

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

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO DE
LA MAQUINARIA MINERA DE LA CANTERA CARAYACA PARA AGOSTO DE
2014**

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

BR. DANIEL SEIJAS P.

PARA OPTAR A LA ASIGNATURA

MINERÍA DE CAMPO (3230)

CARACAS, FEBRERO DE 2015

MINERIA DE CAMPO

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO DE
LA MAQUINARIA MINERA DE LA CANTERA CARAYACA PARA AGOSTO DE
2014**

TUTOR ACADEMICO: PROF. JOSÉ LUIS DE ABREU

TUTOR INDUSTRIAL: ING. MARIANNE GARRIDO

CARACAS, FEBRERO DE 2015

DEDICATORIA

A mi mamá, por demostrar cada día que no hay obstáculos que no se puedan vencer.

Daniel Seijas P.

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO DE
LA MAQUINARIA MINERA DE LA CANTERA CARAYACA PARA AGOSTO DE
2014**

Tutor académico: José Luis de Abreu. Minería de campo 2014. **Caracas, U.C.V.**

Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica

RESUMEN

El mantenimiento dentro de la industria minera es el motor de la producción, ya que este comprende las operaciones necesarias para que un equipo reúna las condiciones adecuadas de trabajo, de tal forma que pueda realizar efectivamente el propósito con el que fue construido.

La presente investigación tuvo como finalidad diagnosticar las condiciones operativas de la maquinaria minera de operaciones unitarias existente en la Cantera Carayaca, propiedad de la Empresa Varguense de Canteras y Minas “VARCAM”, así como realizar una evaluación de la gestión de mantenimiento, con la intención de determinar los parámetros que afectan dicho sistema y generar alternativas que permitan optimizarlo.

La operatividad de los equipos y sus componentes se determinó mediante una jornada de observación y entrevistas al personal, las cuales propiciaron, junto con la recopilación bibliográfica, el plan de mantenimiento diario de los equipos. Se empleó el sistema establecido por la norma COVENIN 2500-93 para evaluar la gestión de mantenimiento y se utilizaron algunas indicaciones de la norma COVENIN 3049-93 para generar herramientas que le faciliten a la empresa, a futuro, implementar un plan de mantenimiento óptimo y un sistema de control para el mismo.

A través de este estudio se pudo conocer los principales problemas que afronta esta compañía, que son la falta de recursos (insumos, materiales, repuestos, etc) y de formatos que permitan llevar un archivo estadístico de las fallas y acciones de mantenimiento realizadas. Debido a la falta de estos registros, fue imposible plantear un sistema de mantenimiento avanzado (predictivo, programado, circunstancial, etc), tampoco se contó con el tiempo suficiente para recabar dicha información por cuenta propia.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 01 |
| CAPITULO I | 02 |
| GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN | 02 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 02 |
| 1.2 Objetivos de la investigación | 03 |
| 1.2.1 General | 03 |
| 1.2.2 Específicos: | 03 |
| 1.3 Justificación | 04 |
| 1.4 Alcance y Limitaciones | 05 |
| CAPÍTULO II | 06 |
| GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y LA CANTERA | 06 |
| 2.1 Aspectos Generales de la Empresa | 06 |
| 2.1.2 Historia de la Empresa | 06 |
| 2.1.3 Misión | 07 |
| 2.1.4 Visión | 07 |
| 2.2 Aspectos Generales de la Cantera Carayaca | 07 |
| 2.2.1 Ubicación general y acceso | 07 |
| 2.2.2 Proceso de producción de la cantera | 08 |
| 2.2.2.1 Operaciones Básicas | 08 |
| 2.2.3 Capacidad Instalada | 11 |
| 2.2.4 Reservas Geológicas | 11 |
| 2.3 Consideraciones Ambientales | 12 |
| CAPÍTULO III | 13 |
| MARCO TEÓRICO | 13 |
| 3.1 Geología | 13 |
| 3.1.1 Geología regional | 13 |
| 3.1.1.1 Complejo La Costa (Mesozoico) | 13 |
| 3.1.1.1.1 Fase Tacagua (Jurásico – Cretácico) | 13 |
| 3.1.1.1.2 Fase Antimano (cretácico). | 14 |

| | |
|--|----|
| 3.1.2 Geología local | 15 |
| 3.1.2.1 Marco geológico local | 15 |
| 3.1.2.2 Secuencia y Descripción Litológica | 15 |
| 3.1.2.3 Definición estructural del yacimiento | 16 |
| 3.2 Minería | 17 |
| 3.2.1 Minería a cielo abierto | 17 |
| 3.2.2 Métodos de explotación a cielo abierto | 18 |
| 3.2.2.1 Canteras | 18 |
| 3.3 Operaciones unitarias básicas de la minería | 18 |
| 3.3.1 Arranque | 18 |
| 3.3.2 Carga | 19 |
| 3.3.3 Acarreo | 19 |
| 3.4 Equipos usados en minería a cielo abierto en Venezuela | 20 |
| 3.4.1 Camiones | 20 |
| 3.4.2 Excavadoras retro o retroexcavadoras | 20 |
| 3.4.3 Cargadores frontales | 20 |
| 3.4.4 Equipos de Perforación | 20 |
| 3.4.5 Tractores | 21 |
| 3.5 Mantenimiento | 21 |
| 3.5.1 Normas dirigidas a la gestión mantenimiento en una organización | 21 |
| 3.5.1.1 Norma venezolana COVENIN 2500-93. “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento”. | 22 |
| 3.5.1.2 Norma COVENIN 1980-89 “Capacidad para mejorar la productividad” | 22 |
| 3.5.1.3 Norma venezolana COVENIN 3049-93 “Mantenimiento, definiciones”. | 23 |
| 3.5.2 Tipos de mantenimiento. | 24 |
| CAPÍTULO IV | 27 |
| MARCO METODOLÓGICO | 27 |
| 4.1 Tipo de Estudio | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Diseño de la Investigación | 27 |
| 4.3 Población y Muestra | 27 |
| 4.5 Instrumentos y Técnicas de Medición | 28 |
| 4.5.1 Diagnóstico Situacional. | 28 |
| 4.5.2 Operatividad de los Equipos | 30 |
| CAPÍTULO V | 31 |
| RESULTADOS Y ANÁLISIS | 31 |
| 5.1 Diagnóstico situacional de la gestión de mantenimiento: | 31 |
| 5.1.1 Ficha de evaluación del mantenimiento según la norma COVENIN 2500-93 | 31 |
| 5.1.2 Listado de Deméritos | 35 |
| 5.1.3 Análisis de la evaluación gestión de mantenimiento | 37 |
| 5.2 Desarrollo del Proyecto de Mantenimiento | 40 |
| 5.2.1 Inventario de Objetos Técnicos | 40 |
| 5.2.2 Codificación de Objetos Técnicos | 42 |
| 5.2.3 Diagnóstico de las condiciones físicas de los equipos | 44 |
| 5.2.4 Plan de mantenimiento diario para los equipos Arranque, Carga y Acarreo | 52 |
| 5.3 Registro de Fallas y Acciones | 56 |
| CONCLUSIONES | 61 |
| RECOMENDACIONES | 62 |
| BIBLOGRAFÍA | 63 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Consumo de explosivo y accesorios utilizados por cada voladura. | 10 |
| Tabla 2: Áreas de evaluación establecidas por la norma COVENIN 2500-93. | 29 |
| Tabla 3: Columnas de la ficha de evaluación. | 29 |
| Tabla 4: Escala de evaluación para clasificar el estado de cada área. | 30 |
| Tabla 5: Evaluación de la gestión mantenimiento | 32 |
| Tabla 6: Resultados del análisis de la gestión de mantenimiento | 34 |
| Tabla 7: Inventario de equipos operativos. | 41 |
| Tabla 8: Inventario de equipos inhabilitados | 41 |
| Tabla 9: Sistema de codificación | 42 |
| Tabla 10: Abreviaciones empleadas en la codificación de los objetos técnicos. | 43 |
| Tabla 11: Codificación de los objetos técnicos | 43 |
| Tabla 12: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-PE-GD-ATD3800-01 | 43 |
| Tabla 13: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CO-GD-D0825CATA2A-01 | 45 |
| Tabla 14: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-RE-CAT-324DL-01 | 46 |
| Tabla 15: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-RE-XCMG-XE230-01 | 47 |
| Tabla 16: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-XCMG-LW800K-01 | 48 |
| Tabla 17: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01 | 49 |
| Tabla 18: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-TR-CHE-T35,1-01 | 50 |
| Tabla 19: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01 | 51 |
| Tabla 20: Índice de instrucciones técnicas para las retroexcavadoras | 52 |
| Tabla 21: Plan de mantenimiento diario – rutinario para el equipo GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01 | 53 |
| Tabla 22: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01 | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM- CC-PE-GD-ATD3800-01 | 55 |
| Tabla 24: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM- CC-CO-GD-D0825CATA2A-01 | 56 |
| Tabla 25: Planilla de registro de fallas | 57 |
| Tabla 26: Historial de Reparaciones de un equipo | 58 |
| Tabla 27: Planilla de mantenimiento diario de los equipos | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Organización administrativa de la empresa | 6 |
| Figura 2. Ubicación geográfica de la cantera Carayaca | 8 |
| Figura 3: Resultados del estudio de la gestión de mantenimiento. | 34 |

INTRODUCCIÓN

La cantera Carayaca, propiedad de la Empresa Varguense de Canteras y Minas “VARCAM C.A.”, se encarga de la extracción, clasificación y comercialización de roca caliza metamórfica, la cual es empleada generalmente como materia prima de construcción. La explotación mineral se realiza mediante voladuras de roca, luego el material volado es cargado en camiones y llevado a las plantas de reducción de tamaño y clasificación, donde se obtiene como resultado diferentes tipos de tamaño de roca como: piedra, polvillo, arrocillo y ripio.

La presente investigación se enfoca en las características de mantenimiento y operatividad de la maquinaria minera, de operaciones básicas, presentes en la Cantera Carayaca. En la actualidad el mantenimiento dentro de una empresa es un factor primordial para el logro de las metas que se proponen en productividad.

En Venezuela los principios básicos de mantenimiento se encuentran en la norma COVENIN que es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad. El desarrollo de esta investigación utiliza específicamente las normas COVENIN 3049-93 “Mantenimiento, definiciones” y COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento”, en la primera se establecen definiciones y principios básicos de la gestión de mantenimiento, la segunda es una herramienta orientada a la evaluación de la gestión de mantenimiento dentro de una organización; ambas están destinadas a establecer las bases de este sistema y a partir de allí plantear metas y objetivos a futuro, dentro de la realidad particular de cada empresa.

La información se presenta 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 los equipos y por consiguiente de las operaciones mineras.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

La Cantera Carayaca es una explotación minera a cielo abierto, actualmente dirigida por la Empresa Varguense de Canteras y Minas “VARCAM”, cuyo propósito principal es suministrar materia prima calcárea para el desarrollo de obras estructurales en el Estado Vargas y cercanías. Actualmente posee una producción mensual aproximada de 6000 m³, cifra que pretende aumentarse a 25.000 m³ mensuales en el año 2015. Para lograr este objetivo la cantera debe operar en condiciones óptimas, es allí donde entra en juego la capacidad operativa de cada uno de sus componentes: Plantas de reducción de tamaño y equipos de arranque, carga y transporte de material.

Uno de los principales problemas que enfrenta la Cantera Carayaca está relacionado con el funcionamiento de los equipos antes mencionados, debido a que la operatividad de los mismos se ve afectada por el plan de mantenimiento deficiente que actualmente se les suministra. La cantera no posee las herramientas básicas para diseñar y aplicar un programa de mantenimiento óptimo: no se han registrado las fallas en la maquinaria, las jornadas de reparaciones, los recursos utilizados o ni ningún otro elemento estadístico necesario para determinar la historia de cada equipo.

Es por ello que se planteó una metodología de trabajo que permitió evaluar la gestión de mantenimiento y estudiar las condiciones operativas de los equipos de perforación, carga y transporte de material para el mes de agosto de 2014, a fin de suministrar a la empresa alternativas que permitan optimizar dicho sistema.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 General

Realizar un estudio de las condiciones operativas de los equipos mineros de la Cantera Carayaca y un diagnóstico de la gestión de mantenimiento, para determinar las debilidades de este sistema y plantear alternativas que permitan optimizarlo.

1.2.2 Específicos:

1. Evaluar las condiciones operativas de los equipos de arranque, carga y acarreo de la cantera Carayaca.
2. Realizar una evaluación de la gestión de mantenimiento empleando la norma COVENIM 2500-93.
3. Generar planillas de control para el mantenimiento y registro de averías.
4. Plantear un plan de mantenimiento diario para los equipos de arranque, carga y acarreo.
5. Recomendar soluciones para mejorar el rendimiento integral del sistema.

1.3 Justificación

El mantenimiento dentro de una empresa es un factor primordial para el logro de las metas que se proponen en productividad. Entre las principales ventajas del mantenimiento, podemos mencionar las siguientes:

1. Mejor conservación de los equipos;
2. Aumento de la calidad y de la productividad;
3. Disminución de paralizaciones imprevistas;
4. Disminución de reparaciones;
5. Reducción de horas extra de trabajo, y
6. Reducción de costos.

Actualmente la Cantera Carayaca no posee un plan óptimo de mantenimiento para sus equipos de perforación, carga y transporte de material, esto es debido principalmente a que no se tiene un registro de averías que permita anticipar las fallas y otros inconvenientes al sistema.

1.4 Alcance y Limitaciones

Se realizó un estudio de las condiciones físicas de los equipos de arranque, carga y acarreo de la empresa VARCAM, junto con una evaluación de la gestión de mantenimiento empleando la norma COVENIN 2500-93. Esta labor permitió señalar las debilidades presentes en la maquinaria, así como en su operación y conservación, con la finalidad de suministrar herramientas que le faciliten a la empresa implementar un plan de mantenimiento óptimo y un sistema de control para el mismo.

Entre las limitaciones para el estudio se puede señalar el poco tiempo para el desarrollo del mismo, que no permitió profundizar sobre los factores que influyen en el rendimiento de los equipos que operan en la cantera. También es importante destacar que la empresa no posee las herramientas para diagnosticar el estado físico de los componentes de dichos equipos, por lo cual solo se pudo determinar su operatividad. La empresa tampoco contaba con un registro de paradas o fallas en la maquinaria, por ende no se contó con las herramientas estadísticas que permitieran plantear un plan de mantenimiento avanzado.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y LA CANTERA

2.1 Aspectos Generales de la Empresa

2.1.2 Historia de la Empresa

Con el fin de suministrar materia prima para las distintas obras civiles impulsadas por el Estado Venezolano, la Gobernación del Estado Vargas crea mediante el Decreto N° 110-2013 de fecha 27 de diciembre de 2013, extraordinaria N°682, la Empresa Varguense de Canteras y Minas (VARCAM C.A.). La sede principal, en donde se encuentran las oficinas administrativas, está ubicada al final de la avenida La Armada, urbanización Fundación Mendoza, parroquia Urimare, municipio Catia la Mar. Dicha empresa ha gerenciado varias canteras en el Estado Vargas, actualmente la Cantera Carayaca se encuentra bajo su jurisdicción.

La administración es ejercida por un gerente general asignado por el Gobernador del Estado Vargas, quien a su vez distribuye las distintas labores a los diferentes departamentos que operan en la empresa, tal y como se muestra en la figura 1:

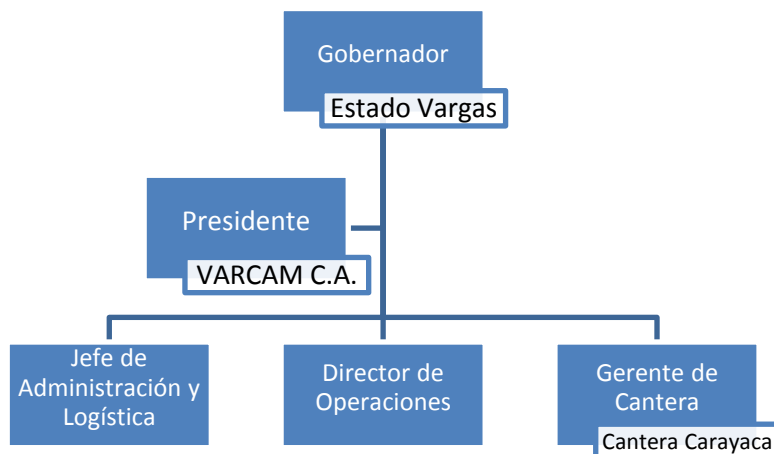


Fig. 1: Organización administrativa de la empresa.

2.1.3 Misión

La Empresa Varguense de Canteras y Minas, adscrita a la gobernación de Estado Vargas, tiene como misión la exploración, desarrollo, comercialización y explotación selectiva de minerales metálicos y no metálicos de la corteza terrestre, superficiales y subterráneos. Así como también el desarrollo de proyectos mineros y alianzas estratégicas y comerciales que contribuyan al logro de sus objetivos.

2.1.4 Visión

Ser líder de calidad y alta capacidad productiva en la extracción, industrialización y comercio de minerales metálicos y no metálicos, asegurando una sostenida credibilidad a través de productos y servicios óptimos. Desarrollo de proyectos mineros y otras obras que beneficien al Estado.

2.2 Aspectos Generales de la Cantera Carayaca

2.2.1 Ubicación general y acceso

La Cantera Carayaca está ubicada en la localidad de la Hacienda Boca de Topo, Jurisdicción del Municipio Libertador, Distrito Capital, cuyo acceso se practica desde el Km. 11 de la autopista Caracas – La Guaira. En la vía de Caracas hacia La Guaira, el acceso se logra tomando a la derecha en el Sector El Limón, luego de la pasarela, pasando por el túnel debajo de la autopista y atravesando la quebrada Tacagua, donde se hace un recorrido de unos 2 Km de carretera para llegar al portón de entrada a las instalaciones de la cantera.

La extracción del material rocoso se realiza actualmente en un área conocida como Frente 2 de unos 93.000 m², pero también existe otra área denominada Frente 4 que ha sido objeto de explotación pero actualmente se encuentra inactivo. El área total del fundo Boca de Topo es de unas 202,00 hectáreas, la cuales se encuentran dentro de las siguientes coordenadas UTM: N: 1165000 a N: 1163400 y E: 718540 a E: 720230.

CANTERA TACAGUA



Figura 2. Ubicación geográfica de la cantera Carayaca

2.2.2 Proceso de producción de la cantera

El desarrollo de la explotación de la Cantera Carayaca se da como un proceso a cielo abierto, donde se labora con una planificación a corto y mediano plazo, explotando un solo banco a la vez.

2.2.2.1 Operaciones Básicas

Las operaciones básicas son aquellas actividades consideradas primarias en la realización de cualquier actividad minera, compuesta por las labores de remoción de la capa vegetal y el arranque, carga, acarreo y trituración de la mena.

Las labores de arranque de la roca se realizan a través del método de perforación y voladura, debido a la dureza que presenta la roca que impide que esta pueda ser arrancada por medio de métodos mecánicos. Esta labor se efectúa tomando en cuenta las características geológicas locales (diaclasas, fallas, etc.) y las restricciones legales en cuanto a cargas permisibles por microretardo para voladuras cercanas a poblados.

El patrón de perforación que utilizan tiene forma de tresbolillo, dejando 2.6 metros de retiro y 3.25 metros de espaciamiento. Se utiliza booster para iniciar la carga (ANFO), retardos de 17 y 42 milisegundos y una carga total por microretardo de 20 Kg. Es importante destacar que durante la realización de este estudio el equipo de perforación estaba fuera de servicio, por lo cual no se pudo determinar el tiempo de perforación promedio por barreno, sin embargo, el operador del equipo afirmó que tardaba aproximadamente una hora y media, dependiendo de las condiciones de la roca.

Los parámetros de la perforación son los siguientes:

Altura de Banco = 10 m

Longitud de Perforación = 11 m

Sobreperforación = 1 m

Retiro = 2.6 m

Espaciamiento = 3.25 m

Taco = 2.6 m

Diámetro de perforación = 3.5"

En condiciones de trabajo, comúnmente a cada barreno se le agrega 3 ½ pastas de Magnafrac y luego se carga la columna de ANFO, conservando la longitud de retacado necesaria, conteniendo una carga total de explosivos de 47.7 Kg aproximadamente. Se realizan una cantidad de 150 barrenos para cada disparo, utilizando retardos de 42 milisegundos entre filas de barrenos y de 17 milisegundos en los barrenos de la primera fila. En la siguiente tabla se puede observar la planificación de voladura:

Tabla 1: Consumo de explosivo y accesorios utilizados por cada voladura.

Fuente: Plan de explotación de la Cantera Carayaca.

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD |
|--|----------|--------|
| ANFO SACOS DE 20 Kg | 265 | SACO |
| PENTEX DE 450 GRAMOS DE PENTOLITA | 150 | PIEZA |
| EMULSIÓN SENATEL ULTREX DE 65 mm X 400 mm | 10 | CAJAS |
| DETONADOR EXEL HANDIDET 17/350 ms, 60, 50, 40 Y 30 | 150 | PIEZAS |
| MECHA DE SEGURIDAD PARA MINAS | 10 | METROS |
| CONECTOR EXEL CONECTADET DE 42 Y 17 ms | 24 | PIEZAS |
| DETONADOR CORRIENTE | 8 | PIEZAS |

La carga es la actividad a través de la cual se llevan los materiales volados, tanto mineral como estéril, a los camiones de acarreo. Esta actividad es realizada por medio de cargadores frontales y retroexcavadoras. Todas las características relevantes de los equipos, presentes en esta cantera, se ven reflejadas en el Capítulo V del presente informe.

El acarreo es la operación de llevar los materiales fragmentados hasta las plantas de trituración de la cantera, en donde se lleva a cabo la reducción de tamaño. Se efectúa a través de una vía de tierra compactada que ofrece poca deformación con el paso de los camiones. La vía es ancha (20 mts), con una distancia aproximada de 180 metros a la Planta 2 y 200 metros a la Planta 1 desde los primeros frentes de trabajos. La pendiente promedio de estas vías es de 10%.

El material es triturado a distintos tamaños, adecuados para ser vendidos como agregados de construcción. Se realiza a través de un circuito cerrado de trituración, compuesto por:

Planta 1: una trituradora primaria (mandíbula), una secundaria (cono), dos cribas y un sistema de cintas transportadoras. El producto comercial está compuesto principalmente de piedra N° 1, arrocillo y arena

Planta 2: una trituradora primaria (mandíbula), 2 impactores, cribas, y un sistema de cintas transportadoras. Tiene como producto final ripio, arena, polvo de piedra, arrocillo y piedra N° 1.

Posterior a la voladura, existen algunos productos que por su tamaño no pueden ser ingresados directamente a la trituradora, este material es apartado y acumulado para luego ser fragmentados por un martillo hidráulico y ser despachado como piedra bruta, núcleo de roca o coraza. Estos productos son de buena demanda para la empresa, dada la cercanía de la misma con el Puerto de La Guaira, ya que varias obras de malecones actuales en el Estado Vargas se abastecen de estos materiales.

2.2.3 Capacidad Instalada

En caso de tener condiciones ideales, en las cuales los equipos de operaciones unitarias y los elementos de reducción de tamaño y clasificación de las plantas trabajen al cien por ciento, se estima una capacidad de producción de 30.000 m³ mensuales de producto final.

2.2.4 Reservas Geológicas

En la cantera Carayaca, se han realizado estudios topográficos y geológicos de las áreas en las cuales se pueden encontrar material (mineral) de interés económico para la empresa. De acuerdo con este estudio se logró obtener un estimado del volumen de excavación de 1.443.248,37 m³. La información obtenida de esas investigaciones genera suficiente confianza geológica que permita establecer dichas reservas como probadas, según la clasificación del Instituto Australiano Minero Metalúrgico (AIMM, por sus siglas en inglés).

2.3 Consideraciones Ambientales

La Cantera Carayaca se encuentra cercana a una zona de crecimiento urbano, manifestado por el desarrollo de numerosas viviendas y otras construcciones no planificadas. Es importante destacar la existencia de pequeñas fincas agropecuarias y asentamientos comerciales, 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.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Como bases de la investigación de campo, se presenta a continuación las definiciones y conceptualizaciones teóricas que permiten el desarrollo del proyecto.

3.1 Geología

3.1.1 Geología regional

Regionalmente, las características geológicas del área de estudio están enmarcadas por lo que es informalmente establecido como Complejo La Costa, según el Léxico Estratigráfico de Venezuela en su última versión. Específicamente por la Fase Tacagua y la Formación o Fase Antímano.

3.1.1.1 Complejo La Costa (Mesozoico)

Según M, Ostos. E, Navarro. Y F, Yoris, 1987, p.71. Está constituida principalmente por esquistos de mucha variedad mineralógica, mármol, anfibolitas, eclogita, rocas metavolcánicas, entre otros tipos de rocas que se encuentran en las fases Antimano, Tacagua, y Nirgua. Este complejo aparece como una franja desde Nirgua estado Yaracuy, hasta Cabo Codera, estado Miranda. La mayoría de los contactos se le interpretan como tectónicos y en otros como fallas de corrimientos.

Las rocas que componen este complejo representan una gran variedad de ambientes geológicos, esto como consecuencia de la tectónica, en este caso colisión entre las placas Caribe y la de Sur América.

3.1.1.1.1 Fase Tacagua (Jurásico – Cretácico)

Según G.Denco, 1951, p .91. La localidad tipo de esta fase es en la quebrada Tacagua, al norte de la intersección con la quebrada topo, distrito federal. Donde se encuentran una asociación de esquistos albitico - calcítico – cuarzo – micáceo – grafitoso, intercalados con

esquistos verde claro, también se le ha descrito que contiene cantidades menores y franjas de hematitas, calcita, pirita y granate. Denco menciona que el espesor varía de unos 150 a 200 (m); también hace énfasis en que la localidad tipo entra en contacto con la formación Las Mercedes, mientras que Urbani y Oscos (1991) indican contacto con los esquistos de San Julián y con las fases Antimano y Nirgua.

Los afloramientos se extienden paralelamente al valle de la quebrada Tacagua. Se considera correlacionable con la formación de Paracotos, y con la formación de Copey, en la península de Araya – paria, esta última por las rocas verdes de Tacagua.

3.1.1.1.2 Fase Antimano (cretácico).

Según Denco, 1951, p .63 y 64. Los afloramientos de esta formación hoy en día están totalmente cubiertos por la urbanización de la ciudad de Caracas, pero todavía se pueden observar algunos en las canteras de la Quebrada Mamera, se describe dicha formación como un mármol masivo de grano medio de color gris, constituido de un 85 – 95 % de calcita, y alternado con capas de esquistos cuarzo micáceo. También describe las anfibolitas glaucofanicas, e indica que los mármoles son rocas estructurales competentes en relación a los esquistos que lo rodean, y incompetente a las rocas anfibolas, formando así la estructura geológica “boudinaje”. Urbani y Oscos a la zona de Puerto Cruz-Mamo, la denominan parte de la Fase Antimano, ya que allí también se encuentran anfibolita, mármol, esquistos calcáreos-moscovíticos-grafitosos.

El espesor según Denco, (1951), disminuye del este al oeste, donde en la localidad tipo tiene unos 40 m de espesor. Presenta contactos con las formaciones Brisas y Las Mercedes.

Con un estudio químico Oscos 1990, interpreta que las anfibolitas provienen de basaltos metamórficos, que fueron formados en el ambiente de la cordillera de la costa.

3.1.2 Geología local

3.1.2.1 Marco geológico local

El marco geológico en el área de la cantera concuerda parcialmente con la descripción de las Fases Tacagua y Antímano del Frente 2 y 4, aunque la presencia de las calizas metamórficas o mármoles grises en masas lenticulares grandes asociadas a rocas anfibólicas en ambos frentes, permiten establecer que la secuencia litológica presente en Cantera Tacagua corresponde a la Fase o Formación Antímano, especialmente en el Frente 4 donde los mármoles se presentan como rocas estructuralmente competentes en relación a los esquistos que las rodean, pero incompetentes en relación con las rocas anfibólicas, mostrando pliegues de flujo alrededor de ellas y resultando así la estructura de "boudinage"

3.1.2.2 Secuencia y Descripción Litológica

La Secuencia Litológica es concordante y transicional. En el frente de explotación, desde la base al tope (Sur a Norte), son principalmente rocas metamórficas, conformadas por: esquistos granatífero-grafitoso, intercalación de esquistos cuarcíticos-grafitosos-anfibolíticos, esquistos cuarcíticos-calcáreos-grafitosos, mármol gris oscuro compacto y bandeado, cuarcita bandeadada color crema, cuarcita gris oscura calcárea y al tope cuarcita color crema con niveles delgados intercalados de esquistos grafitosos. El Rumbo general es E-W y el Buzamiento varía de los 35 a los 65 grados al Norte.

El mármol se presenta en forma lenticular acunándose hacia el oeste. Tiene su máximo espesor hacia el centro del frente de explotación, donde aflora en forma masiva y compacta con un espesor de unos 50 metros, algo bandeado con vetas delgadas de calcita. La cuarcita supra yace al mármol y se observa también muy compacta, bandeadada hacia el contacto con el mármol y se torna gris hacia el tope donde se hace calcáreo y luego se intercala con bandas delgadas de esquistos grafitosos. En total la secuencia expuesta mide unos 230 metros de espesor.

3.1.2.3 Definición estructural del yacimiento

Estructuralmente, el yacimiento se encuentra muy afectado por el fuerte tectonismo regional que ha caracterizado a la región norte de Venezuela durante su evolución geológica para conformar la Cordillera de la Costa como parte de las distintas “fajas tectónicas” de un total de ocho que conforman el Macizo Central de la Cordillera del Caribe en su parte septentrional.

Como consecuencia de este intenso tectonismo de yuxtaposición de fajas tectónicas y el desplazamiento en dirección este de la Placa del Caribe, con respecto a la Placa de la América del Sur, el área de estudio está afectada por grandes fallas geológicas siendo la más importante la Falla de Tacagua, la cual es una falla Destral-normal, de dirección NO-SE, lo cual se evidencia en las pequeñas fallas de arrastre medidas en los frentes de explotación de la cantera debido a su proximidad a esta gran falla geológica de Tacagua.

Las fallas medidas son destrales a normales, con desarrollo de estrías que indican claramente el movimiento relativo de los bloques. El Rumbo y Buzamiento general de las fallas locales es de:

Fallas:

Rb: N 80W

Bz: 40 NE.

Esto trae como consecuencia que la secuencia estratigráfica del área de estudio se encuentre intensamente fracturada y afectada estructuralmente, especialmente los esquistos granatíferos-grafíticos y esquistos cuarzo-calcáreos al sur de la secuencia, los cuales se presentan laminados como resultado de los procesos mineros de voladuras, se fracturan en dimensiones relativamente pequeñas. Por el contrario, el mármol y las cuarcitas localizados al tope de la secuencia (norte), son más competentes y son propensos a generar bloques grandes y macizos con un patrón adecuado de voladura.

Las diaclasas son abundantes debido a los intensos efectos tectónicos que ha sufrido la región y debido también a las características físicas de las rocas, que son muy compactas por su composición mineralógica eminentemente cuarzosas y/o calcáreas, propensas a quebrarse o romperse en fragmentos grandes o bloques en vez de plegarse, como sería el caso de los esquistos grafitosos de la secuencia expuesta.

Las diaclasas conforman sistemas paralelos en diferentes direcciones e inclinaciones. Las más recientes son abiertas, formando grietas y las más antiguas están generalmente rellenas de calcita cristalizada y en algunos casos forman cavernas producto de disolución por el agua que se infiltra de la superficie, cuando se trata de las rocas calcáreas. Se presenta un sistema paralelo al Rb y Bz de las capas donde observa deslizamientos locales con desarrollo de estrías. La tendencia general de dirección e inclinación de las diaclasas conjugadas son:

Diaclasas:

N10E76S; E-W35S.

N80W36N; N30W75S

3.2 Minería

La minería es el arte y la ciencia de la obtención de forma selectiva de minerales y de otros materiales que se encuentren en de la corteza terrestre con el fin de obtener un beneficio ya sea social o económico tratando de minimizar el daño al medio ambiente.

3.2.1 Minería a cielo abierto

La minería a cielo abierto es aquella que realiza un corte en la superficie de la corteza terrestre con el propósito de extraer una mena que se encuentre a poca profundidad, está asociada a grandes movimientos de estéril. El objetivo en cualquier operación de minado es explotar el mineral al menor costo posible buscando maximizar los beneficios lo cual se logra con el uso de grandes maquinarias y la aplicación de métodos de alta recuperación.

3.2.2 Métodos de explotación a cielo abierto

Herbet (2006) divide los métodos de explotación en minería a cielo abierto, de la siguiente manera:

- Cortas.
- Descubiertas.
- Terrazas.
- Contorno.
- Canteras.
- Graveras.

Sin embargo a continuación solo se cita a las canteras, ya que es la forma de explotación a la que se hace referencia en la presente investigación.

3.2.2.1 Canteras

Método de explotación a cielo abierto que se emplea en la explotación de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Desde épocas muy antiguas se han venido empleando para la extracción y abastecimiento de materias primas con uso final en la construcción y en obras de infraestructura

3.3 Operaciones unitarias básicas de la minería

Villanueva (2003), define a las operaciones unitarias como las actividades básicas ejecutadas para obtener minerales a partir de yacimientos, apoyadas con las operaciones auxiliares requeridas. Estas contribuyen directamente con la extracción del mineral y son llamadas operaciones de producción.

3.3.1 Arranque

Se denomina arranque al proceso de separar o arrancar el mineral de la corteza terrestre. Salvo algunas excepciones, esta operación se realiza en las mayorías de los casos haciendo detonar cargas explosivas emplazadas en huecos cilíndricos perforados en el macizo rocoso.

En la cantera Carayaca el arranque se realiza mediante perforación y voladura, realizando barrenos con una perforadora neumática Gardner Denver, modelo ATD 3800, con martillo en cabeza. Durante el trabajo de campo de la presente investigación, dicho equipo no estaba en funcionamiento y el arranque se realizaba “rapiñando” la roca con una retroexcavadora XCMG modelo XE230.

3.3.2 Carga

Por carga se entiende la recogida de la roca arrancada del suelo y su traslado hasta un medio de transporte. La cantera carayaca posee a su disposición los siguientes equipos de carga:

- Retroexcavadora Caterpillar, modelo 324DL
- Retroexcavadora XCMG, modelo XE230
- Cargador Frontal XCMG, modelo LW800K
- Cargador Frontal Belaz, modelo 78221

3.3.3 Acarreo

El acarreo es la operación por la que se traslada el mineral arrancado fuera de los frentes de la mina o al exterior. Puede ser continuo, discontinuo o una mezcla de ambos. El transporte continuo utiliza medios de transporte que están continuamente en funcionamiento como por ejemplo cintas transportadoras y en el transporte discontinuo los medios de transporte realizan un movimiento alternativo entre el lugar de carga y el de descarga, por ejemplo los ferrocarriles y los camiones.

Durante el trabajo de campo de la presente investigación la Cantera Carayaca no contaba con ningún equipo de acarreo operativo, por lo tanto el transporte del material, desde el frente hasta las plantas, se realizaba con el cargador frontal Belaz 78221.

3.4 Equipos usados en minería a cielo abierto en Venezuela

López (1995) establece lo que a continuación se describe acerca de los equipos que operan en minas a cielo abierto:

3.4.1 Camiones

Son los equipos que realizan el acarreo de la mena disgregada y son los camiones extra- viales más usado en el movimiento de tierras y, fundamentalmente, en la minería a cielo abierto. Están constituidos por una caja que se apoya sobre el chasis y que se bascula hacia atrás para la descarga, mediante unos cilindros hidráulicos.

3.4.2 Excavadoras retro o retroexcavadoras

La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior. El chasis puede estar montado sobre orugas o bien sobre neumáticos. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la máquina al suelo.

La retroexcavadora, a diferencia de la excavadora frontal, incide sobre el terreno excavando de arriba hacia abajo. Es utilizada para trabajar el movimiento de tierras a nivel inferior al plano de apoyo, o un poco superior a éste.

3.4.3 Cargadores frontales

Los cargadores frontales son máquinas autopropulsadas sobre neumáticos, que excava terrenos, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción del balde. La característica principal es su forma de vaciar el material por encima del equipo.

3.4.4 Equipos de Perforación

La perforadora genera fuerzas que son transmitidas a través de las barras de perforación hasta la broca y de allí a la superficie de la roca. La fuerza aplicada es obtenida por la acción percusiva de un martillo, la acción de giro del varillaje o una combinación de ambos.

De acuerdo al tipo de aplicación de la fuerza, las perforadoras pueden clasificarse en percutivas, de rotación o de roto-percusión. Estas perforadoras básicamente transforman la energía suministrada por diferentes medios (electricidad, neumática, hidráulica o de motores de combustión) en fuerza de trabajo para lograr la penetración de la roca.

3.4.5 Tractores

Los tractores se utilizan principalmente para el movimiento de tierras y empuje de otras máquinas. Aunque la cuchilla permite un movimiento vertical de elevación, con esta máquina no es posible cargar materiales sobre camiones o tolvas, por lo que el movimiento de tierras lo realiza por arrastre.

Existen dos tipos de tractores: de ruedas y de orugas. Estos últimos, son los más conocidos y empleados como unidades de producción en operaciones de arranque y empuje, tanto en minería como en obras públicas.

3.5 Mantenimiento

Herrera (2009) en su libro *Introducción al Mantenimiento Minero* opina del tema lo siguiente: “El mantenimiento es una solución planificada o no para disminuir las horas de parada en el taller o en el campo y para conseguir prevenir las averías mediante un sistema de mantenimiento, esto se logra sacrificando unas horas programando paradas rutinarias para evitar una o más paradas incontroladas”.

3.5.1 Normas dirigidas a la gestión mantenimiento en una organización

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en el país, entre las normas dirigidas al mantenimiento se tienen:

3.5.1.1 Norma venezolana COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento”.

Esta norma contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de mantenimiento en organizaciones que involucran dentro de su sistema productivo maquinaria y equipos, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento, mediante un análisis global que califica algunos factores como la organización de la empresa, competencia del personal, organización del mantenimiento, planificación y programación de las actividades de mantenimiento. Para calificar los resultados obtenidos se utiliza la ponderación establecida en la norma COVENIN 1980-89. A continuación se definen algunos parámetros establecidos por la norma 2500-93:

Principio Básico:

Es aquel concepto que refleja las normas de la organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

Deméritos:

Es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

3.5.1.2 Norma COVENIN 1980-89 “Capacidad para mejorar la productividad”

Esta normativa fue diseñada para conocer la situación general de las empresas Nacionales respecto a la buena gestión de los sistemas productivos, con el fin de orientarse, en la identificación de los factores que afectan la calidad y la productividad. Los resultados obtenidos se deben vaciar en una ficha de evaluación prevista para tal fin.

3.5.1.3 Norma venezolana COVENIN 3049-93 “Mantenimiento, definiciones”.

Esta norma establece un marco conceptual de la función mantenimiento para tratar de unificar criterios y principios básicos. Su aplicación está dirigida a aquellos sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento. Dicha norma define los siguientes términos:

Sistema Productivo (S/P):

Son aquellas siglas que identifican a los sistemas productivos dentro de los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones o equipos sujetos a acciones de mantenimiento.

Gestión Mantenimiento

Es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento.

Objetos de Mantenimiento

Los objetos de mantenimiento son todos aquellos sistemas productivos que deben ser mantenidos de forma tal, que la producción o servicio obtenido sea el deseado.

Trabajos de Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento son las actividades a ejecutar para cumplir con los objetivos de la organización.

Recursos de Mantenimiento

Los recursos son aquellos insumos económicos que son necesarios para desarrollar cada una de las actividades de mantenimiento de los equipos y subequipos que conforman el sistema productivo de una organización.

Inspección de mantenimiento

Es la revisión física que se debe realizar mediante la inspección detallada de cada uno de los equipos y sub-equipos que conforman el S/P, con la colaboración de personal calificado,

a fin de determinar las condiciones de funcionamiento y estado.

Inventario de equipos

Consiste en realizar un listado de todos los equipos y accesorios que conforman el S/P. El inventario proporciona información en cuanto al código del equipo, cantidad y características generales de cada equipo que conforma el S/P.

Vida del equipo

Se realiza mediante la elaboración de un expediente cuyo fin es recolectar los detalles técnicos de operatividad de cada equipo, como lo son: funcionamiento, averías, fallas, labores de mantenimiento, recursos empleados en reparaciones, etc.

Falla

Es un evento no previsible, inherente a los SP que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas, o que no la cumplan.

3.5.2 Tipos de mantenimiento.

La norma COVENIN 3049-93, establece y define los siguientes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento Rutinario

Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los S/P y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos S/P evitando su desgaste.

Mantenimiento Programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores y usuarios así como también experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un S/P a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de

ejecución cubre desde periodos quincenales hasta períodos anuales. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en el calendario anual.

Mantenimiento por Avería o Reparación

Se define como la atención a un S/P cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuado dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser “programada” pues implica un aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

Mantenimiento Correctivo

Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo. Las acciones más comunes que se realizan son: modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de proceso, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación.

Este tipo de actividades es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento y/o por entes foráneos, dependiendo de la magnitud, costos, especialización necesaria u otros; su intervención tiene que ser planificada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas.

Mantenimiento Circunstancial

Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior, se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio

de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo.

La atención de los S/P bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización de mantenimiento que tiene a dichos S/P dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización del S/P, los cuales sugieren aumento en capacidad de producción, cambios de procesos, disminución en ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo.

Mantenimiento Preventivo

El estudio de fallas de un S/P deriva dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los S/P mediante mantenimiento correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que ameritan su prevención. El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Estudio

El presente trabajo posee una metodología de investigación descriptiva y de campo. Se buscó describir y detallar las condiciones operativas de los equipos de perforación, carga y acarreo presentes en la Cantera Carayaca y la gestión de mantenimiento de la misma. Al respecto, Arias (2006) define la investigación de campo como: “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”. La investigación descriptiva es definida por el mismo autor como: “caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

4.2 Diseño de la Investigación

El proceso de investigación se desarrolló bajo la modalidad de un estudio de tipo trabajo no experimental transeccional o transversal debido a que, se observaron la situación y condición actual de los equipos tal y como se presentan en su contexto natural, sin alterar alguna variable, para después analizarla, recolectando datos en un solo momento, en un tiempo único.

Kerlinger (1979) define la investigación no experimental como: la investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”.

4.3 Población y Muestra

Es importante definir primero que una población “es el conjunto de todos los elementos que comparten un grupo común de características, y forman el universo para el propósito del problema”. (Malhotra, 1997).

La población estuvo constituida por toda la maquinaria de operaciones unitarias y auxiliares que se realizan en la Cantera Carayaca, propiedad de la Empresa Varguense de Canteras y Minas “VARCAM”, sin importar su estado operacional.

La muestra estuvo definida por los equipos que laboran en el área de producción, operaciones básicas de minería (perforación, carga y acarreo), de la Cantera Carayaca.

4.5 Instrumentos y Técnicas de Medición

Para la obtención de la información se emplearon las técnicas de observación y encuestas, relacionados con los aspectos requeridos por la investigación.

Según García (1993), la encuesta es una “investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con intención de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población”.

4.5.1 Diagnóstico Situacional.

Este diagnóstico se llevó a cabo a través del uso de la norma COVENIN 2500-93, la cual permitió evaluar y estudiar la condición actual de la gestión mantenimiento dentro de la Cantera Carayaca, usando el método cuantitativo presente en dicha norma. La evaluación se hizo a través de la observación directa y entrevistas con los operadores de los equipos y el jefe del departamento de mantenimiento.

Dicha norma se basa en una metodología cuantitativa y analiza 12 áreas tal y como se indica en la tabla 2.

Tabla 2: Áreas de evaluación establecidas por la norma COVENIN 2500-93.

Fuente: Norma COVENIN 2500-93

| Áreas de Evaluación | |
|---------------------|---------------------------------|
| I | Organización del Departamento |
| II | Organización del Mantenimiento |
| III | Planificación del Mantenimiento |
| IV | Mantenimiento Rutinario |
| V | Mantenimiento Programado |
| VI | Mantenimiento Circunstancial |
| VII | Mantenimiento Correctivo |
| VIII | Mantenimiento Preventivo |
| IX | Mantenimiento por Avería |
| X | Personal de Mantenimiento |
| XI | Apoyo logístico |
| XII | Recursos |

El formato para realizar el diagnóstico contiene siete columnas, las cuales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Columnas de la ficha de evaluación.

Fuente: Norma COVENIN 2500-93

| Denominación de la Columna | Constituida por: |
|----------------------------|--|
| A | Áreas de la organización |
| B | Principios básicos |
| C | Puntuación básica establecida por la norma |
| D | Valor obtenido en cada demérito |
| E | Suma total de deméritos alcanzados |
| F | Diferencia entre el valor C y E |
| G | Valor porcentual obtenido en cada área |

El valor porcentual obtenido en cada área, mediante esta evaluación, es clasificado mediante la ponderación preestablecida por la norma COVENIN 1980-89, descrita en la tabla 3.

Tabla 4: Escala de evaluación para clasificar el estado de cada área.

Fuente: Norma COVENIN 1980-89

| Escala (%) | Clasificación |
|-------------------|----------------------|
| 0-39,9 | Grave |
| 40-59,9 | Deficiente |
| 60-79,9 | Aceptable |
| 80-100 | Buena |

4.5.2 Operatividad de los Equipos

Se determinó la operatividad de los equipos y sus componentes, por medio de inspección visual de los mismos y entrevistas a los operadores. La información recolectada se ve reflejada en una serie de tablas adecuadas para tal fin.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Diagnóstico situacional de la gestión de mantenimiento:

Empleando la norma venezolana COVENIN 2500-93, denominada “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en empresas”, se analizó la situación de la organización de mantenimiento, para determinar la capacidad de gestión del departamento.

5.1.1 Ficha de evaluación del mantenimiento según la norma COVENIN 2500-93

Mediante la aplicación de la ficha planteada por la norma, se determinó la capacidad de gestión del mantenimiento, además se pudo conocer las deficiencias presentes en el departamento.

El diagnóstico de la gestión de mantenimiento y los resultados obtenidos en puntuación y porcentaje, al evaluar a las áreas de dicha organización, se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Evaluación de la gestión mantenimiento. **Fuente:** Elaboración propia.

| Ficha de Evaluación del Mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------|--------|-------|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Nombre del Evaluador: | | Daniel Seijas P. | | | | Fecha de Evaluación | | | | | | | | | |
| Departamento: | | Mantenimiento | | | | Agosto de 2014 | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | | | | | | |
| Área de Organización | Principios Básicos | Pts. | (D1+D2+...Dn) | (Σ Di) | (C-E) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| I.- Organización de la Empresa | 1. Funciones y Responsabilidades | 60 | 0+10+0 | 10 | 50 | 57,33% | | | | | | | | | |
| | 2. Autoridad y Autonomía | 40 | 5+3+0+5 | 13 | 27 | | | | | | | | | | |
| | 3. Sistema de Información | 50 | 10+0+1+10+10+10 | 41 | 9 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 150 | | 64 | 86 | | | | | | | | | | |
| II.- Organización del Mantenimiento | 1. Funciones y Responsabilidades | 80 | 15+15+0+5+5+10 | 36 | 44 | 49,00% | | | | | | | | | |
| | 2. Autoridad y Autonomía | 50 | 0+5+5+5 | 15 | 35 | | | | | | | | | | |
| | 3. Sistema de Información | 70 | 15+3+3+10+10+10 | 51 | 19 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 200 | | 102 | 98 | | | | | | | | | | |
| III.- Planificación del Mantenimiento | 1. Objetivos y Metas | 70 | 20+0+5+0 | 25 | 45 | 47,50% | | | | | | | | | |
| | 2. Políticas para la planificación | 70 | 10+5+15+0 | 30 | 40 | | | | | | | | | | |
| | 3. Control y Evaluación | 60 | 5+10+5+10+5+5+5+5 | 50 | 10 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 200 | | 105 | 95 | | | | | | | | | | |
| IV.- Mantenimiento Rutinario | 1. Planificación | 100 | 0+10+0+0+0+0 | 10 | 90 | 78,80% | | | | | | | | | |
| | 2. Programación e Implantación | 80 | 5+0+0+0+0+0+0+3 | 8 | 72 | | | | | | | | | | |
| | 3. Control y Evaluación | 70 | 5+10+0+5+3+2+10 | 35 | 35 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 250 | | 53 | 197 | | | | | | | | | | |
| V.- Mantenimiento Programado | 1. Planificación | 100 | 95 | 95 | 5 | 2,00% | | | | | | | | | |
| | 2. Programación e Implantación | 80 | 80 | 80 | 0 | | | | | | | | | | |
| | 3. Control y Evaluación | 70 | 70 | 70 | 0 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 250 | | 245 | 5 | | | | | | | | | | |
| VI.- Mantenimiento Circunstancial | 1. Planificación | 100 | 5+20+10+15+20 | 70 | 30 | 40,00% | | | | | | | | | |
| | 2. Programación e Implantación | 80 | 0+0+0+15+0 | 15 | 65 | | | | | | | | | | |
| | 3. Control y Evaluación | 70 | 15+15+5+10+20 | 65 | 5 | | | | | | | | | | |
| | Total Obtenible | 250 | | 150 | 100 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|-------------------------|------|------|--------|
| VII.- Mantenimiento Correctivo | 1. Planificación | 100 | 30+30+0+0 | 60 | 40 | 48,00% |
| | 2. Programación e Implantación | 80 | 10+0+10+0 | 20 | 60 | |
| | 3. Control y Evaluación | 70 | 15+15+20+0 | 50 | 20 | |
| | Total Obtenible | 250 | | 130 | 120 | |
| VIII.- Mantenimiento Preventivo | 1. Determinación de Parámetros | 80 | 20+20+20+ 10+0 | 70 | 10 | 22,00% |
| | 2. Planificación | 40 | 15+15 | 30 | 10 | |
| | 3. Programación e Implantación | 70 | 20+10+0+ 10+10 | 50 | 20 | |
| | 4. Control y Evaluación | 60 | 0+15+10+20 | 45 | 15 | |
| | Total Obtenible | 250 | | 195 | 55 | |
| IX.- Mantenimiento por Avería | 1. Atención a Fallas | 100 | 0+20+0+ 0+15+0 | 35 | 65 | 60,00% |
| | 2. Supervisión y Ejecución | 80 | 0+0+0+10+ 5+5+5+0 | 25 | 55 | |
| | 3. Información sobre Averías | 70 | 20+0+20+0 | 40 | 30 | |
| | Total Obtenible | 250 | | 100 | 150 | |
| IX.- Personal de Mantenimiento | 1. Cuantificación de las necesidades del personal | 70 | 0+10+20 | 30 | 40 | 62,50% |
| | 2. Selección y formulación | 80 | 0+10+0+10+ 0+0+0+0 | 20 | 60 | |
| | 3. Motivación e incentivos | 50 | 0+10+5+10 | 25 | 25 | |
| | Total Obtenible | 200 | | 75 | 125 | |
| XI.- Apoyo logístico | 1. Apoyo administrativo | 40 | 5+0+0+3+5 | 28 | 12 | 44,00% |
| | 2. Apoyo gerencial | 40 | 0+2+2+0+0 | 18 | 22 | |
| | 3. Apoyo general | 20 | 1+1 | 10 | 10 | |
| | Total Obtenible | 100 | | 19 | 81 | |
| XII.- Recursos | 1. Equipos | 30 | 5+0+2+0+3+2 | 12 | 18 | 34,67% |
| | 2. Herramientas | 30 | 5+2+5+2+5 | 19 | 11 | |
| | 3. Instrumentos | 30 | 5+2+2+5+5+5 | 24 | 6 | |
| | 4. Materiales | 30 | 1+0+3+3+0+ 3+3+3+3+3 | 22 | 8 | |
| | 5. Repuestos | 30 | 2+0+3+3+0+3+ 3+2+3+2 | 21 | 9 | |
| | Total Obtenible | 150 | | 98 | 52 | |
| | | | | | | |
| | TOTAL | 2500 | | 1373 | 1127 | |

A continuación se muestran los valores porcentuales, con respecto al valor total obtenible en cada área, reflejados en la tabla 5; así como un diagrama de barras alusivo (figura 2):

Tabla 6: Resultados del análisis de la gestión de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

| | Área de la Organización | % |
|------|---------------------------------|---------------|
| I | La Empresa | 57,33% |
| II | Organización del Mantenimiento | 49,00% |
| III | Planificación del Mantenimiento | 47,50% |
| IV | Mantenimiento Rutinario | 78,80% |
| V | Mantenimiento Programado | 2,00% |
| VI | Mantenimiento Circunstancial | 40,00% |
| VII | Mantenimiento Correctivo | 48,00% |
| VIII | Mantenimiento Preventivo | 22,00% |
| IX | Mantenimiento por Avería | 60,00% |
| X | Personal de Mantenimiento | 62,50% |
| XI | Apoyo logístico | 44,00% |
| XII | Recursos | 34,67% |
| | Total Obtenido | 45,08% |

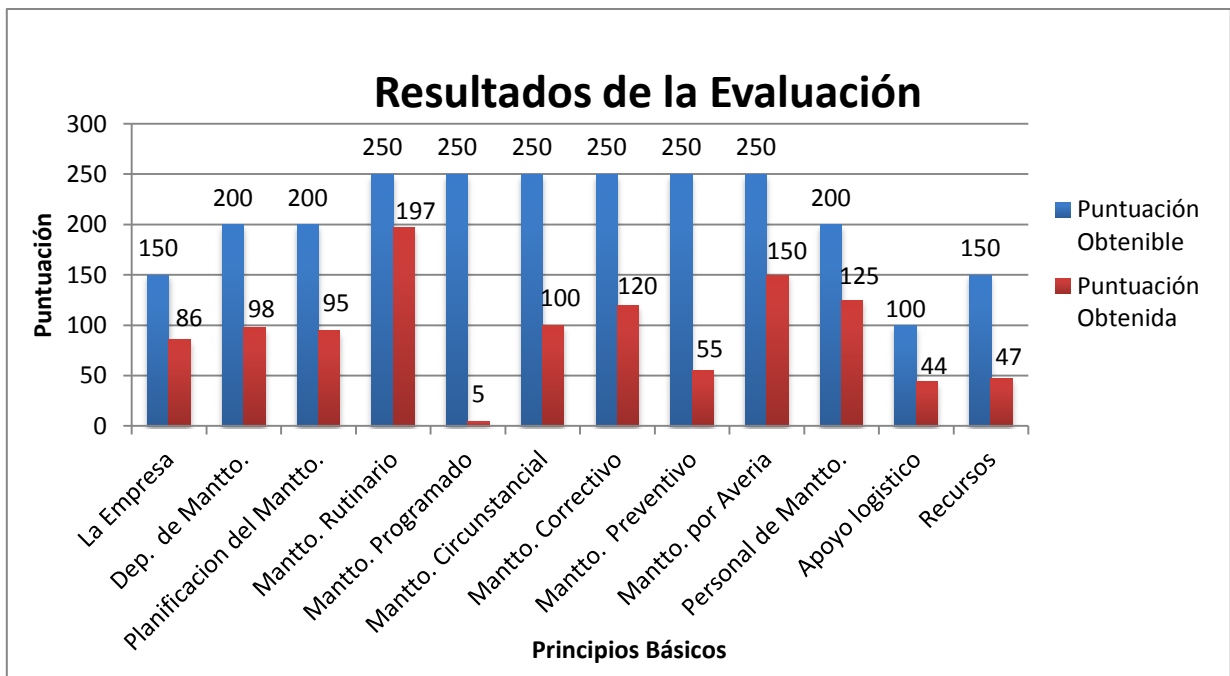


Figura 3: Resultados del estudio. Valor Obtenido vs Valor Obtenible.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Listado de Deméritos

1. La empresa no posee organigramas acordes con su estructura y no están actualizados.
2. Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no está especificada por escrito.
3. La empresa no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén involucrados los componentes estructurales participes de la toma de decisiones.
4. No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades.
5. La organización de mantenimiento no está presente en el organigrama de la empresa
6. La organización de mantenimiento no está acorde al tamaño del S/P, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso y otros.
7. La cuantificación del personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa.
8. La empresa no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad, como en calificación, para cubrir la actividad de mantenimiento
9. Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta previa a los niveles superiores.
10. No cuenta con un flujograma para su sistema de información en donde estén claramente definidos los lineamientos para la toma de decisiones.
11. No dispone de medios para evitar que se introduzca información errada al sistema de información.
12. La organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente, en donde se pueda almacenar y clasificar la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.
13. No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir la organización de mantenimiento.
14. No tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.

15. No hay estudios donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento de los diferentes objetos de mantenimiento.
16. A los sistemas solo se les realiza mantenimiento cuando fallan.
17. No existe codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.
18. No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida esta información en formatos normalizados.
19. No existe un historial de las fallas que permita clasificarlas y someterlas a análisis, con el objeto de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.
20. No se llevan estadísticas de tiempos de parada y tiempo de reparación.
21. Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento.
22. No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento, en cualquiera de sus modalidades.
23. No se dispone de manuales o catálogos de todas las maquinas, en español.
24. No se tiene un procedimiento para la implantación de acciones de mantenimiento programado.
25. No existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones del mantenimiento circunstancial.
26. No se tiene previsto que sistemas sustituirán a los objetos desincorporados.
27. No existe información clara y detallada de las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento que sea requerido.
28. No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de las labores de mantenimiento.
29. No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustitución de piezas.
30. No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación de un programa de mantenimiento avanzado.
31. No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio de un objeto del sistema.

32. Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla, están presentes en alto grado durante la atención de la falla.
33. Se tienen que desarrollar muchos tramites dentro de la empresa para que se otorguen los recursos necesarios para el mantenimiento.
34. El retardo en la ejecución de las actividades de mantenimiento ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.
35. No se cuenta con todas las herramientas, equipos e insumos necesarios para la atención de las averías.
36. No se realizan evaluaciones periódicas del personal, con fines de ascensos o aumentos salariales.
37. No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.
38. Los recursos asignados a la organización de mantenimiento no son suficientes.
39. La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.
40. No se cuenta con el apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento con eficiencia.

5.1.3 Análisis de la evaluación gestión de mantenimiento

Área 1: Organización de la empresa

El resultado de esta evaluación fue 86 puntos de 150 obtenibles, equivalente al 57,33%, entrando en el rango de calificación “**Deficiente**” según la ponderación de la norma 1980-89. Esto debido a que la empresa no cuenta con un organigrama claro, las funciones y responsabilidades están definidas y la línea de autoridad es conocida, pero la falta de apoyo a la organización de mantenimiento afecta significativamente la eficiencia de la misma.

Área 2: Organización de mantenimiento

Se obtuvieron 98 pts. de 200 obtenibles, equivalentes al 49%, situando esta área como “**Deficiente**”. El problema principal en esta área es la falta de personal suficiente y de equipos para realizar las labores de mantenimiento efectivamente.

Área 3: Planificación de mantenimiento

Esta área obtuvo un resultado de 95 puntos de 200 obtenibles, lo que se traduce en una escala porcentual de un 47,5%, ubicando el área como “**Deficiente**”. Siendo una de las principales causas la falta de estudios relacionados con las necesidades de mantenimiento y la ausencia de medios necesarios para el procesamiento y organización de la información.

Área 4: Mantenimiento Rutinario

Se obtuvo 197 pts. de 250 obtenibles, es decir 78.8% del valor ideal, ubicando esta sección en el rango de “**Aceptable**”. Esto debido a que la programación del mantenimiento rutinario está claramente definida y se cuenta con el personal adecuado. Los problemas presentes son la falta de sistemas de control e información al respecto.

Área 5: Mantenimiento Programado

Esta área obtuvo 5 pts de 250 obtenibles, que en la escala porcentual se ubica como “**Grave**” con un valor de 2%. La causa principal es la falta de estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los equipos. Tampoco se tiene un procedimiento para la implantación de mantenimiento programado.

Área 6: Mantenimiento Circunstancial

Esta área obtuvo un total de 100 pts de 250 obtenibles, lo que se traduce en un 40% y se cataloga como “**Deficiente**”. Esto debido principalmente a la falta de formularios con datos de los equipos sujetos a este tipo de mantenimiento, tampoco se tiene previsto que sistemas sustituirán a aquellos equipos desincorporados. No se cuenta con mecanismos que permitan llevar un control de las actividades a ejecutar.

Área 7: Mantenimiento Correctivo

El resultado de la evaluación en esta área fue de 120 pts. de 250 disponibles, ubicándola como **“Deficiente”** en la escala porcentual, con un valor de 48%. La razón principal es que no se tiene establecida la programación del mantenimiento correctivo y no se lleva un registro de las fallas y de los tiempos de ejecución de las operaciones, lo cual dificulta su estudio y futura aparición.

Área 8: Mantenimiento Preventivo

Se obtuvo 100 pts. de 250 obtenibles, es decir 40% del valor ideal, ubicando esta sección en el rango de **“Deficiente”**, debido a que no se lleva una planificación de mantenimiento, no hay estudios que permitan determinar la disponibilidad y confiabilidad de equipos, la frecuencia y revisión de piezas y los tiempos de paradas. Por lo tanto, no se tienen definidas las actividades que permitan prevenir la aparición de fallas en la producción.

Área 9: Mantenimiento por Avería

Esta área obtuvo 150 pts. de 250 obtenibles, que en la escala porcentual de la norma se ubica como **“Aceptable”**, con un valor de 60%. Entre los aspectos negativos de esta área se encuentra la falta de procedimientos que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio de un equipo y la ausencia de formatos que posibiliten la recopilación de información estadística de las fallas.

Área 10: Personal Mantenimiento

Esta área obtuvo un total de 125 pts. de 250 obtenibles, lo que se traduce en un 62.5% y se cataloga como **“Aceptable”**. Esto debido a que la empresa no cuenta con el personal suficiente para lograr los objetivos, no se realizan programas de formación que permitan mejorar las capacidades de los empleados y no se efectúan evaluaciones de desempeño para ascensos o aumentos salariales. Es importante destacar que el proceso de selección del

personal se realiza de acuerdo con el rol requerido, el cual está claramente definido y es conocido por cada miembro desde su inicio en la organización.

Área 11: Apoyo Logístico

Se obtuvieron 44 pts. de 100 obtenibles, es decir 44% del valor ideal, ubicando esta sección en el rango de **“Deficiente”**. Esto es debido a que la gestión de mantenimiento no posee un nivel jerárquico adecuado y la gerencia no le da el carácter de importancia que requiere. Esta área se ve afectada negativamente por la falta de un presupuesto acorde con las necesidades de la organización.

Área 12: Recursos

La puntuación de esta área fue de 52 puntos de 150 obtenibles y representa un 34,67% , que según la norma queda posicionada en la escala de **“Grave”**. Esto es debido, principalmente, a que la empresa no posee todos los equipos, herramientas, materiales, instrumentos y repuestos necesarios para llevar a cabo las acciones o labores de mantenimiento de manera efectiva.

Después de realizar la evaluación en todas las áreas correspondientes, la puntuación global obtenida fue de 1127 puntos de 2500 obtenibles, que corresponde al 45.08%. Esto indica que la gestión de mantenimiento se encuentra dentro del estado de **“Deficiente”**, según la ponderación establecida por la norma COVENIN 1980-89.

5.2 Desarrollo del Proyecto de Mantenimiento

5.2.1 Inventario de Objetos Técnicos

Con el propósito de conocer los equipos que deben incluirse dentro del plan de mantenimiento, a continuación se presenta un inventario de los objetos del Sistema Productivo, basado en el subsistema M-01 del plan de información de mantenimiento establecido por la norma COVENIN 3049-93 (tabla 6).

Tabla 7: Inventario de equipos operativos. **Fuente:** Elaboración propia.

| Equipo | Marca | Modelo |
|------------------|----------------|---------------|
| Perforadora | Gardner-Denver | ATD 3800 |
| Compresor | Gardner-Denver | D0825CATA2A |
| Retroexcavadora | Caterpillar | 324DL |
| Retroexcavadora | XCMG | XE230 |
| Cargador Frontal | XCMG | LW800K |
| Cargador Frontal | Belaz | 78221 |
| Camión | Caterpillar | D25C |
| Tractor | Chetra | T-31,5 |

Adicionalmente se realizó un inventario de los equipos que se encuentran inhabilitados. Algunos se encontraban muy deteriorados y fue imposible conocer parte de su información, esto se representa en la tabla con un asterisco (*).

Tabla 8: Inventario de equipos inhabilitados. **Fuente:** Elaboración propia.

| Función | Tipo | Marca | Modelo |
|----------------|------------------|----------------|---------------|
| Arranque | Perforadora | Gardner-Denver | ATD 3800 |
| | Perforadora | Furukawa | PCR 200 |
| Carga | Cargador Frontal | Caterpillar | 980 F |
| | Cargador Frontal | Caterpillar | 966 C |
| | Cargador Frontal | Caterpillar | 966 C |
| | Cargador Frontal | Caterpillar | 950 F |
| | Cargador Frontal | Hough | 560 |
| | Cargador Frontal | Hough | 560 |
| | Retroexcavadora | Poclaim | * |
| | Retroexcavadora | Caterpillar | 215 |
| | Retroexcavadora | Caterpillar | 215 |
| | Retroexcavadora | Caterpillar | 320 D |
| Acarreo | C. Articulado | Caterpillar | D 25 C |
| | C. Articulado | Caterpillar | D250 D |
| | C. Roquero | * | * |
| | C. Roquero | * | * |

5.2.2 Codificación de Objetos Técnicos

Basado en el subsistema M-02 del sistema de información de la norma COVENIM 3049-93, es necesario realizar un listado de los objetos técnicos junto con la codificación propuesta por dicho instructivo. La codificación proporciona una ubicación rápida, lógica y secuencial de un objeto dentro del sistema de producción.

También facilita, por medio de la desagregación de los objetos de mantenimiento, registrar la información de cada elemento sujeto a acciones de mantenimiento. El sistema de codificación planteado a la empresa es explicado en la tabla 8.

Tabla 9: Sistema de codificación.

Fuente: Elaboración propia

| Codificación | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Modelo del Código :</i> | XXX-XXX-XXX-XXX-XXX-XXX-XX |
| Elemento | Símbolo |
| Gobernación del Estado Vargas | XXX |
| Empresa Varguense de Canteras y Minas | XXX |
| Ubicación de Equipo | XXX |
| Tipo del Equipo | XXX |
| Marca del Equipo | XXX |
| Modelo del Equipo | XXX |
| Numero de Equipo | XX |
| <i>Ejemplo</i> | GEV-VARCAM-MA-CF-BEL-78221-01 |

Las abreviaciones empleadas en la codificación se explican en la tabla 8 y los equipos codificados en la tabla número 9.

Tabla 10: Abreviaciones empleadas en la codificación de los objetos técnicos.

Fuente: Elaboración propia.

| Abreviaciones | |
|--|--------|
| Gobernación del Estado Vargas | GEV |
| Empresa Varguense de Canteras y Minas | VARCAM |
| Ubicación de Equipo (Cantera Carayaca) | CC |
| <i>Tipo de Maquinaria</i> | |
| Cargador Frontal | CF |
| Retroexcavadora | RE |
| Perforadora | PE |
| Camión | CA |
| Compresor | CO |
| Tractor | TR |
| <i>Marcas</i> | |
| Belaz | BEL |
| Caterpillar | CAT |
| Chetra | CHE |
| XCMG | XCMG |

Tabla 11: Codificación de los objetos técnicos. **Fuente:** Elaboración propia.

| Codificación de Equipos | | | |
|--------------------------------|----------------|---------------|------------------------------------|
| Tipo | Marca | Modelo | Código |
| Perforadora | Gardner-Denver | ATD 3800 | GEV-VARCAM-CC-PE-GD-ATD3800-01 |
| Compresor | Gardner-Denver | D0825CATA2A | GEV-VARCAM-CC-CO-GD-D0825CATA2A-01 |
| Retroexcavadora | Caterpillar | 324DL | GEV-VARCAM-CC-RE-CAT-324DL-01 |
| Retroexcavadora | XCMG | XE230 | GEV-VARCAM-CC-RE-XCMG-XE230-01 |
| Cargador Frontal | XCMG | LW800K | GEV-VARCAM-CC-CF-XCMG-LW800K-01 |
| Cargador Frontal | Belaz | 78221 | GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01 |
| Camión | Caterpillar | D25C | GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01 |
| Tractor | Chetra | T-35,01 | GEV-VARCAM-CC-TR-CHE-T35,1-01 |

5.2.3 Diagnóstico de las condiciones físicas de los equipos

A continuación se presenta el estudio del estado físico de los equipos de arranque, carga y acarreo presentes en la cantera Carayaca. Es importante destacar que no se contó con los equipos necesarios para realizar un diagnóstico detallado y objetivo de los elementos que componen cada equipo, por esa razón se determinó únicamente la operatividad de los mismos.

Tabla 12: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-PE-GD-ATD3800-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | Situación | Año de Adq. |
|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|
| Perforadora | Gardner-Denver | ATD 3800 | 3811512 | Propio | > 20 de años |
| Componentes | | Estado | | Observaciones | |
| | | Operativo | Inoperativo | | |
| Brazo | | x | | | |
| Dispositivos de Avance | | x | | | |
| Sistema de manejo de Tubos | | x | | | |
| Bombas Hidráulicas | | x | | | |
| Bastidores de Orugas | | x | | | |
| Panel de Mandos | | x | | | |
| Equipo de avance | Elemento | Condición | Cantidad | Observaciones | |
| | Brocas | Bueno | | Algunas se encuentran desgastadas | |
| | Acoples | Malo | 2 | Varios estaban rotos | |
| | Barras | Malo | 2 | Varios estaban rotos | |
| | Cadenas | Bueno | | | |

Tabla 13: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CO-GD-D0825CATA2A-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | Situación |
|------------------------|----------------|---------------|----------------------------------|------------------|
| Compresor | Gardner-Denver | D0825CATA2A | 8259828 | Propio |
| Componentes | Estado | | Observaciones | |
| | Operativo | Inoperativo | | |
| Batería | x | | | |
| Bornes | x | | Muy desgastados, necesita cambio | |
| Medidores | x | | | |
| Faros | | x | | |
| Filtro de Aire | x | | Faltan las tapas | |
| Filtro de Gasoil | x | | | |
| Filtro de Aceite | x | | | |
| Mangueras | x | | | |
| Cauchos | x | | Fuga de aire | |
| | | | | |
| Datos del Motor | Marca | Modelo | Serial | Hp |
| | Caterpillar | 3306B DI | 64Z11569 | 212 |

Si bien es cierto que el compresor es un equipo auxiliar, la perforadora depende completamente de él y por ello se encuentra en este diagnóstico.

Tabla 14: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-RE-CAT-324DL-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|--|------------------|------------|
| Retroexcavadora | Caterpillar | 324D L | T2D00261 | | Propio | 2010 |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | KW | Año |
| | Caterpillar | C7 | | 2100 | 140 | 2010 |
| Componentes | Estado | | | Observaciones | | |
| | Operativo | Inoperativo | | | | |
| Cabina | x | | | | | |
| Vidrios | | | x | | | |
| Limpiaparabrisas | | | x | | | |
| Pasamanos | x | | | | | |
| Escaleras | x | | | | | |
| Tablero | | | x | | | |
| Corneta | | | x | | | |
| Alarma R. | | | x | | | |
| Aire Acondicionado | | | x | | | |
| Baterías | x | | | | | |
| Luces | x | | | | | |
| Orugas | x | | | Fallan los motrices | | |
| Dirección | x | | | | | |
| Gatos Hidráulicos | x | | | Gatos del balde en mal estado | | |
| Correas | x | | | | | |
| Mangueras | x | | | | | |
| Filtro de Aire | x | | | | | |
| Filtro de Gasoil | x | | | | | |
| Filtro de Aceite | x | | | | | |
| Radiador | x | | | | | |
| Bomba Hidráulica | x | | | | | |
| Balde | x | | | Movilidad reducida. Capacidad de 2 m³ | | |

Tabla 15: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-RE-XCMG-XE230-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|-----------|-------------|---|------|-----------|------|
| Retroexcavadora | XCMG | XE230 | XCMG102308BBQ0316 | | Propio | 2012 |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | KW | Año |
| | ISUZU | 6BG1 | G20097LO649FXA | 2100 | 128,5 | 2011 |
| Componentes | Estado | | Observaciones | | | |
| | Operativo | Inoperativo | | | | |
| Cabina | x | | | | | |
| Vidrios | x | | | | | |
| Limpiaparabrisas | x | | | | | |
| Pasamanos | x | | | | | |
| Escaleras | x | | | | | |
| Panel de mando | x | | | | | |
| Corneta | x | | | | | |
| Alarma R. | x | | | | | |
| Aire Acondicionado | | x | | | | |
| Baterías | x | | | | | |
| Luces | x | | | | | |
| Orugas | x | | | | | |
| Dirección | x | | | | | |
| Gatos Hidráulicos | x | | | | | |
| Correas | x | | Las correas del motor presentan desgaste, se recomienda cambiar. | | | |
| Mangueras | x | | Pérdida de hidráulico por una grieta | | | |
| Filtro de Aire | x | | | | | |
| Filtro de Gasoil | x | | Se recomienda cambiar | | | |
| Filtro de Aceite | x | | Se recomienda cambiar | | | |
| Radiador | x | | | | | |
| Bomba Hidráulica | x | | | | | |
| Balde | x | | Presenta alto grado de desgaste, se le han soldado algunas partes. Capacidad de 1 m³ | | | |

Tabla 16: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-XCMG-LW800K-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|-----------|-------------|--|------|-----------|------|
| Cargador | XCMG | LW 800K | 1800K01200553 | | Propio | 2012 |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | KW | Año |
| | Cummins | QSM11 | 3528821 | 2100 | 250 | |
| Componentes | Estado | | Observaciones | | | |
| | Operativo | Inoperativo | | | | |
| Cabina | x | | | | | |
| Vidrios | x | | | | | |
| Limpiaparabrisas | | x | | | | |
| Pasamanos | x | | | | | |
| Escaleras | x | | | | | |
| Tablero | x | | | | | |
| Corneta | | x | | | | |
| Alarma R. | | x | | | | |
| Aire Acondicionado | x | | | | | |
| Baterías | x | | | | | |
| Luces | x | | | | | |
| Frenos | x | | | | | |
| Dirección | x | | | | | |
| Gatos Hidráulicos | x | | | | | |
| Correas | x | | | | | |
| Mangueras | x | | | | | |
| Filtro de Aire | x | | | | | |
| Filtro de Gasoil | x | | | | | |
| Filtro de Aceite | x | | | | | |
| Radiador | x | | | | | |
| Bomba Hidráulica | x | | | | | |
| Neumáticos | x | | | | | |
| Balde | x | | Presenta alto grado de desgaste y se ha modificado su estructura. Capacidad aproximada de 4 m³ | | | |

Tabla 17: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|---------------|---------------|--|------------|------------------|------------|
| Cargador | Belaz | 78221 | Y3B78221VA0000163 | | Propio | 2010 |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | Hp | Año |
| | Cummins | KJA19-C | 37245339 | 2100 | 490 | 2010 |
| Componentes | Estado | | Observaciones | | | |
| | Operativo | Inoperativo | | | | |
| Cabina | x | | Permanece la compuerta abierta durante las labores de producción cotidianas. | | | |
| Vidrios | x | | | | | |
| Limpiaparabrisas | x | | | | | |
| Pasamanos | x | | | | | |
| Escaleras | | x | Algunas partes han sido impactadas. | | | |
| Tablero | | x | No tiene suichera. Encendido con falla. | | | |
| Corneta | x | | | | | |
| Alarma R. | x | | | | | |
| Aire Acondicionado | | x | | | | |
| Baterías | x | | 2 Duncan 1100 Amperios | | | |
| Luces | | x | Los faros altos no funcionan | | | |
| Frenos | x | | | | | |
| Dirección | x | | | | | |
| Gatos Hidráulicos | x | | | | | |
| Correas | x | | Buen estado | | | |
| Mangueras | x | | Buen estado | | | |
| Filtro de Aire | x | | | | | |
| Filtro de Gasoil | x | | | | | |
| Filtro de Aceite | x | | | | | |
| Radiador | x | | | | | |
| Bomba Hidráulica | x | | | | | |
| Neumáticos | x | | Presentan desgaste | | | |
| Balde | x | | Capacidad de 6 m³. Carga nominal 10 t | | | |

Tabla 18: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-TR-CHE-T35,1-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|--------------|---------------|---------------|---|------------------|------------|
| Cargador | Chetra | T-35,01 | 000308 | | Propio | 2010 |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | Hp | Año |
| | Cummins | KTTA19-C | 37234697 | 1900 | 520 | 2010 |
| Componentes | | Estado | | Observaciones | | |
| | | Operativo | Inoperativo | | | |
| Cabina | | x | | Permanece la compuerta abierta durante las labores. | | |
| Vidrios | | x | | | | |
| Limpiaparabrisas | | | x | | | |
| Pasamanos | | x | | | | |
| Escaleras | | x | | | | |
| Tablero | | | x | No tiene suichera. Encendido directo del arranque. Imposible saber el funcionamiento de sensores. | | |
| Corneta | | x | | | | |
| Alarma R. | | | x | | | |
| Aire Acondicionado | | | x | | | |
| Baterías | | x | | | | |
| Luces | | | x | Desconectadas. Funcionamiento desconocido | | |
| Orugas | | x | | En el momento de la entrevista habían 2 tornillos flojos. | | |
| Dirección | | x | | | | |
| Gatos Hidráulicos | | x | | | | |
| Correas | | x | | | | |
| Mangueras | | x | | Buen estado en general, no se observaron fugas. | | |
| Filtro de Aire | | x | | | | |
| Filtro de Gasoil | | x | | | | |
| Filtro de Aceite | | x | | | | |
| Radiador | | x | | | | |
| Bomba Hidráulica | | x | | | | |
| Neumáticos | | x | | | | |
| Balde | | x | | Buen estado. | | |

Tabla 19: Condiciones físicas del equipo GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01

| Equipo | Marca | Modelo | Serial | | Situación | Año |
|--------------------|--------------|--|---------------|------------|------------------|------------|
| Camión | Caterpillar | D25C | 9YC00968 | | Propio | |
| Motor | Marca | Modelo | Serial | RPM | Hp | Año |
| | Caterpillar | 3606-DI | 13Z18979 | 1000 | | |
| Componentes | | Observaciones | | | | |
| Cabina | | Requiere reparaciones | | | | |
| Vidrios | | No posee vidrios en las puertas | | | | |
| Limpiaparabrisas | | No funciona | | | | |
| Pasamanos | | Buen estado | | | | |
| Escaleras | | Buen estado | | | | |
| Tablero | | No funciona | | | | |
| Corneta | | No funciona | | | | |
| Alarma R. | | No funciona | | | | |
| Aire Acondicionado | | No funciona | | | | |
| Baterías | | | | | | |
| Luces | | No funciona | | | | |
| Frenos | | El sistema se encontraba en reparación en el momento de la entrevista. | | | | |
| Dirección | | En reparación | | | | |
| Gatos Hidráulicos | | El sistema se encontraba en reparación en el momento de la entrevista. | | | | |
| Correas | | Falta una correa para el sistema de ventilación, el resto se encuentre en buen estado. | | | | |
| Mangueras | | Buen estado | | | | |
| Filtro de Aire | | Buen estado | | | | |
| Filtro de Gasoil | | Buen estado | | | | |
| Filtro de Aceite | | Buen estado | | | | |
| Radiador | | Buen estado | | | | |
| Bomba Hidráulica | | Buen estado | | | | |
| Neumáticos | | Buen estado | | | | |
| Balde | | Buen estado, posee una capacidad de 14 m³ | | | | |

Este equipo en particular (Cat D25C), se encontraba en reparaciones en el momento de la entrevista, por lo tanto la operatividad de sus componentes no pudo ser determinada.

5.2.4 Plan de mantenimiento diario para los equipos Arranque, Carga y Acarreo

Nota. P: personal, F: frecuencia, h: horas, Mec: mecánico, Ele: electricista.

Tabla 20: Índice de instrucciones técnicas para las retroexcavadoras

| Índice de instrucciones técnicas | | |
|--|---|----------|
| Equipo: Retroexcavador | Código: GEV-VARCAM-CC-RE-CAT-324DL-01 | |
| Descripción | P | F |
| Comprobación del nivel de aceite en el cárter del motor | 1mec | 10 h |
| Comprobación del nivel de líquido de enfriamiento en el sistema | 1mec | 10 h |
| Comprobación del nivel y el estado del aceite en la bandeja del filtro de aire | 1mec | 20h |
| Revisión del nivel de aceite en el tanque hidráulico | 1mec | 10h |
| Chequeo de las goteras y filtraciones en el sistema hidráulico | 1mec | 10h |
| Chequeo de las fugas en el sistema del combustible | 1mec | 10 h |
| Chequeo del separador de agua y drenado de agua si así se requiere | 1mec | 10 h |
| Chequeo del nivel de aceite en el mecanismo de reducción de giro | 1mec | 10 h |
| Limpieza de la malla ubicada en la parte delantera del enfriador de aceite | 1mec | 10 h |
| Chequeo del sistema de refrigeración y rellenar como es requerido | 1mec | 10 h |
| Chequeo del nivel del líquido limpiador en la ventana | 1mec | 10 h |
| Chequeo del sistema de admisión de aire | 1mec | 10 h |
| Chequeo de la condición de todos los interruptores | 1mec | 10 h |
| lubricación del brazo y la parte delantera de la máquina | 1mec | 10 h |

Tabla 21: Plan de mantenimiento diario – rutinario para el equipo GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01

| Índice de instrucciones técnicas | | |
|--|--|----------|
| Equipo: Camión Roquero Articulado | Código: GEV-VARCAM-CC-CA-CAT-D25C-01 | |
| Descripción | P | F |
| Chequeo del sistema de admisión de aire del motor. Servicio y limpieza de los filtros | 1mec | 10 h |
| Inspección de las luces, escaleras y pasamanos. | 1mec | 10 h |
| Inspección y limpieza de la cabina. | 1mec | 10 h |
| Inspección del sistema de enfriamiento. Chequear la condición del radiador y el nivel del refrigerante. | 1mec | 10 h |
| Chequeo visual del compartimiento del motor para buscar alguna fuga. Medir el nivel de aceite. | 1mec | 10 h |
| Chequeo visual del sistema hidráulico para buscar alguna fuga. Medir el nivel de aceite hidráulico. | 1mec | 10 h |
| Inspección de la transmisión y ejes para buscar alguna fuga. Medir el nivel de aceite de la transmisión. | 1mec | 10 h |
| Inspección de los neumáticos. Se debe determinar si existe algún daño y si poseen la presión de aire correcta. Chequear el ajuste de las tuercas cuando se cambia algún neumático. | 1mec | 10 h |
| Observar alrededor y debajo del equipo la presencia de alguna fuga. | 1mec | 10 h |
| Chequeo del funcionamiento del cinturón de seguridad. | 1mec | 10 h |
| Lubricación y engrase de rodamientos y pasadores de la suspensión. | 1mec | 10 h |
| Drenar el agua y los sedimentos del tanque de combustible. | 1mec | 10 h |
| Encender el motor. Verificar la operatividad del | 1mec | 10 h |

| | | |
|---|--|--|
| balde, la dirección y del sistema de frenado. | | |
|---|--|--|

Tabla 22: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01

| Índice de instrucciones técnicas | | |
|---|---|----------|
| Equipo: Cargador Frontal | Código: GEV-VARCAM-CC-CF-BEL-78221-01 | |
| Descripción | P | F |
| Examinar el nivel de aceite del motor | 1mec | 10 h |
| Limpiar el Filtro de aire del motor | 1mec | 10 h |
| Examinar el nivel de líquido refrigerante en el sistema de enfriamiento del motor | 1mec | 10 h |
| Examinar el nivel de combustible en el depósito de combustible y remover los sedimentos del mismo. | 1mec | 10 h |
| Examinar el nivel de aceite hidráulico y en caso necesario agregar la cantidad suficiente para el funcionamiento adecuado del equipo. | 1mec | 10 h |
| Examinar el nivel de líquido en el recipiente del lavacristales. | 1mec | 10 h |
| Verificar si existe alguna fuga de aceite hidráulico, de aceite de motor, de refrigerante o de combustible. | 1mec | 10 h |
| Comprobar la presión de aire e inspeccionar el estado técnico de los neumáticos | 1mec | 10 h |
| Inspeccionar visualmente la fijación y el estado de los cilindros hidráulicos | 1mec | 10 h |
| Limpiar los vidrios de la cabina y los retrovisores. | 1mec | 10 h |

| | | |
|---|------|------|
| Chequeo visual de las instalaciones y conexiones eléctricas | 1mec | 10 h |
| Encender el motor. Verificar la operatividad del balde, la dirección y del sistema de frenado. | 1mec | 10 h |
| Inspeccionar el funcionamiento de la bocina y la alarma de retroceso. | 1mec | 10 h |
| Inspeccionar la hermeticidad del sistema neumático. Cada día, al inicio el turno, se debe drenar el recipiente del neumasistema | 1mec | 10 h |
| Inspeccionar el estado del sistema contra incendios (si lo hay) | 1mec | 10 h |

Tabla 23: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM-CC-PE-GD-ATD3800-01

| Índice de instrucciones técnicas | | |
|--|--|----------|
| Equipo: Perforadora | Código: GEV-VARCAM-CC-PE-GD-ATD3800-01 | |
| Descripción | P | F |
| Lubricación y engrase de la torre de perforación, bastidor principal, pistas y poleas. | 1mec | 10 h |
| Inspección de mangueras, correas y cadenas. | 1mec | 10 h |
| Chequeo del sistema de mando | 1mec | 10 h |
| Comprobar si existe fugas de cualquier tipo | 1mec | 10 h |
| Chequeo visual del sistema hidráulico. | 1mec | 10 h |
| Chequeo visual de las orugas. | 1mec | 10 h |

Tabla 24: Plan de mantenimiento diario-rutinario del equipo GEV-VARCAM-CC-CO-GD-D0825CATA2A-01

| Índice de instrucciones técnicas | | |
|---|--|----------|
| Equipo: Compresor | Código: GEV-VARCAM-CC-CO-GD-D0825CATA2A-01 | |
| Descripción | P | F |
| Comprobar la presión de aire e inspeccionar el estado técnico de los neumáticos | 1mec | 10 h |
| Limpiar el filtro de aire | 1mec | 10 h |
| Comprobar el nivel de aceite del motor | 1mec | 10 h |
| Comprobar el nivel de aceite hidráulico | 1mec | 10 h |
| Comprobar el estado de las mangueras y correas | 1mec | 10 h |
| Comprobar el nivel del refrigerante | 1mec | 10 h |
| Comprobar el nivel de combustible | 1mec | 10 h |

5.3 Registro de Fallas y Acciones

Teniendo en cuenta la falta de historiales de fallas, se plantea la tabla 25 para registrar cualquier falla en el sistema productivo. Esta planilla puede ser llenada por el operador de cada equipo o el encargado de realizar la reparación, contribuirá con mejoramiento e implantación de políticas de mantenimiento programado, predictivo, preventivo y otros.

Tabla 25: Planilla de registro de fallas. **Fuente:** Elaboración propia.

| Empresa Varguense de Canteras y Minas Cantera Carayaca | |
|---|---------------------|
| Registro de fallas: | |
| Equipo: | Código: |
| Operador: | Gerente de Cantera: |
| Fecha: | Turno: |
| Descripción de la falla: | |
| Observaciones: | |

Se plantea además una tabla que permite registrar las labores de reparación en un equipo en particular, con el fin de desarrollar la vida o historia del mismo. Este formato puede ser llenado por el supervisor de mantenimiento o el mecánico que realiza la reparación.

Tabla 26: Historial de Reparaciones de un equipo. **Fuente:** Elaboración propia.

| Empresa Varguense de Canteras y Minas | | | | | | Página | |
|---|--|--|--------------------------|--|--|--|-------------------|
| Historial de Reparaciones de un Equipo. | | | | | | | |
| Equipo | | | | | | | |
| Código del Equipo | | | | | | | |
| Fecha de Incidencia | | | Fecha de Reincorporación | | | Materiales, Insumos y Repuestos utilizados | Trabajo Realizado |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Elaborado Por: | | | | | | Aprobado Por: | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | Fecha de Aprobación | |
| | | | | | | | |

Mediante estos formatos el departamento de mantenimiento podrá archivar datos estadísticos más exactos sobre la aparición de fallas, para determinar así si se sustituye algún equipo o se toma una decisión en cuanto a la mejora del sistema con el fin de conseguir los objetivos propuestos por la organización.

Es importante llevar un control de las operaciones de mantenimiento diario, es por ello que se plantea la tabla 27 para facilitar el registro de estas actividades y la supervisión de las mismas. Esta planilla está basada en la información antes mencionada desde la tabla 20 hasta la 24; debe ser llenada por el operador de cada equipo.

Tabla 27: Planilla de mantenimiento diario de los equipos. **Fuente:** Elaboración propia.

| Empresa Varguense de Canteras y Minas Mantenimiento Diario | | |
|---|--|----------------------|
| Equipo: | Código: | Fecha: |
| Elemento a Inspeccionar | ¿Qué se debe hacer o buscar? | Observaciones |
| Cucharón, herramientas de ataque, retenedores, cilindro y varillaje. | Desgaste, daños, fisuras y fugas. | |
| Filtro de Aire | Desgaste, daños, fisuras. Se debe limpiar con aire comprimido. | |
| Brazo y Bastidor | Daños, fisuras | |
| Pivote y rodamientos | Desgaste, daños, fugas, grasa | |
| Debajo de la máquina | Fugas, daños, pernos flojos | |
| Peldaños, agarraderas | Condición y limpieza | |
| Luces | Daños, limpieza, dirección | |
| Limpiaparabrisas | Desgaste, daños, nivel de fluido | |
| Refrigerante del motor | Nivel de fluido | |
| Radiador | Obstrucción de aletas, fugas | |
| Tanque de aceite hidráulico | Nivel de fluido, daños, fugas | |
| Tanque de combustible | Nivel de combustible, daños | |
| Aceite de Motor | Nivel de fluido | |
| Espejos | Daños, limpieza | |
| Mangueras y correas | Fisuras, marcas de desgaste, fugas | |
| Asiento y cinturón de seguridad | Ajuste | |
| Bocina y alarma de retroceso | Funcionamiento correcto | |
| Recipiente del neumasistema (si lo tiene) | Drenado de líquido | |
| Marque con una X si realiza la acción: | | |
| Cambio de aceite: | Cambio de filtro: | Engrase: |
| Operador de la Máquina | | Aprobado por: |

CONCLUSIONES

1. El instrumento de medición aplicado recoge la información necesaria para diagnosticar y conocer las condiciones operativas de los equipos de perforación, carga y acarreo de la Cantera Carayaca.
2. La información obtenida permitió realizar el diagnóstico del mantenimiento en la empresa, mediante las directrices planteadas en la norma COVENIM 2500-93.
3. A través de este estudio se pudo conocer los principales problemas que afronta la organización, que son la falta de recursos (insumos, materiales, repuestos, etc) y de formatos que permitan llevar un archivo estadístico de las fallas y acciones de mantenimiento realizadas, con el fin de desarrollar efectivamente los planes de mantenimiento. Otro problema principal es la falta de personal suficiente y calificado para las labores de mantenimiento.
4. Debido a la falta de registros de fallas, fue imposible plantear un sistema de mantenimiento avanzado (predictivo, programado, circunstancial, etc). Tampoco se contó con el tiempo suficiente para recabar dicha información por cuenta propia.
5. En base a la data obtenida acerca del mantenimiento de la maquinaria, se plantearon planillas que permitan a la empresa recolectar información acerca de las fallas y el mantenimiento que acontece en los equipos.
6. Las excavadoras y cargadores frontales, equipos utilizados para la carga de material, presentan fallas de forma común en el sistema hidráulico, cilindros y bombas de inyección, además de un continuo desgaste en los elementos de carga.

RECOMENDACIONES

1. La recolección de información es fundamental para la implantación eficaz del plan de mantenimiento, un registro ordenado de fallas y de actividades de mantenimiento para el control y evaluación es vital. Por esta razón se recomienda a la empresa hacer uso de las planillas y formatos suministrados en esta investigación.
2. Es importante realizar de forma periódica una evaluación de la gestión de mantenimiento, ya que esta permite conocer la capacidad de gestión de la organización y su evolución en el tiempo.
3. Se debería estudiar la factibilidad de un plan de mantenimiento circunstancial y preventivo a futuro, que esté fundamentado en los datos estadísticos que proporcionan los formatos e historiales de fallas, para así realizar las labores de reparación y mantenimiento fuera de las horas de operación de los equipos.
4. Se considera necesario realizar cursos de capacitación del personal, específicamente en las áreas de mantenimiento. Se recomienda también tener en cuenta las necesidades, de esta organización, en la toma de decisiones de la empresa. Así como plantear la contratación de personal calificado.
5. Se recomienda la implementar la codificación de equipos planteada, ya que permite acceder de forma rápida a la información digital que se obtenga de los equipos.

BIBLOGRAFÍA

Arias. F. (2006): El proyecto de Investigación. 5º Edición. Caracas-Venezuela. Editorial Episteme.

Kerlinger, Fred (1979). Investigación del comportamiento y técnicas metodológicas. Editorial interamericana. 2º Edición. México D.F.

Nava J. (2001).- Teoría del Mantenimiento. Fiabilidad. Editado por Consejos de Publicaciones de la Universidad de los Andes, 2 da Edición. Estado Mérida.

Garrido Z. Marianne L. (2012).- Diagnostico del estado físico mediante aplicación de una metodología de recolección y procesamiento de datos, referentes a equipos de minería a cielo abierto en los estados Vargas, Miranda y Distrito Capital. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

López J. (1995). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Madrid. Instituto Tecnológico Geominero De España

Morales F. Juan L. (2012).- Análisis de la situación física de los equipos mineros que operan a cielo abierto mediante el uso de herramientas de Confiabilidad Operacional durante el año 2011, en el estado Aragua. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Herrera, Juan. (2009). Introducción al Mantenimiento Minero. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid

Villanueva A. Alex (2003).- Guía de Laboreo A Cielo Abierto. Guías de estudio. Inédito

Marchan D. (2014): Metodología de planificación minera en el periodo agosto y septiembre del año 2013, de la cantera “Tacagua”, perteneciente a la empresa Desarrollos Estructurales y Mineros del Estado Vargas. Trabajo de pasantía. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Garrido M. y Assowad E. (2014): Plan de Explotación de la Cantera “Carayaca” (2014) de la Empresa Varguense de Canteras y Minas VARCAM. Empresa Varguense de Canteras y Minas VARCAM, C.A.