	0:09:31	0:10:50	0:09:06	0:09:43	0:05:31
CASE	0:10:48	0:12:22	0:13:02	0:09:21	0:09:41	0:07:10
						0:06:42

TIEMPOS DE MANIOBRA

TIEMPO (min)

CAMION 1	0:54:26	1:06:00	0:51:28
CAMION 2	0:25:41	0:48:33	0:34:52
CASE	0:31:01	0:24:20	0:31:11

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)			TIEMPO DE DESCARGA			TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)		
	TIEMPO (min)			TIEMPO (min)			TIEMPO (min)		
CAMION 1	2:30:00	3:06:00	3:10:00	1:33:00	1:21:00	1:33:00	3:25:00	2:31:00	2:54:00
CAMION 2	3:14:00	3:33:00	3:40:00	2:03:00	1:16:00	1:08:00	2:29:00	2:47:00	2:26:00
CASE	3:07:00	3:06:00	3:10:00	0:21:41	0:32:04	0:28:21	3:15:00	3:04:00	3:12:00

DISTANCIA MEDIDA CON LOS CAMIONES = 600 m

TOTAL DE VIAJES = 91

CAMION 1			CAMION 2			CASE			
TIEMPO (min.)	Nº PASES	ANG DE GIRO	TIEMPO (min.)	Nº PASES	ANGULO DE GIRO	TIEMPO (min.)	Nº PASES	ANG DE GIRO	OBS
5:44:00	18	180	5:00:00	17	180	4:16:00	16	180	
8:08.00	16	180	4:36:00	15	180	3:38:00	15	180	3:30 de conversación operador 1 con operador del jumbo
5:20:00	17	180	4:15:00	15	180	3:20:00	13	180	
4:04:00	15	180	4:06:00	14	180	3:51:00	14	180	
4:28:00	16	180				3:46:00	14	180	accidentado 9.00 am
5:09:00	17	180				3:33:00	14	180	accidentado 9.00 am
4:48:00	16	180				3:47:00	11	270	accidentado 9.00 am
2:36:00	7	270				4:12:00	13	90	operador 1 se va sin terminar de llenar el camion
3:10:00	11	90				2:55:00	11	90	accidentado
4:19:00	14	180				3:57:00	14	90	accidentado

3:23:24	14,7		4:29:15	15,25		3:46:15	14,5				PROMEDIO
---------	------	--	---------	-------	--	---------	------	--	--	--	-----------------

**ESPERA POR
CAMION**

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
CAMION 1	4:21:00	3:11:00	3:40:00	0:45:22	0:34:15	1:48:00	3:28:00	0:17:19	0:40:30	1:47:00	2:03:15
CAMION 2	1:17:00	0:53:22	1:10:00	0:49:00							1:02:21
CASE	0:51:00	0:54:00	0:46:08	0:49:05	1:24:00	2:59:00	1:49:00	1:07:00	0:38:07	1:10:00	1:14:44
											4:20:19

TIEMPO POR PASE

TIEMPO (min)											PROMEDIO
CAMION 1	0:11:37	0:13:30	0:11:01	0:15:30	0:09:34	0:13:32	0:17:39	0:15:00	0:08:05	0:10:30	0:12:36
ANG GIRO	180	180	180	270	90	270	270	90	90	90	
CAMION 2	0:08:43	0:07:22	0:08:50	0:08:41							0:08:24
ANG GIRO	90	90	90	90							
CASE	0:12:06	0:08:05	0:09:26	0:12:02	0:10:14	0:11:15	0:10:53	0:11:50	0:11:11	0:15:08	0:11:13
ANG GIRO	270	90	90	270	90	180	180	180	180	270	0:10:44
											0:10:44

TIEMPOS DE MANIOBRA

TIEMPO (min)															
CAMION 1	0:54:26	1:06:00	0:51:28	1:51:28	2:51:28	3:51:28	4:51:28	5:51:28	6:51:28	7:51:28					
CAMION 2	0:25:41	0:48:33	0:34:52	1:34:52											
CASE	0:31:01	0:24:20	0:31:11	1:31:11	2:31:11	3:31:11	4:31:11	5:31:11	6:31:11	7:31:11					
	TIEMPO DE ACARREO (IDA)				TIEMPO DE DESCARGA				TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)						
	TIEMPO (min)				TIEMPO (min)				TIEMPO (min)						
CAMION 1	2:15:00	2:30:00	2:22:00	2:45:00	2:26:00	1:20:00	1:33:00	1:21:00	1:30:00	1:25:00	2:15:00	2:30:00	2:22:00	2:45:00	2:26:00

CAMION 2	2:41:00	2:56:00	2:31:00	2:58:00			1:10:00	1:18:00	1:14:00	1:27:00		2:21:00	2:38:00	2:29:00	2:27:00	
CASE	3:20:00	3:14:00	3:20:00	3:02:00	3:06:00	0:51:00	0:48:26	0:59:17	1:06:09	0:54:41	3:20:00	3:14:00	3:20:00	3:02:00	3:06:00	

DISTANCIA MEDIDA CON LOS CAMIONES = 600 m

VELOCIDAD MAXIMA PERMITIDA 20 km/h

VELOCIDAD DE LOS CAMIONES VACIOS 12 Km/h

VELOCIDAD DE LOS CAMIONES CARGADOS 10 Km/h

NUMERO DE VIAJES				
TURNO	CAMION 1	CAMION 2	CASE	TOTAL
7:00 a 11:45	19	4	19	42
12:00 a 4:45	19	0	19	38
				80

FECHA : LUNES, 27/07/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA 1

NIVEL: 170

CLIMA: MAÑANA:SOLEADO, TARDE:LLUVIA

MATERIAL: CALIZA

DESCARGA: TRITURADORA PRIMARIA

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a 4:45

CAMION 1			CAMION 2			CASE		
TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO
3:28:00	13	90	4:29:00	16	90	2:44:00	10	90
2:29:00	14	90	2:52:00	13	90	2:34:00	11	90
4:21:00	14	90	3:57:00	16	90	4:05:00	16	90
3:39:00	13	90	4:36:00	14	90	3:26:00	12	90
3:04:00	10	90	3:12:00	11	90	3:01:00	11	90
2:39:00	12	90	3:36:00	9	90	3:36:00	12	90
3:28:00	11	90	3:42:00	12	90	3:40:00	12	90
3:41:00	13	90	3:10:00	15	90	4:01:00	13	90
3:52:00	13	90	3:43:00	17	90	3:51:00	12	90

3:55:00	13	90	3:30:00	16	90	3:59:00	13	90	
2:09:18	12,6		3:40:42	13,9		3:29:42	12,2		PROMEDIO
REPARACION DELAIRE ACONDICIONADO DE CASE 10am hasta la 1pm									

ESPERA POR CAMION

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
CAMION 1	0:25:26	0:17:01	0:45:15	0:31:42	7:32:00	0:32:00	8:40:00	0:47:22	0:51:23	0:44:21	2:06:39
CAMION 2	0:39:11	0:19:17	0:32:28	1:30:00	0:25:52	0:37:54	0:36:47	0:29:41	0:27:51	0:29:54	0:36:54
CASE	0:36:11	0:20:56	0:31:52	0:26:12	0:29:45	0:58:12	0:33:48	0:36:23	0:19:47	0:37:21	0:29:24
PARADA POR TRITURADORA											3:12:57

	TIEMPO POR PALADA (min)										ANG GIRO	PROMEDIO
CAMION 1	0:12:38	0:08:04	0:07:03	0:09:16	0:08:30	0:08:51	0:08:39	0:08:46	0:09:10	0:09:54	90	0:09:05
CAMION 2	0:08:14	0:07:03	0:07:37	0:08:29	0:06:42	0:08:28	0:08:33	0:09:37	0:09:25	0:10:26	90	0:08:27
CASE	0:06:33	0:05:31	0:06:26	0:05:02	0:06:52	0:07:30	0:06:36	0:09:09	0:07:20	6:18:00	90	0:43:54
												0:20:29

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO)

TIEMPO DE BAJADA

PENDIENTE 1

CAMION 1	CAMION 2	CASE
0:17:18	0:19:55	0:20:04
0:16:54	0:18:48	0:22:15
0:15:25	0:18:33	0:21:37
0:17:41	0:19:26	0:22:41
0:19:03	0:18:04	0:20:46
0:18:36	0:19:34	0:21:09
0:19:15	0:18:26	0:19:58
0:17:43	0:19:25	0:22:11
0:15:56	0:20:08	0:21:16
0:17:48	0:16:27	0:22:03

(DESCARGADO) PENDIENTE 1

CAMION 1	CAMION 2	CASE
0:15:04	0:18:49	0:21:35
0:13:26	0:19:13	0:20:53
0:17:35	0:23:08	0:19:07
0:16:38	0:19:35	0:20:46
0:18:24	0:22:36	0:18:34
0:22:14	0:21:11	0:25:09
0:20:41	0:20:26	0:23:49
0:24:05	0:17:12	0:20:21
0:19:56	0:22:08	0:19:08
0:21:18	0:21:12	0:19:33

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 2

CAMION 1	CAMION 2	CASE
0:31:04	0:28:49	0:29:35
0:43:26	0:29:13	0:29:53
0:31:35	0:33:08	0:32:07
0:43:38	0:32:35	0:31:46
0:39:24	0:32:36	0:29:34

**TIEMPO DE BAJADA (DESCARGADO)
PENDIENTE 2**

CAMION 1	CAMION 2	CASE
0:11:39	0:19:02	0:22:41
0:23:39	0:18:48	0:21:15
0:19:22	0:17:35	0:21:56
0:22:20	0:20:25	0:20:37
0:23:06	0:13:49	0:20:23

0:31:14	0:26:11	0:29:09	0:22:41	0:14:53	0:19:51
0:33:41	0:30:26	0:31:49	0:21:19	0:21:33	0:22:08
0:32:05	0:32:12	0:30:21	0:19:58	0:18:35	0:23:47
0:41:56	0:30:08	0:31:08	0:21:34	0:16:59	0:22:56
0:40:18	0:29:12	0:29:33	0:22:06	0:19:09	0:23:11

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
CAMION 1	2:15:00	2:30:00	2:22:00	2:45:00	2:26:00	1:20:00	1:33:00	1:21:00	1:30:00	1:25:00	2:15:00	2:30:00	2:22:00	2:45:00	2:26:00
CAMION 2	2:41:00	2:56:00	2:31:00	2:58:00		1:10:00	1:18:00	1:14:00	1:27:00		2:21:00	2:38:00	2:29:00	2:27:00	
CASE	3:20:00	3:14:00	3:20:00	3:02:00	3:06:00	0:51:00	0:48:26	0:59:17	1:06:09	0:54:41	3:20:00	3:14:00	3:20:00	3:02:00	3:06:00

NUMERO DE VIAJES				
TURNO	CAMION 1	CAMION 2	CASE	TOTAL
7:00 a 11:45	16	15	10	41
12:00 a 4:45	9	11	10	30
				71

FECHA : MARTES, 28/07/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA 1

NIVEL: 200

CLIMA: MAÑANA: SOLEADO, MEDIA MAÑANA. LLUVIA,
TARDE:LLUVIA

MATERIAL:ESTERIL

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a 4:45

PASES POR EQUIPOS

CAMION 1		CAMION 2		CASE		ANG GIRO
TIEMPO (min)	Nº PASES	TIEMPO (min)	Nº PASES	TIEMPO (min)	Nº PASES	
3:20:00	17	3:54:00	15	2:41:00	13	90
4:10:00	15	3:56:00	17	2:50:00	12	90
3:53:00	17	3:32:00	16	3:14:00	13	90
4:33:00	19	4:26:00	18	3:19:00	15	90

4:15:00	18	4:29:00	16	3:57:00	13	90	
4:33:00	17	4:18:00	18	4:31:00	15	90	
4:05:00	15	3:54:00	19	4:05:00	13	90	
3:39:00	16	4:11:00	17	4:07:00	15	90	
4:09:00	16	4:33:00	20	3:41:00	14	90	
4:29:00	19	4:07:00	18	3:55:00	14	90	
4:06:36	16,9	4:08:00	17,4	3:38:00	13,7		PROMEDIO

ESPERA POR CAMION

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
CAMION 1	1:32:00	0:39:01	2:27:15	1:11:00	2:08:00	0:57:40	1:34:00	1:47:00	2:16:00	1:38:00	1:37:00
CAMION 2	0:39:19	4:22:00	2:56:00	6:45:00	3:48:00	3:01:00	0:53:59	2:18:00	3:05:00	2:42:00	3:03:02
CASE	3:52:00	4:15:00	0:44:23	4:22:00	3:49:00	4:15:00	3:09:00	0:56.23	2:57:00	3:40:00	3:06:20
											7:46:22

TIEMPO POR PASES

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
CAMION 1	0:12:13	0:11:01	0:08:41	0:10:45	0:12:10	0:11:30	0:08:32	0:07:47	0:13:11	0:10:39	0:10:39

ANG GIRO	180	180	180	90	90	90	180	90	90	90	
CAMION 2	0:07:41	0:10:36	0:10:27	0:11:16	0:11:43	0:11:21	0:11:03	0:10:13	0:11:48	0:10:21	0:10:39
ANG GIRO	90	90	90	90	180	90	90	180	90	90	
CASE	0:12:22	0:15:10	0:13:31	0:15:12	0:13:49	0:10:30	0:11:31	0:12:05	0:14:29	0:10:02	0:12:52
ANG GIRO	180	180	180	180	180	130	130	130	130	130	
											0:11:23

CAMBIO DE FRENTE 6:48

ARREGLO DEL FRENTE 11:32

FRENTE 1

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
CAMION 1	2:10:00	1:45:00	1:32:00	1:43:00	1:20:00	1:06:00	0:59:20	1:07:00	1:48:00	1:14:00	1:27:00	1:46:00	1:50:00	1:36:00	1:48:00
CAMION 2	2:26:00	1:20:00	1:34:00	1:42:00	1:26:00	0:59:36	2:57:00	1:01:00	0:54:07	1:03:00	1:13:00	1:25:00	2:20:00	2:27:00	2:33:00
CASE	1:56:00	1:33:00	1:35:00	1:15:00	1:30:00	0:25:29	0:21:53	0:44:21	0:46:50	0:50:02	1:26:00	1:08:00	1:36:00	2:33:00	1:42:00

FRENTE 2

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
CAMION 1	4:22:00	2:51:00	3:27:00	2:52:00	2:43:00	1:28:00	1:17:00	1:09:00	0:58:51	1:24:00	2:36:00	2:23:00	2:41:00	2:28:00	2:34:00
CAMION 2	2:56:00	4:33:00	2:46:00	2:31:00	2:43:00	1:20:00	2:09:00	1:28:00	1:17:00	1:53:00	2:09:00	2:34:00	2:19:00	2:41:00	2:33:00

CASE	1:42:00	1:34:00	1:32:00	1:45:00	1:50:00	0:55:39	0:48:39	0:47:46	0:46:50	0:47:56	1:40:00	2:48:00	1:52:00	1:50:00	1:58:00
NUMERO DE VIAJES															
TURNO	CAMION 1	CAMION 2	CASE	TOTAL											
7:00 a 11:45	18	25	19	62											
12:00 a 4:45	16	21	15	52											
				114											

FECHA : JUEVES, 30/07/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA 1

NIVEL: 200

CLIMA: MAÑANA: NUBLADO, MEDIA MAÑANA. SOLEADO,
TARDE:LLUVIA

MATERIAL:ESTERIL

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a 4:45

CAMION 1		CAMION 2		CASE		
TIEMPO (min)	N° PALADAS	TIEMPO (min)	N° PALADAS	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO
3:37:00	14	3:50:00	14	2:38:00	11	90
4:40:00	12	3:55:00	14	4:17:00	11	90
3:28:00	14	3:34:00	14	3:13:00	12	90
3:57:00	14	4:26:00	16	3:12:00	12	90
4:01:00	15	3:41:00	16	3:29:00	13	90
3:43:00	14	3:37:00	15	3:21:00	13	90
3:09:00	13	3:54:00	14	3:34:00	13	90
2:56:00	12	4:04:00	15	3:17:00	12	90
3:28:00	14	4:16:00	15	3:09:00	12	90
4:11:00	15	4:33:00	16	2:55:00	11	90
3:43:00	13,7	3:59:00	14,9	3:18:30	12	
						PROMEDIO

ESPERA POR CAMION

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
CAMION 1	0:31:11	0:47:36	0:35:37	0:29:35	0:27:29	0:40:24	0:39:54	0:28:11	0:42:23	0:37:07	0:35:57

CAMION 2	0:36:34	0:44:36	1:06:00	0:50:09	1:15:00	0:51:49	0:39:21	1:53:00	1:12:00	0:49:50	0:35:57
CASE	0:41:56	0:45:30	1:14:52	1:06:00	0:52:39	0:57:03	1:09:00	1:16:43	0:59:31	1:22:00	0:35:57
											1:47:50

ESPERA DE CAMIONES

	TIEMPO (min)									
CAMION 1	0:28:06	0:09:15	0:10:44	0:16:29	1:21:00	0:19:41	0:13:19	0:24:53	0:16:44	0:11:16
CAMION 2	2:36:00	0:51:15	3:13:00	2:23:00	2:18:00	0:17:33	1:49:00	2:35:00	0:50:55	2:38:00
CASE	3:37:00	4:40:00	1:14:00	1:53:00	1:55:00	0:23:46	2:36:00	1:45:00	1:59:31	2:19:00

	TIEMPO POR PALADA (min)										ANG GIRO	PROMEDIO
CAMION 1	0:11:29	0:09:44	0:09:38	0:13:05	0:10:06	0:10:18	0:08:15	0:12:25	0:10:28	0:09:50	90	0:10:32
CAMION 2	0:08:18	0:10:12	0:09:33	0:09:10	0:09:26	0:09:27	0:07:44	0:10:40	0:09:41	0:09:22	90	0:09:21
CASE	0:09:35	0:08:48	0:09:14	0:09:14	0:10:23	0:09:16	0:09:53	0:10:26	0:10:40	0:09:16	90	0:09:41
												0:09:51

ACOMODO DE LA VIA 0:17:33

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
CAMION 1	2:28:00	1:44:00	1:51:00	1:45:00	1:55:00	1:46:00	1:39:00	1:44:00	1:18:00	1:45:00	1:09:00	1:11:00	1:27:00	1:16:00	1:12:00
CAMION 2	1:42:00	1:44:00	1:47:00	1:45:00	1:56:00	1:42:00	1:48:00	1:40:00	1:49:07	1:44:00	1:20:00	1:24:00	1:21:00	1:19:00	1:22:00
CASE	1:31:00	0:58:09	1:09:00	1:26:00	1:10:00	0:40:47	1:13:00	0:45:25	0:37:23	0:44:46	1:30:00	1:42:00	1:33:00	1:19:00	1:37:00

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

CAMION 1		CAMION 2		CASE	
FRENTE	ESCOBRERA	FRENTE	ESCOBRERA	FRENTE	ESCOBRERA
3:51:00	0:47:17	0:30:04	0:46:03	0:30:43	0:49:13
0:47:36	0:44:26	0:28:42	0:39:02	0:32:46	1:41:00
0:35:37	0:45:50	0:25:46	0:37:37	0:32:41	0:53:49
0:28:35	0:43:19	0:43:26	0:49:51	0:28:49	0:58:47
0:24:15	0:41:53	0:44:36	0:40:30	0:32:10	1:09:00
0:27:29	0:48:04	0:42:03	0:39:48	0:31:15	1:15:00

0:46:18	0:44:40	0:41:19	0:46:36	0:30:56	1:37:00
0:34:07	0:47:09	0:40:08	0:38:02	0:31:02	0:58:25
0:30:27	0:46:00	0:33:46	0:36:00	0:32:03	0:54:08
0:29:43	0:45:22	0:38:21	0:47:17	12:12:13	1:29:00

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
CAMION 1	2:28:00	1:44:00	1:51:00	1:45:00	1:55:00	1:46:00	1:39:00	1:44:00	1:18:00	1:45:00	1:09:00	1:11:00	1:27:00	1:16:00	1:12:00
CAMION 2	1:42:00	1:44:00	1:47:00	1:45:00	1:56:00	1:42:00	1:48:00	1:40:00	1:49:07	1:44:00	1:20:00	1:24:00	1:21:00	1:19:00	1:22:00
CASE	1:31:00	0:58:09	1:09:00	1:26:00	1:10:00	0:40:47	1:13:00	0:45:25	0:37:23	0:44:46	1:30:00	1:42:00	1:33:00	1:19:00	1:37:00

NUMERO DE VIAJES				
TURNO	CAMION 1	CAMION 2	CASE	TOTAL
7:30 a 11:45	14	14	15	43
12:00 a 4:45	15	15	16	46
				89

CHARLA DE SEGURIDAD 7:00 am a 7:30

DISTANCIA RECORRIDA 300 mts

PARADAS JULIO

DIAS	ALMUERZO	VOLADURA	LLUVIA	CHARLA DE SEGURIDAD	ESPERA POR CAMIONES	OTROS	REPARACION		
1	0:30:00				0:02:26				
2	0:30:00				0:04:20	0:03:30			
3	0:30:00	0:30:00	2:31:00		0:03:13				
4	0:30:00		0:30:00		0:07:46				
5	0:30:00			0:30:00	0:01:48				
TOTAL	0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:03:55	0:03:30		2:07:25	6:17:35

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY	HORAS TOTALES
6:17:35	1:20:00	2:07:25	09:45:00

0:00:21

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparación})} = \frac{6:17:35 * 100}{5:57:35 + 1:40:00} = \boxed{DM = 82,52\%}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas Stand by}) * 100}{(\text{Horas totales})} = \frac{(6:17:35 + 2:07:25) * 100}{9:45:00} = \boxed{DF = 86,32}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de stand by})} = \frac{6:17:35 * 100}{(6:17:35 + 2:07:25)} = \boxed{USO = 74,77}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$\text{UTIL.EFEC (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} * 100 =$$

$$\frac{6:17:35}{9:45:00} * 100$$

UTIL.EFEC= 78,22

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	PRODUCCION HORARIA	RENDIMIENTO
JUMBO 200	83%	86%	74,77%	78,22%	342 m3/hr	86,60%

TIEMPO DE CICLO

ESTERIL	
0:06:42	
0:10:44	
0:09:51	
0:11:23	
0:09:40	PROMEDIO

PASES ESTERIL	
13	
15	
16	
14	
14,5	

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	OPRADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
CAMION MACK 1	M1	49	25	10 meses
CAMION MACK 2	M2	42	20	2 años
CAMION CASE	C1	31	6	3 años
JUMBO 200	J1	26	15	4 años

23				0:20			0:20	8:40	
24									
25									
26									
27		0:55			5:15		0:13	6:23	3:07
28	1:00		0:30		1:00		2:00	4:30	5:00
29	0:30							0:30	8:45
30				0:30				0:30	9:00
31	1:00	0:40	1:25					3:05	6:05
TOTAL	4:55:00	3:40:00	5:21:00	1:40:00	39:00:00	6:45:00	14:28:00	71:34:00	113:59:00

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY
113:59:00	45:45:00	30:04:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparaci3n})} = \frac{113:59:00}{(113:59 + 45:45)}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas Stand by}) * 100}{(\text{Horas totales})} = \frac{(113:59 + 30:04)}{185:33:00}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$\text{USO (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de stand by})} = \frac{113:59:00}{(113:59 + 30:04)}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$\text{UTIL.EFEC (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{\text{Horas totales}} = \frac{113:59:00}{185:33:00}$$

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
ATLAS COPCO	71,35	77,63	79,12	61,43	672	25552,8

RENDIMIENTO PERFORADORA INGRESOLL RAND MES DE JULIO

PARADAS JULIO								HORAS TRABAJADAS
DIAS	VOLADURA	LLUVIA	CHARLA DE SEGURIDAD	FALLAS MECANICAS	FALLA DEL COMPRESOR	OTROS	TOTAL	
1	1:00					0:30	1:30	8:05
2			0:30	0:25	2:00		2:55	6:05
3	1:30					3:00	4:30	4:30
4								
5								
6								9:30
7					1:00		1:00	8:30
8				4:30		2:30	7:00	2:40
9			0:40				0:40	8:20
10	0:35					1:00	1:35	7:05

11				0:50			0:50	3:50
12								
13	0:45			2:00	1:00		3:45	6:00
14					2:15		2:15	6:35
15		0:05				2:15	2:20	6:55
16			0:30	6:10			6:40	3:20
17								7:45
18								
19								
20	0:30			1:30			2:00	6:45
21		1:00		2:25			3:25	6:05
22								
23			0:30				0:30	8:30
24								
25								
26								
27				0:40			0:40	4:20
28		2:30			2:50	1:00	6:20	4:40
29								
30								
31								
TOTAL	4:20:00	3:35:00	2:10:00	18:30:00	9:05:00	10:15:00	55:40:00	119:30:00

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY	HORAS TOTALES
119:30:00	27:35:00	16:45:00	175:10:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{100 = \text{Horas trabajadas} *}{\text{(Horas trabajadas + horas de reparación)}} = \frac{119:30:00}{(119:30+ 27:35)}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(Horas trabajadas + horas Stand by) * 100}{\text{(Horas totales)}} = \frac{(119:30 + 16:45)}{175:10:00}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{100 = \text{Horas trabajadas} *}{\text{(Horas trabajadas + horas de stand by)}} = \frac{119:30:00}{(119:30 + 16:45)}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$UTIL.EFEC (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} *}{\text{Horas totales}} = \frac{119:30:00}{175:10:00}$$

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
INGRESOLL RAND	81,25	77,79	87,71	68,22	845	28920,13

RENDIMIENTO DE LA PERFORADORA ATLAS COPCO MES DE AGOSTO

PARADAS AGOSTO

DIAS	ALMUERZO	VOLADURA	LLUVIA	CHARLA DE SEGURIDAD	FALLAS MECANICAS	FALLA DEL COMPRESOR	OTROS	TOTAL	HORAS TRABAJADAS
1									5:50:00
2									
3					0:35	1:10	0:20	2:05	6:25:00
4							0:15	0:15	8:30:00
5					2:00			2:00	3:20:00
6									
7									
8									
9									
10	0:30	0:40			3:57			5:07	4:08:00
11	0:35							0:35	8:40:00
12			0:40		1:05	2:50		4:35	4:10:00
13				0:25	0:40		0:40	1:45	7:45:00
14			0:40		0:45			1:25	7:35:00
15									8:40:00
16									
17					0:30			0:30	4:15:00
18									
19							4:40	4:40	1:35:00
20	0:50			0:25		1:45		3:00	7:00:00
TOTAL	1:55:00	0:40:00	1:20:00	0:50:00	9:32:00	5:45:00	5:55:00	25:57:00	77:53:00

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY
77:53:00	15:17:00	10:40:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{(Horas trabajadas + horas de reparación)}} * 100 = \frac{77:53:00}{(77:53+ 15:17)}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{\text{(Horas trabajadas + horas Stand by)}}{\text{(Horas totales)}} * 100 = \frac{(77:53+ 10:40)}{103:50:00}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{(Horas trabajadas + horas de stand by)}} * 100 = \frac{77:53:00}{(77:53+ 10:40)}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$UTIL.EFEC (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} * 100 = \frac{77:53:00}{103:50:00}$$

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE AGOSTO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
ATLAS COPCO	71,35	77,63	79,12	61,43	468	17795,7

RENDIMIENTO DE LA PERFORADORA INGRESOLL RAND MES DE AGOSTO

PARADAS AGOSTO

DIAS	VOLADURA	LLUVIA	CHARLA DE SEGURIDAD	FALLAS MECANICAS	OTROS	TOTAL	HORAS TRABAJADAS
1							
2							
3							
4							
5							
6			0:40			0:40	9:20:00
7							7:40:00
8		0:47			0:25	1:12	7:28:00
9							
10	0:35					0:35	9:15:00
11				4:05		4:05	5:40:00
12		0:40		1:10		1:50	7:51:00
13			0:30			0:30	9:30:00
14				5:30		5:30	4:10:00
15							
16							
17		2:50				2:50	6:10:00
18				6:00		6:00	4:00:00
19	0:30			3:00	1:40	5:10	4:30:00
20			0:40	1:00		1:40	8:20:00
TOTAL	1:05:00	4:17:00	1:50:00	20:45:00	2:05:00	6:02	83:54:00

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY	HORAS TOTALES
83:54:00	20:45:00	9:17:00	113:56:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparación})} * 100 = \frac{83:54:00}{(83:54 + 20:17)}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas Stand by})}{(\text{Horas totales})} * 100 = \frac{(83:54 + 9:17)}{113:56:00}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de stand by})} * 100 = \frac{83:54:00}{(83:54 + 9:17)}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$UTIL.EFEC (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} * 100 = \frac{83:54:00}{113:56:00}$$

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE AGOSTO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD AFISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	METROS PERFORADOS	TON/MES
INGRESOLL RAND	80,17	81,79	90,04	73,64	542	18550

ANEXO IV DATOS TOMADOS EN CAMPO EQUIPOS DE CARGA Y ACARREO CONTRATISTA 2

FECHA : LUNES, 03/08/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA:2

NIVEL: 180

CLIMA: SOLEADO

MATERIAL:CALIZA

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a
4:45

DISTANCIA 1800 Km

DESCARGA: TRITURADORA LINEA 1

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	OPERADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
SINA 2	S2	36	6	6 años
KOMAT 3	K3	36	8	1 años

KOMAT 4	K4	30	2	2 años
EXCAVADORA 1	E1	31	1 año y 6 meses	1 año y 6 meses

PASES POR EQUIPOS

KOMATSU 3			SINOWAY 2			KOMATSU 4		
TIEMPO (min)	Nº PASES	ANG GIRO	TIEMPO (min)	Nº PASES	ANG GIRO	TIEMPO (min)	Nº PASES	ANG GIRO
4:52:00	14	180	3:32:00	12	90	2:44:00	10	90
4:39:00	15	180	3:52:00	13	90	2:34:00	11	90
4:28:00	15	90	3:30:00	12	90	4:05:00	16	90
4:10:00	15	90	3:28:00	13	90	3:26:00	12	90
3:49:00	15	180	4:25:00	12	90	3:01:00	11	90
5:42:00	16	180	5:07:00	13	90	3:36:00	12	90
4:21:00	15	180	4:45:00	13	90	3:40:00	12	90
4:18:00	15	90	4:26:00	13	90	4:01:00	13	90

4:56:00	16	90	4:57:00	14	90	3:51:00	12	90	
3:11:00	14	90	4:42:00	13	90	3:59:00	13	90	
4:29:36	15		4:16:24	12,8	90	3:29:42	12,2	90	PROMEDIO

ESPERA DE LOS CAMIONES

	TIEMPO (min)									
KOMATSU 3	1:06:00	1:15:00	7:28:00	3:46:00	1:57:00	6:04:00	5:40:00	2:29:00	1:41:00	1:12:00
SINOWAY 2	6:15:00	7:09:00	7:25:00	7:15:00	6:49:00	7:20:00	6:55:00	6:41:00	7:19:00	7:17:00
KOMATSU 4	5:20:00	1:58:00	1:49:00	4:41:00	1:43:00	0:56:44	3:30:00	2:44:00	0:57:16	4:10:00

ESPERA DE LA EXCAVADORA

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
KOMATSU 3	1:13:00	6:05:00	2:55:00	2:36:00	1:17:00	1:28:00	1:56:00	2:51:00	5:02:00	1:36:00	02:50:07
SINOWAY 2	0:54:32	0:41:52	1:04:00	2:12:00	1:16:00	0:55:34	1:09:00	1:35:00	0:49:36	1:12:00	01:10:57
KOMATSU 4	0:51:28	3:46:00	1:16:00	1:31:00	2:18:00	0:42:56	1:29:00	3:44:00	1:16:00	0:59:11	01:34:49

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

KOMATSU 3		SINOWAY 2		KOMATSU 4	
FRENTE	TRITURADORA LINEA 1	FRENTE	TRITURADORA LINEA 1	FRENTE	TRITURADORA LINEA 1
0:18:20	0:19:25	0:40:11	0:19:16	0:13:29	0:22:36
0:31:29	0:19:59	0:39:29	0:18:54	0:29:34	0:26:28
0:42:15	0:27:00	0:32:34	0:40:21	0:27:17	0:23:21
0:32:05	0:20:03	0:35:17	0:21:46	0:32:48	0:23:30
0:33:37	0:19:40	0:34:25	0:19:05	0:22:25	0:34:12
0:32:05	0:21:14	0:39:57	0:18:13	0:31:42	0:24:07
0:30:46	0:18:56	0:34:51	0:39:10	0:26:12	0:22:14
0:41:18	0:20:23	0:33:19	0:26:08	0:28:45	0:22:47
0:31:54	0:21:01	0:33:40	0:20:16	0:31:41	0:24:33
0:42:31	0:19:29	0:31:20	0:19:26	0:30:09	0:23:49

TIEMPO POR PASES

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
KOMATSU 3	0:12:48	0:15:11	0:19:12	0:18:32	0:19:04	0:15:42	0:13:32	0:12:35	0:13:04	0:12:18	0:15:12
ANG GIRO	180	180	180	180	180	90	90	90	90	90	

SINOWAY 2	0:17:24	0:18:55	0:18:12	0:19:29	0:25:00	0:21:32	0:21:06	0:18:36	0:22:02	0:19:27	0:20:10
ANG GIRO	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
KOMATSU 4	0:11:10	0:18:00	0:15:14	0:16:36	0:16:19	0:19:20	0:11:28	0:13:30	0:09:12	0:18:52	0:14:58
ANG GIRO	270	180	180	180	180	180	180	180	180	90	

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
KOMATSU 3	3:36:00	3:45:00	3:21:00	3:07:00	3:19:00	0:29:28	0:19:55	0:34:15	0:31:52	0:25:41	2:50:00	2:15:00	2:37:00	2:41:00	4:09:00
SINOWAY 2	3:11:00	3:09:00	3:25:00	3:10:00	3:28:00	0:31:01	0:30:06	0:28:42	0:34:06	0:32:12	2:33:00	2:20:00	2:38:00	2:27:00	2:19:00
KOMATSU 4	3:08:00	4:04:00	4:31:00	4:26:00	4:17:00	0:52:09	1:29:00	1:11:00	0:50:22	0:58:33	2:33:00	3:09:00	2:44:00	2:56:00	3:02:00

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 2

TIEMPO DE BAJADA (DESCARGADO) PENDIENTE 2

KOMATSU 3	SINOWAY 2	KOMATSU 4
0:26:04	0:51:32	0:43:08
0:27:53	0:48:44	0:31:05
0:33:12	0:49:21	0:40:19

KOMATSU 3	SINOWAY 2	KOMATSU 4
0:19:12	0:27:23	0:20:18
0:19:22	0:17:28	0:16:22
0:27:05	0:17:30	0:17:28

0:32:45	1:11:00	0:43:07
0:28:51	0:56:40	0:43:13
0:26:06	0:59:17	0:31:19
0:31:33	1:03:00	0:42:40
0:31:18	0:43:58	0:43:39
0:26:49	0:48:19	0:42:45
0:32:16	0:47:51	0:30:53

0:18:25	0:18:49	0:20:22
0:23:20	0:16:05	0:15:32
0:18:51	0:24:11	0:19:07
0:26:43	0:26:37	0:16:59
0:17:47	0:22:18	0:14:51
0:26:05	0:21:40	0:15:32
0:25:33	0:18:52	0:17:43

ESPERA DE LOS CAMIONES EN LA TRITURADORA

TIEMPO (min)										
KOMATSU 3	1:46:00	0:55:09	1:17:00	0:52:32	0:59:05	0:49:34	1:22:00	0:50:36	1:30:00	1:12:00
SINOWAY 2	0:27:23	0:17:28	0:17:30	0:16:50	0:29:14	0:31:46	0:28:00	0:16:07	0:40:11	0:21:38
KOMATSU 4	1:23:00	1:43:00	0:57:14	0:50:33	0:56:42	0:49:08	0:59:29	1:18:00	1:53:00	1:10:00

NUMERO DE VIAJES				
TURNO	KOMATSU 3	SINOWAY 2	KOMATSU 4	TOTAL
7:30 a 11:45 Y 12:30 a 5:00	33	24	12	69

FECHA :MARTES, 04/08/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA: 2

NIVEL: PATIO

CLIMA: SOLEADO

MATERIAL:CALIZA

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a 4:45

DESCARGA: TRITURADORA LINEA 1 Y LINEA 2

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	OPERADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
KOMAT 8	K8	46	3	3 años
EXCAVADORA 2	E2	21	2	2 años

PASES POR EQUIPOS

ESPERA DE LA EXCAVADORA

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

KOMATSU
8

KOMATSU 8

KOMATSU 8

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
KOMATSU 8	1:18:00 *	1:15:00 *	0:21:36	0:19:36	0:10:37	0:27:04	0:23:38	0:30:08	0:27:35	0:36:06	1:00:25	0:56:23	0:21:19	0:23:51	0:44:31

ESPERA DE LOS CAMIONES EN LA TRITURADORA

	TIEMPO (min)									
KOMATSU 8	1:33:00 *	0:38:28 *	15:46:00	7:56:00	6:14:00	3:18:00	1:22:00	4:19:00	1:30:00	0:59:13

PARADA EN LA TOLVA DE RECEPCION POR SOLDADURA 15:46

SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 3 BAJADA (VACIO) PENDIENTE 3

KOMATSU 8
0:26:15
0:25:10

KOMATSU 8
0:11:26
0:09:21

NUMERO DE VIAJES

TURNO	KOMATSU 8
7:00 a 11:45 Y 12:30 a 6:45	27

FECHA :MIERCOLES, 05/08/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA: 2

NIVEL: 190

CLIMA: SOLEADO

MATERIAL:CALIZA DE BAJA CALIDAD

TURNOS TRABAJADOS 7:00 am a 12:00 y 12:30 pm a 6:45

DESCARGA ESCOMBRERA 2

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	OPERADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
KOMAT 8	K8	46	3	3 años
EXCAVADORA 2	E2	21	2	2 años

PASES POR EQUIPOS

KOMATSU 8		
TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO
3:30:00	12	90
4:39:00	14	90
4:13:00	14	90
4:30:00	14	90
4:15:00	13	90
4:26:00	14	90
4:18:00	14	90

ESPERA DE LA EXCAVADORA

KOMATSU 8
TIEMPO (min)
13:52:00
8:47:44
8:48:28
11:06:10
9:01:08
5:34:57
8:50:32

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

KOMATSU 8	
FRENTE	ESCOBRERA 2
0:26:02	0:46:12
0:28:33	0:28:56
0:31:39	0:14:14
0:30:25	0:15:26
0:26:27	0:23:41
0:26:42	0:14:04
0:25:56	0:13:03

KOMATSU 8	4:40:00	3:06:00	3:10:00	4:42:00	3:07:00	2:42:00	2:55:00	3:14:00	2:46:00	3:27:00
------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

TIEMPO DE DESCARGA

(min)

KOMATSU 8	0:28:02	0:41:06	0:29:24	0:57:27	0:38:36	0:41:54	0:28:46	0:56:00	0:37:25	0:40:29
------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

ESPERA DEL CAMION POR LA EXCAVADORA

TIEMPO (min)

KOMATSU 3	2:10:00	1:09:00	0:25:32	0:40:11	1:12:00	0:37:26	0:49:51	1:37:00	0:25:43	0:39:00
------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**TIEMPO DE BAJADA (CARGADO)
PENDIENTE 2**

KOMATSU 8
0:25:29
0:28:11
0:23:58
0:23:32
0:24:14
0:19:25
0:22:54
0:27:06
0:26:18
0:25:47

**TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO)
PENDIENTE 4**

KOMATSU 8
0:34:16
0:28:35
0:30:48
0:30:21
0:31:08
0:26:15
0:25:42
0:32:25
0:28:22
0:33:19

**TIEMPO DE BAJADA (VACIO) PENDIENTE
4**

KOMATSU 8
0:28:41

**TIEMPO DE SUBIDA (VACIO)
PENDIENTE2**

KOMATSU 8
0:32:21

0:25:38
0:24:06
0:32:03
0:22:41
0:23:52
0:31:16
0:27:35
0:26:55
0:30:19

0:28:14
0:32:12
0:26:47
0:35:29
0:26:15
0:31:54
0:27:06
0:30:21
0:28:39

TURNO	TOTAL DE VIAJES
7:00 a 11:45 Y 12:30 a 6:45	37

FECHA :JUEVES, 06/08/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA: 2

NIVEL: PATIO

CLIMA: SOLEADO

MATERIAL: CALIZA

TURNOS TRABAJADOS 7:40 am a 12:00 y 12:30 pm a 4:45

DESCARGA TRITURADORA LINEA 2

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	OPERADOR	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
KOMAT 4	K4	30	2	2 años
KOMAT 8	K8	46	3	3 años
EXC 2	E2	21	2	2 años

CHARLA DE SEGURIDAD 7:00 A 7:30

PALADAS POR EQUIPOS

KOMATSU 4	KOMATSU 8
------------------	----------------------

KOMATSU 8	0:15:45	0:16:41	0:16:26	0:16:12	0:17:16	0:17:27	0:20:23	0:16:54	0:18:49	0:19:50	0:17:34
ANG GIRO	90	90	90	90	90	90	120	90	120	120	
											0:17:38

**ESPERA DE LOS
CAMIONES**

	TIEMPO (min)										PROMEDIO
KOMATSU 4	2:52:00	4:15:00	15:02:00	3:46:00	3:51:00	4:07:00	1:29:00	3:24:00	7:51:00	8:51:00	5:32:48
KOMATSU 8	3:58:00	9:47:00	1:45:00	4:18:00	3:37:00	1:19:00	4:45:00	3:08:00	0:59:10	3:33:00	3:42:55
											4:37:51

	TIEMPO DE ACARREO (CARGADO)									
	(min)									
KOMATSU 4	0:40:20	0:58:10	0:52:34	0:53:10	0:38:35	0:48:54	0:55:39	0:50:31	0:49:41	0:57:09
KOMATSU 8	1:23:00	1:09:00	1:05:00	1:27:00	1:14:00	1:22:00	1:11:00	1:25:00	1:20:00	1:23:00

TIEMPO DE ACARREO (DESCARGADO)**(min)**

KOMATSU 4	0:49:01	0:51:50	0:58:15	0:43:16	0:50:09	0:49:15	0:55:57	0:58:33	0:56:02	0:57:41
KOMATSU 8	0:45:56	1:01:00	0:55:04	0:53:37	0:54:18	0:52:38	0:59:06	1:08:00	0:59:47	0:49:21

TIEMPO DE DESCARGA**(min)**

KOMATSU 4	0:34:43	0:31:50	0:26:45	0:27:08	0:28:39	0:26:50	0:32:00	0:29:16	0:30:08	0:26:53
KOMATSU 8	0:33:33	0:21:16	0:24:22	0:32:13	0:23:51	0:30:22	0:29:36	0:31:47	0:25:19	0:33:08

ESPERA DEL CAMION EN LA TRITURADORA**TIEMPO (min)**

KOMATSU 4	0:35:43	5:12:00	0:48:22	1:49:00	0:40:15	0:38:34	0:53:50	1:07:00	0:55:03	0:34:19
----------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

KOMATSU 8	4:48:00	3:52:00	2:51:00	4:28:00	0:29:35	0:53:17	1:58:00	4:20:00	2:41:00	0:54:35
----------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 3

KOMATSU 3	KOMATSU 8
0:15:52	0:16:25
0:16:12	0:16:32
0:12:18	0:18:42
0:14:33	0:14:58
0:18:02	0:19:05
0:14:12	0:15:09
0:17:03	0:17:24
0:15:46	0:18:06
0:19:08	0:19:11
0:18:55	0:17:52

**TIEMPO DE BAJADA (DESCARGADO) PENDIENTE
3**

KOMATSU 3	KOMATSU 8
0:11:24	0:09:42
0:18:05	0:09:01
0:10:48	0:12:13
0:08:57	0:08:06
0:09:21	0:10:46
0:10:55	0:08:22
0:13:40	0:11:19
0:15:14	0:10:35
0:08:56	0:11:10
0:09:37	0:09:58

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

KOMATSU 3		KOMATSU 8	
FRENTE	TRITURADORA LINEA 2	FRENTE	TRITURADORA LINEA 2
0:20:56	0:22:01	0:40:11	0:19:16
0:28:40	0:21:52	0:39:29	0:18:54
0:28:29	0:21:46	0:32:34	0:40:21
0:27:54	0:22:30	0:35:17	0:21:46
0:26:35	0:20:44	0:34:25	0:19:05
0:27:11	0:21:15	0:39:57	0:18:13
0:24:49	0:19:37	0:34:51	0:39:10
0:26:07	0:22:17	0:33:19	0:26:08
0:25:48	0:21:31	0:33:40	0:20:16
0:26:44	0:19:38	0:31:20	0:19:26

ACOMODO DEL PATIO 15:02

NUMERO DE VIAJES

TURNOS	KOMATSU 3	KOMATSU 8	TOTAL
7:30 a 11:45 Y 12:30 a 4:45	20	20	40

FECHA :VIERNES, 07/08/09

TIEMPOS DE CARGAS Y ACARREO

CONTRATISTA:2

NIVEL: 180

CLIMA: NUBLADO

MATERIAL:CALIZA

TURNOS TRABAJADOS 7:40 am a 12:00 y 12:30 pm a
4:00

DESCARGA TRITURADORA LINEA

1

DATOS DE LOS OPERADORES

EQUIPO	APELLIDO	EDAD	EXPERIENCIA CON EQUIPO (AÑOS)	EXPERIENCIA CON EQUIPOS EN CANTERAS
SINA 1	S1	23	2	2 años
SINA 2	S2	36	6	6 años
KOMA 3	K3	36	8	1 años
EXC 1	E1	31	1 año y 6 meses	1 año y 6 meses

SINA 2			SINA 1			KOMA 3			
TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO	TIEMPO (min)	N° PALADAS	ANG GIRO	FRENT E
5:55:00	17	90	6:16:00	15	180	4:53:00	16	90	F1
5:41:00	17	90	5:50:00	15	90	5:21:00	16	90	F1
6:28:00	17	120	5:42:00	15	90	4:57:00	15	90	F2
4:41:00	12	90	8:25:00 *	12	90	4:48:00	16	90	F3
4:49:00	14	90	3:49:00	15	180	5:16:00	15	90	F3
	15,4			14,4			15,6		

* SE ESTABA AGOTANDO EL MATERIA EN ESE FRENTE EL BALDE SE LLENO HASTA LA MITAD

EL CAMION SINOWAY 1 SE INCORPORO AL FRENTE A LAS 9:16 am

CAMBIO DE FRENTE 2 POR AGOTAMIENTO DEL MATERIAL DE 9:34 A 9:50

CAMBIO DE FRENTE 3 AL NIVEL 170 POR AGOTAMIENTO DEL MATERIAL DE 10:16 A 10:20

ARREGLO DEL NUEVO FRENTE 6:18 min

ACOMODO DEL FRENTE 3:10 min

EL CAMION KOMATSU 3 PRESENTO A LAS 10:15 HASTA LAS 11:00 am Y DE 1:30 HASTA LAS 2:30 FALLA POR BATERIA

ESPERA DE LOS CAMIONES

	TIEMPO (min)					PROMEDIO
SINOWAY 2	4:38:00	3:48:00	11:34:00	8:27:00	4:58:00	6:41:00
SINOWAY 1	18:41:00	4:37:00	6:41:00	3:19:00	6:02:00	7:52:00
KOMATSU 3	6:34:00	4:50:00	5:38:00	4:22:00	6:03:00	5:46:15
* ESPERO POR 2 CAMIONES Y ACOMODO DEL FRENTE						20:19:15

TIEMPOS DE MANIOBRA (min)

SINOWAY 2	TRITURADORA LINEA 1	SINOWAY 1		KOMATSU 3	
		FRENTE	TRITURADORA LINEA 1	FRENTE	TRITURADORA LINEA 1
0:34:39	0:21:09	1:06:00	0:30:39	0:36:19	0:25:45

0:27:39	0:32:29	0:36:26	0:36:34	0:29:57	0:31:05
0:20:52	0:23:40	1:18:00	0:39:57	0:30:24	0:30:46
0:17:12	0:35:42	0:26:51	0:36:23	0:32:30	0:29:00
0:22:41	0:24:16	0:44:58	0:38:04	0:29:31	0:28:54

TIEMPO POR PASES

	TIEMPO (min)					PROMEDIO
SINOWAY 2	0:15:00	0:13:20	0:14:08	0:14:15	0:09:24	0:13:13
ANG GIRO	20	20	20	20	20	
SINOWAY 1	0:18:40	0:13:39	0:18:20	0:11:16	0:27:00	0:17:47
ANG GIRO	90	90	90	90	180	
KOMATSU 3	0:12:58	0:16:21	0:17:02	0:17:10	0:16:03	0:15:55
ANG GIRO	20	90	90	180	90	
						0:15:38

	TIEMPO DE ACARREO (IDA)					TIEMPO DE DESCARGA					TIEMPO DE ACARREO (VUELTA)				
	(min)					(min)					(min)				
SINOWAY 2	2:45:00	2:56:00	2:38:00	3:51:00	3:38:00	0:47:41	0:49:45	0:44:30	0:43:26	0:41:32	1:57:00	2:09:00	2:06:00	3:32:00	3:18:00

SINOWAY 1	2:51:00	2:47:00	2:30:00	3:36:00	3:41:00	0:59:07	1:07:00	0:54:56	1:04:00	0:52:07	3:22:00	2:41:00	2:34:00	3:34:00	2:19:00
KOMATSU 3	2:56:00	2:44:00	2:37:00	3:55:00	3:40:00	0:51:34	1:14:00	1:08:00	0:55:34	0:59:20	2:30:00	2:26:00	2:04:00	2:56:00	3:29:00

TIEMPO DE BAJADA (DESCARGADO) PENDIENTE 1

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 1

SINOWAY 2	SINOWAY 1	KOMATSU 3
0:21:58	0:27:55	0:28:09
0:25:37	0:28:19	0:30:22

SINOWAY 2	SINOWAY 1	KOMATSU 3
0:20:28	0:23:47	0:25:03
0:21:04	0:22:50	0:23:09

TIEMPO DE BAJADA (DESCARGADO) PENDIENTE 2

TIEMPO DE SUBIDA (CARGADO) PENDIENTE 2

SINOWAY 2	SINOWAY 1	KOMATSU 3
0:31:58	0:47:21	0:43:00
0:46:08	0:54:16	0:36:55
0:38:31	0:46:12	0:52:39
0:34:13	0:36:40	0:48:23
0:27:54	0:42:56	0:47:11

SINOWAY 2	SINOWAY 1	KOMATSU 3
0:18:20	0:17:26	0:20:54
0:17:56	0:22:41	0:19:06
0:17:38	0:22:38	0:18:57
0:16:16	0:20:20	0:21:36
0:17:43	0:19:33	0:19:22

NUMERO DE VIAJES

TURNO	SINOWAY 2	SINOWAY 1	KOMATSU 3	TOTAL
7:30 a 11:45 Y 12:30 a 2:00	12	6	5	23

CALCULO DE RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA 1

PARADAS AGOSTO EXCAVADORA 1

DIAS	ALMUERZO	VOLADURA	ESPERA POR CAMIONES	CAMBIO DE FRENTE	ACOMODO DE FRENTE	
1	0:30:00	0:30:00	0:05:36			
5	0:30:00			0:20:00	0:09:28	
PROMEDIO	1:00:00	0:30:00	0:05:36	0:20:00	0:09:28	2:05:04

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY	HORAS TOTALES
6:19:56	1:20:00	2:05:04	09:45:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparacion})} = \frac{6:19:56 * 100}{3:19:56 + 1:20:00}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas Stand by}) * 100}{(\text{Horas totales})} = \frac{(6:19:53 + 2:05:04) * 100}{9:45:00}$$

9:45:00

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de stand by})} = \frac{6:19:56 * 100}{(6:19:56 + 2:05:04)}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$UTIL.EFEC (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{\text{Horas totales}} = \frac{6:19:56 * 100}{9:45:00}$$

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD	USO DE LA	UTILIZACION	PRODUCCION	RENDIMIENTO
--------	-------------------------	----------------	-----------	-------------	------------	-------------

		FISICA	DISPONIBILIDAD	EFFECTIVA	HORARIA	
JUMBO 200	82,61%	86,32%	75,23%	69,94%	213,75 ton/hr	44.1%

TIEMPO DE CICLO

tiempo por palada (seg)	PALADAS	
0:16:47	13	
0:15:38	15	
0:16:12	14	PROMEDIO

CALCULO DE RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA 2

PARADAS AGOSTO EXCAVADORA 2

DIAS	ALMUERZO	CHARLA DE SUGURIDAD	ESPERA POR CAMIONES		
2	0:30:00		0:05:26		
3	0:30:00		0:08:54		
4	0:30:00	0:30:00	0:04:38		
PROMEDIO	0:30:00	0:30:00	0:06:19	1:06:19	09:18:41

HORAS TRABAJADAS	HORAS DE REPARACION	HORAS STAND BY	HORAS TOTALES
9:18:41	1:20:00	1:06:19	11:45:00

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$DM (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de reparación})} = \frac{9:18:41 * 100}{9:18:41 + 1:20:00} = \boxed{DM = 87,47\%}$$

DISPONIBILIDAD FISICA

$$DF (\%) = \frac{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas Stand by}) * 100}{(\text{Horas totales})} = \frac{(9:18:41 + 1:06:19) * 100}{11:45:00} = \boxed{DF = 88,65}$$

USO DE LA DISPONIBILIDAD

$$USO (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas} * 100}{(\text{Horas trabajadas} + \text{horas de stand by})} = \frac{9:18:41 * 100}{(9:18:41 + 1:06:19)} = \boxed{USO = 89,39}$$

UTILIZACION EFECTIVA

$$\text{UTIL.EFEC (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} * 100 = \frac{9:18:41}{11:45:00} * 100$$

UTIL.EFEC= 79,24

RENDIMIENTO DEL EQUIPO MES DE JULIO

EQUIPO	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	USO DE LA DISPONIBILIDAD	UTILIZACION EFECTIVA	PRODUCCION HORARIA	RENDIMIENTO
JUMBO 200	87,47%	88,65%	88,39%	79,24%	190 ton/hr	58,71%

TIEMPO DE CICLO

tiempo por palada (seg)	PALADAS
0:15:54	14
0:21:42	14
0:17:38	14

0:18:25

14

PROMEDIO

