

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERÍA DE CAMPO 2014

**DIAGNOSTICO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA
PRODUCCIÓN EN LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA CANTERA
O'REY C.A. PARA EL PERIODO JULIO-AGOSTO 2014**

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

Br. Yusbelys M. Méndez R.

PARA OPTAR POR LA ASIGNATURA:

MINERÍA DE CAMPO (3230)

Caracas, 2015

MINERÍA DE CAMPO

**DIAGNOSTICO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA
PRODUCCIÓN EN LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA CANTERA
O'REY C.A. PARA EL PERIODO JULIO-AGOSTO 2014**

TUTOR ACADEMICO: Prof. Aurora Piña

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Orquidia Zambrano

Caracas, 2015

Yusbelys M., Méndez R.

**DIAGNOSTICO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN EN
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA CANTERA O'REY C.A. PARA EL PERIODO
JULIO-AGOSTO 2014**

Tutora Académica: Profa. Aurora Piña. Minería de Campo 2014. Caracas, U.C.V.

Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

RESUMEN

La empresa minera Cantera O'Rey C.A, consta de una explotación a cielo abierto y una planta que produce agregados para la construcción, en la cual se presentan varios inconvenientes que afectan la producción de los equipos ya que permanecen detenidos largos intervalos de tiempo, y ello repercute directamente en la producción de la empresa. Para la determinación de las causas que generan una baja de producción en los equipos de carga, acarreo y la planta de beneficio mineral, se efectuó un control de los tiempos de paradas de los mismos, para luego, representar los resultados obtenidos en tablas y gráficos para facilitar en análisis. Asimismo se estimó la capacidad instalada y capacidad real de producción de la planta para realizar una comparación de las mismas. En el diagnóstico se obtuvo que los índices de productividad de los equipos de carga presentan valores aceptables, más no óptimos ya que hay muchas pérdidas operativas por parte de los operadores y el personal de mantenimiento, mientras que en el único equipo de acarreo sus indicadores son nulos ya que el equipo tiene una pérdida total de su operatividad por razones mecánicas. En la planta de beneficio mineral, se contemplan índices de productividad muy bajos debido al alto nivel de deterioro de los equipos que la conforman; la capacidad real de producción representa el 26,62% de la capacidad instalada, lo cual indica que no está siendo eficiente en sus operaciones por las causas ya descritas. Una de las principales conclusiones es que en la empresa se carece de un plan de mantenimiento, y falta supervisión de personal. Entre las recomendaciones más resaltantes es elaborar un plan de mantenimiento preventivo.

Palabras Clave: producción, equipos, capacidad instalada, índices clave de productividad

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente a Dios Todopoderoso; gracias a el no deserté de mis metas, aún cuando muchos no me creyeron capaz, aún cuando sentí que no podía con mi carga, el estuvo allí para ayudarme a lidiar con ella.

Gracias al Departamento de Minas, a su equipo de profesores que han compartido sus conocimientos conmigo, contribuyendo con mi desarrollo profesional,

Especialmente agradezco a la profesora Aurora Piña, por ser la guía de esta y muchas otras investigaciones realizadas en este departamento, merece un gran reconocimiento de mi parte. Mis respetos para ella y mil gracias.

Gracias a mi padre, a mi madre, mis abuelas y a todos aquellos familiares que me apoyaron a lo largo de toda mi carrera, especialmente durante la realización de esta investigación. Ellos son mi fortaleza, y en ellos me he apoyado siempre.

Hago un agradecimiento al Ing. Eduardo Assoward por toda la ayuda y asesoría prestada durante la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICOS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
1.1. Reseña Histórica.....	13
1.2. Misión y Visión.....	14
1.3. Estructura Organizativa.....	14
1.4. Ubicación y Acceso.....	15
1.5. Operaciones en Cantera O'Rey C.A.....	16
1.5.1. Perforación y Voladura.....	17
1.5.2. Carga y Acarreo.....	17
1.5.3. Beneficio Mineral.....	17
CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1. Formulación del Problema.....	19
2.2. Objetivos de la Investigación.....	20
2.2.1. Objetivo General.....	20
2.2.2. Objetivos Específicos.....	20
2.3. Justificación.....	21
2.4. Alcances.....	21
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	
3.1. Geología del Área de Estudio.....	22
3.1.1. Geología Regional.....	22
3.1.2. Geología Local.....	24
3.2. Antecedentes de Estudio.....	25
3.3. Definición de Términos Básicos.....	26
3.3.1. Métodos de explotación a cielo abierto.....	26

3.3.1.1. Método de Cantera.....	26
3.3.2. Explotación del Mineral.....	28
3.3.2.1. Ciclo de Explotación.....	28
3.3.2.2. Equipos de Arranque, Carga y Acarreo.....	29
3.3.3. Operaciones de Beneficio Mineral.....	31
3.3.3.1. Reducción de Tamaño.....	31
3.3.3.2. Operaciones de Concentración de Minerales.....	33
3.3.3.3. Equipos Auxiliares.....	35
3.3.4. Circuito de Tratamiento.....	35
3.3.5. Agregados para la Construcción.....	37
3.4. Bases teóricas.....	37
3.4.1. Índices Clave de Producción.....	37
3.4.2. Capacidad Instalada y Real de Producción de la Planta.....	40
3.4.3. Técnicas Estadísticas.....	41
3.4.3.1. Histogramas.....	41
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	
4.1. Diseño de la Investigación.....	43
4.2. Tipo de la Investigación.....	43
4.3. Población y Muestra.....	44
4.3.1. Población.....	44
4.3.2. Muestra.....	45
4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
4.5 Herramientas.....	48
CAPÍTULO V RESULTADOS Y ANÁLISIS	
5.1. Planta de Beneficio Mineral.....	51
5.1.1. Distribución de las Horas Programadas.....	51
5.1.2. Índices Clave de Producción de la Planta de Beneficio Mineral.....	51
5.1.3. Causas de Tiempos de Paradas.....	52
5.1.4. Capacidad Instalada y Capacidad Real de Producción de la Planta.....	54
5.2. Equipos de Carga y Acarreo.....	55

5.2.1. Distribución de las Horas Programadas en los equipos de carga y acarreo...	55
5.2.2. Índices Clave de Producción en los Equipos de Carga y Acarreo.....	56
5.2.3. Causas de Tiempos de Paradas en los equipos de carga y acarreo.....	57
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS	63

LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICOS

	Pág.
Figura N° 1. Organigrama de la Empresa.....	14
Figura N° 2. Zona sombreada correspondiente al área en estudio.....	15
Figura N° 3. Zona Ampliada Correspondiente al área de estudio.....	16
Figura N° 4. Fase Antímamo.....	22
Figura N° 5 Secuencia Litológica.....	25
Figura N° 6. Cantera de mármol y cuarcita.....	27
Figura N° 7. Excavadora sobre Orugas.....	30
Figura N° 8. Cargador Frontal.....	30
Figura N° 9. Camión Roquero.....	30
Figura N° 10. Circuito de Tratamiento mineral en Cantera O'Rey.....	36
Figura N° 11. Diagrama de barras simples.....	41
Figura N° 12. Diagrama de barras compuesto.....	42
Figura N° 13. Formato para el control diario de producción y tiempos de parada de la planta de beneficio mineral.....	49
Figura N° 14. Formato para el control diario de tiempos de parada de los equipos de carga y acarreo.....	50
Gráfico N° 1. Índices clave de producción de la planta.....	52
Gráfico N° 2. Causas comunes de paradas en la planta de beneficio mineral.....	53
Gráfico N° 3. Índices clave de producción de los Equipos de Carga y Acarreo.....	56
Gráfico N° 4. Causas comunes de paradas en los equipos de carga y acarreo.....	58

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Especificaciones de la Trituradora de Mandíbula.....	33
Tabla N° 2. Especificaciones de las Cribas.....	34
Tabla N° 3. Población de Estudio.....	44
Tabla N° 4. Códigos de los Equipos de la Planta.....	46
Tabla N° 5. Códigos de los Equipos de la de carga y acarreo.....	47
Tabla N° 6. Distribución de las horas programadas en la planta de beneficio mineral...	51
Tabla N° 7. Distribución de las Horas Programadas en los equipos de carga y acarreo.	55
Tabla N° 8. Índices Clave de Producción en los Equipos de Carga y Acarreo.....	56

INTRODUCCIÓN

Cantera OREY C.A., es una empresa minera productora de agregados para construcción, la cual maneja una producción que, pese a que ha estado en constante aumento durante los últimos seis años gracias a la implementación de un sistema de explotación controlado, aun no logra cumplir con unos estándares de producción aceptables, y es altamente que estos valores están relacionados directamente con la producción de los equipos que trabajan en las áreas de la empresa donde se lleva a cabo la extracción de la materia prima y el procesamiento de esta para la obtención de los agregados, las cuales son el área de cantera y el área de planta. De allí surge, la necesidad de realizar un estudio de los factores que afectan la producción de de los equipos por medio de un control de tiempos de paradas en los mismos. De esta manera se contribuye a la empresa con un reporte de los tiempos que permanecen detenidos los equipos en estas áreas y a su vez de los factores involucrados en dicha inactividad, de tal forma que se establezcan medidas para reducir esos tiempos.

La investigación se encuentra estructurada de la siguiente manera: el Capítulo I esta constituido por toda la identificación de la empresa es decir la razón social a que se dedica, reseña histórica, misión, visión, valores, objetivos, organigrama y descripción de cargos.

El Capítulo II se divide en: planteamiento del problema, donde se describe de manera amplia la situación objeto de estudio, luego se plantearon los objetivos de la investigación seguidamente la justificación en donde se señalo las razones por las cuales se realizo la investigación y por último los alcances, donde se indica hasta donde se llegó.

El Capítulo III es el Marco Teórico en este Capítulo se tienen las bases teóricas de la investigación, estas comprende un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el problema planteado.

El Capítulo IV denominado Marco Metodológico, es decir la metodología a emplear en la investigación esta compuesto de la siguiente forma: tipo de investigación en esta se manifiesta un trabajo de campo consecutivamente el diseño de la investigación que es la estrategia que se adopto para responder al problema planteado después técnicas e

instrumentos de Recolección de Datos que no es más que distintas formas o maneras de obtener la información.

En el Capítulo V se encuentran los resultados obtenidos en la investigación y correspondientes análisis de dichos resultados.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se encuentra una breve reseña histórica de la empresa Cantera O'Rey C.A., ubicación geográfica, misión, visión, estructura organizativa de la misma, y una breve descripción del proceso de producción en la empresa.

1.1. Reseña Histórica

Cantera O'Rey C.A., Rif, J-00110737-1, es una pequeña minera establecida en el país en la década de los 80, dedicada desde sus comienzos a la producción de agregados para la construcción. Durante años la explotación fue controlada y supervisada por sus fundadores y todavía en la actualidad, dueños, los cuales al no ser profesionales del área de minería ni la industria, llevaron a cabo un aprovechamiento del recurso de forma irracional, es decir, no seguían un método de explotación preciso lo que trajo como consecuencia una inestabilidad muy seria en el frente de extracción. También, varios de los equipos que operaban en la cantera agotaron su vida útil sin que se previera y no hubo la posibilidad económica de reemplazarlos, por lo que la empresa se encontró muy cerca de la quiebra.

Fue en el año 2007, cuando René O., hijo de uno de los fundadores, asume la presidencia, y realiza convenios con el estado. De esta manera O'Rey logra adquirir nuevos equipos para el área de extracción, y levantar nuevamente la empresa. En el 2008, Cantera O'Rey asume el compromiso de adecuar la cantera a una explotación racional de sus minerales, siguiendo una metodología de extracción, trabajando desde la cota 1226 hasta llegar a la cota 1166 para 2013, culminando así la Fase I de su plan de explotación.

Para la Fase II, asume el compromiso aun mayor para apoyar la gestión del gobierno nacional en todos los proyectos habitacionales y el plan de asfaltado de la Gran Caracas, y por tanto se prevé instalar para finales de 2015 una nueva planta de trituración. Cantera O'Rey, hoy en día es la principal proveedora de materia prima de Asfalcret, una empresa que produce asfalto, y también provee a otras pequeñas y medianas empresas del sector de la construcción.

1.2. Misión y Visión

Misión

Ofrecer al mercado productos del sector de agregados para la construcción, garantizando altos estándares de calidad, la protección del medio ambiente, el bienestar de nuestros trabajadores y el progreso de las comunidades en las que desarrollamos nuestro negocio, actuando conjuntamente con responsabilidad social y asegurando la rentabilidad del negocio y la permanencia en el mercado.

Visión

Fortalecer nuestra presencia a nivel regional, crecer con liderazgo en la extracción de minerales no metálicos y en producción y comercialización de agregados para la construcción y desarrollar nuevos proyectos para ampliar nuestra capacidad de producción para convertirnos en una empresa con fuerte auge en el mercado regional.

1.3. Estructura Organizativa

El organigrama de la empresa se muestra a continuación en la figura N° 1

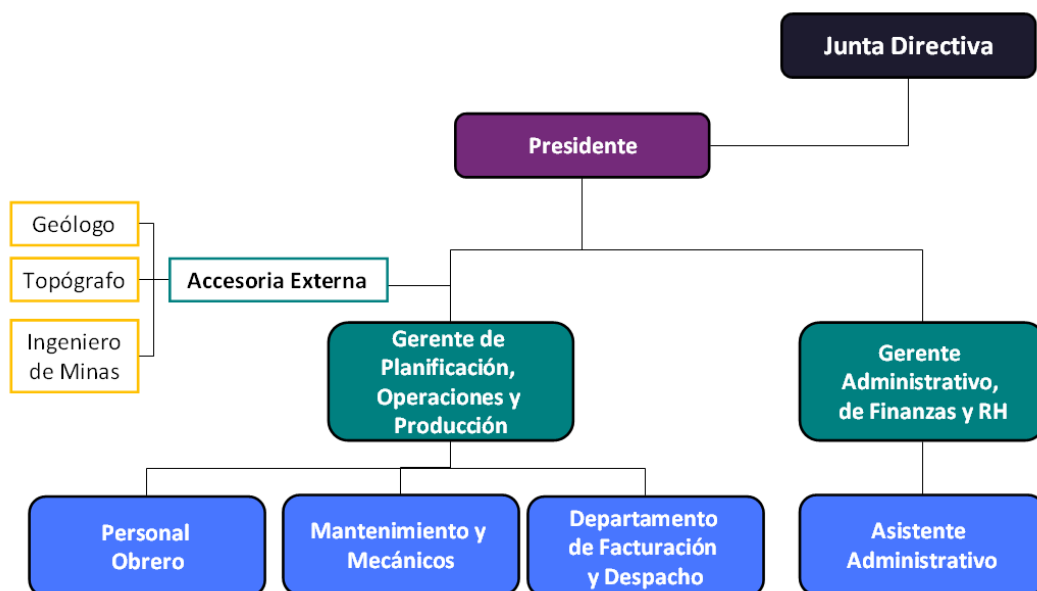


Figura N° 1. Organigrama de la Empresa. Fuente: Propio, 2014

1.4. Ubicación y Acceso

Los terrenos de Cantera O'Rey C.A, abarcan un área de afectación de 42 hectáreas, ubicados en la Hacienda Mamera, jurisdicción del Municipio Libertador, Distrito Capital.

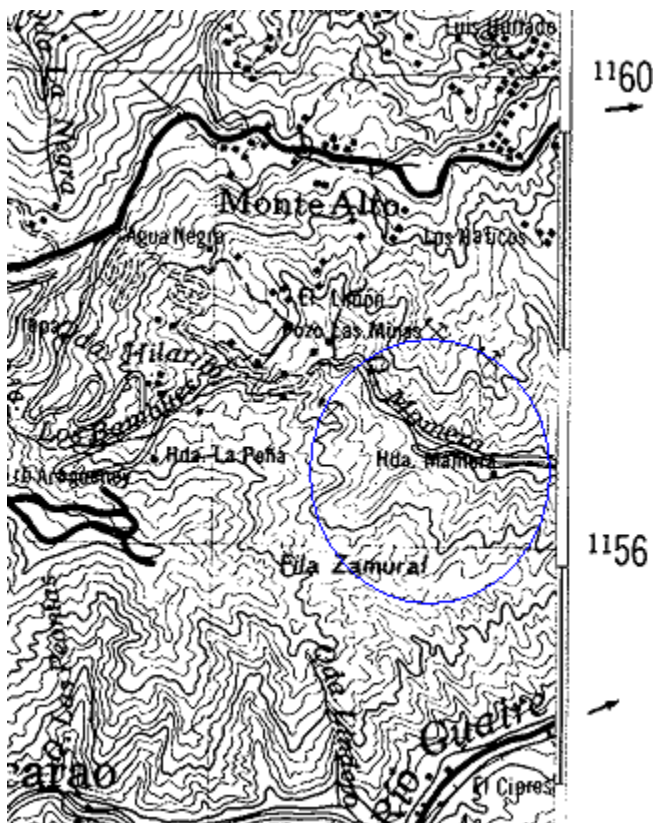


Figura N° 2. Fuente: Dirección de Cartografía Nacional, 1971. Hoja 6747. Los Teques, Venezuela. Zona sombreada correspondiente al área en estudio.

El acceso a la cantera se realiza tomando la carretera Caracas-Los Teques en sentido Este y luego la Autopista Francisco Fajardo hasta llegar al Distribuidor Mamera, donde se encuentra el desvío para tomar la vía Mamera-El Junquito. La Cantera se encuentra aproximadamente a tres kilómetros del distribuidor.



Figura N° 3. Fuente: *Google Maps*. Zona Ampliada Correspondiente al área de estudio.

1.5. Operaciones en Cantera O'Rey C.A.

El proceso de extracción y producción en Cantera O'Rey, se realiza a razón de 186.000,00 m³ por año para un total de reservas probadas de aproximadamente 900.000,00 m³, que se han calculado que serán extraídas durante los cinco años siguientes. Actualmente se realizan estudios para ampliar sus reservas.

En la empresa se trabajan 75 horas semanales distribuidas de la siguiente manera: Dos turnos diarios de lunes a viernes; el turno diurno tiene una duración de 8 horas y el nocturno 7 horas. Bajo requerimientos especiales se organizan tiempos extras los sábados y domingos.

El sistema de explotación de Cantera O'Rey se realiza a cielo abierto, mediante el método de las canteras con bancos de 12 m de altura, 6 m de bermas de seguridad y 70° de inclinación, que van de la cota 1266 a la cota 1126. Existe actualmente un gran patio de operaciones en la cota 1085, que es donde se efectúan las operaciones de carga y acarreo de

material, ya que el material, como consecuencia de la voladura, cae directamente en esta zona. Las rampas de acceso para llegar desde la planta a esta cota base tienen una pendiente de 10, y tienen 14 m de ancho, para facilitar el tránsito en ambas direcciones de los equipos de acarreo. Los accesos hacia las cotas superiores son más angostos, 6 m ya que solo sirven para trasladar los equipos de perforación y vehículos livianos.

El proceso de producción de la empresa comienza con la operación de arranque del material, mediante el uso de perforación y voladura, seguidamente la carga y el acarreo y posterior a ello el beneficio mineral:

1.5.1. Perforación y Voladura

La perforación se realiza con una perforadora de martillo en cabeza Gardner Denver con un diámetro de barrenación de 3 ½” de diámetro. El patrón de perforación utilizado es una malla tresbolillo de 3m de retiro por 3m de espaciamiento.

Los explosivos y accesorios utilizados en la voladura son Anfo, emulsiones, Booster de pentolita, conectores y detonadores. El factor de carga empleado es 0,45kg/m³.

1.5.2. Carga y Acarreo

Una vez efectuada la voladura se procede a la limpieza de los frentes con la excavadora sobre orugas XCMG XE700C, la cual también efectúa la carga del material, en conjunto con los cargadores frontales sobre ruedas XCMG 800K, los cuales cargan el material en un camión Caterpillar 769B, el cual transporta el material a la planta de beneficio. Por ser el único camión operativo, cuando este se avería el acarreo se realiza con cargador frontal.

1.5.3. Beneficio Mineral

En la planta de beneficio el material sufre una trituración primaria mediante la trituradora de mandíbula BAXTER 50x40/36”, y luego un proceso de trituración secundaria mediante la trituradora de impacto HAZESSA APKE 1615 M. Posterior a ello el material es clasificado en agregados gruesos y finos mediante cribas TELSMITH, y luego es llevado a las tolvas de almacenamiento. Una de las cribas, deja pasar el material tamaño

arena y luego es transportado a una Noria marca ROHER TWIC, donde se elimina el exceso de finos; para luego trasportar el material a un escurridor; finalmente la arena es depositada en una pila de almacenamiento.

En resumen, los productos que se producen en la planta de beneficio son: Piedra 1" (35-25,4 mm), Piedra ¾" (25,4-12,7mm) Arrocillo (12,7-7,9 mm) Polvillo (<7,9mm) y Arena (<11 mm).

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se describe la problemática objeto de estudio de la investigación y las medidas a tomar en cuenta para darle solución a la misma, es decir el planteamiento del problema y los objetivos general y específicos. Asimismo, también se tiene la justificación y los alcances del trabajo realizado.

2.1. Formulación del Problema

Cantera O'Rey C.A., ubicada en la Hacienda Mamera, Parroquia Antímamo, del Municipio Libertador, Distrito Capital, es una mina a cielo abierto productora de agregados para la construcción que ha incrementado su producción durante los últimos 6 años, gracias a la implementación de un sistema de explotación controlado y la adquisición de nuevos equipos en el área de extracción y el beneficio mineral, no obstante, aún se presentan inconvenientes que impiden alcanzar un valor óptimo cercano a la capacidad instalada de producción y es que los equipos encargados de las operaciones de carga, acarreo y beneficio mineral (planta) se mantienen detenidos por largos intervalos de tiempo, por fallas de los equipos, y por otras causas que se desconocen ya que no se realiza un estudio de los distintos factores que disminuyen la producción de los equipos.

Para poder determinar si un equipo esta realizando su operación de forma eficiente, es importante llevar a cabo un control de los tiempos en los cuales este no esta produciendo, y con ello se identifican los factores que generan dichas paradas. Con esto obtiene información tal como los índices clave que indican la disponibilidad física, mecánica y el uso efectivo del equipo, que indican que tan grave es dicha parada para la producción.

Para la planta de beneficio mineral, se maneja un formato para realizar el control diario de producción y tiempos de parada, pero estos datos son tomados por el operador de planta, el cual en algunas oportunidades omite ciertas paradas, bien sea por encontrarse muy ocupado u olvidarse de las mismas. Además, no se hace ningún uso de esta información.

En cuanto a los equipos de carga y acarreo, no se cuenta con una supervisión de los tiempos de paradas de los mismos, pese a que es bastante notorio que fuera de los tiempos normales para realizar el mantenimiento de estos equipos permanecen largas horas detenidos. Algunas veces el material que el acarrear estos equipos hasta la planta es el justo para alimentar la planta durante un día, así aparentemente esta solventada la situación, pero no se toma en cuenta que la planta no esta produciendo a plena capacidad y que para el año 2016 la empresa tiene el proyecto de instalar una nueva planta trituración, por lo cual estos equipos deberán producir mucho más de lo que actualmente producen para cumplir con la capacidad de producción de ambas plantas.

A tales efectos se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los factores involucrados en la disminución de la producción de los equipos que realizan las operaciones de carga, acarreo y beneficio mineral en la Cantera O'Rey? Otra incógnita que puede surgir de la principal es ¿De qué manera esta influyendo las paradas de los equipos en la producción de la cantera? y ¿Cuánto esta produciendo la empresa respecto a su capacidad instalada de producción?

2.2. Objetivos de la Investigación

2.2.1. Objetivo General

Diagnosticar los factores que afectan la producción en los equipos de la empresa Cantera O'Rey C.A., mediante un control de tiempo de paradas para el periodo julio-agosto del 2014.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los equipos destinados para las operaciones de carga y acarreo, y el circuito de la planta de beneficio mineral.
- Estructurar instrumentos de recolección de datos, donde se indique el tiempo de parada de los equipos y a su vez la descripción de la parada.
- Ejecutar un control de tiempo de paradas en la planta de beneficio mineral y de los equipos de carga y acarreo por medio de los instrumentos de recolección de datos.

- Ordenar los datos recolectados mediante tablas, gráficos e histogramas.
- Determinar los índices clave de producción de la planta de beneficio mineral y los equipos de carga y acarreo, producción de la planta y los factores que influyeron en la obtención de dicha producción.

2.3. Justificación

Es preciso identificar cuales son los factores que están perjudicando la producción de los equipos que realizan las operaciones de producción en la mina, para establecer medidas orientadas a disminuir los tiempos de parada de los equipos, bien sea un plan de mantenimiento, una supervisión eficiente de los operadores o cualquier otra medida que aumente la producción de los equipos y con ello la producción de la empresa. Con se beneficiaría la empresa económicamente y a su vez, la empresa se estaría preparando para el aumento de producción que se plantea con la instalación de la nueva planta de trituración para el 2016.

De igual forma, esta investigación dejará como aporte a la Cantera O'Rey, la orientación adecuada de los correctos procedimientos para obtener los índices claves de los equipos y de la relación de capacidad que existe entre capacidad real y capacidad instalada de producción, lo cual permite crear una perspectiva de cómo se esta realizando la gerencia en las áreas de planta y cantera.

2.4. Alcances

Se diagnosticaron los factores que afectan la producción de los equipos que operan en la empresa Cantera O'Rey, tanto a nivel de fallas, como de faltas de los operadores y el personal de mantenimiento, entre otros. Otro peso de esta investigación es que se generó una nueva perspectiva en la gerente de estas áreas para capacitar y orientar al personal operador de los equipos hacia una mayor eficiencia de su labor.

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

En este capítulo se encuentran el conjunto de conceptos, antecedentes y teorías sobre las cuales se basa la investigación y que sitúan al problema dentro de un conjunto de conocimientos de tal modo que permitan orientar nuestra búsqueda.

La Universidad Santa María U. S. M, (2007) señala que el Marco Teórico debe ser visto de una manera flexible, pues en todo caso debe reflejar el desarrollo de los subtítulos que se presenten en el esquema; por lo tanto, no se puede dar un número determinado de subtítulos, ya que los mismos están sujetos a las características propias del tema que se investiga (p.38)

3.1. Geología del Área de Estudio

3.1.1. Geología Regional

Entre las formaciones asociadas a estos estados se encuentra la Fase Antímano
Fuente: Léxico Estratigráfico en línea. www.pdv.com/lexico/2edic/a330e.html (Consultado en 2015)

Formación Antímano

Cretácico Distrito Capital y estados Miranda, Aragua y Carabobo

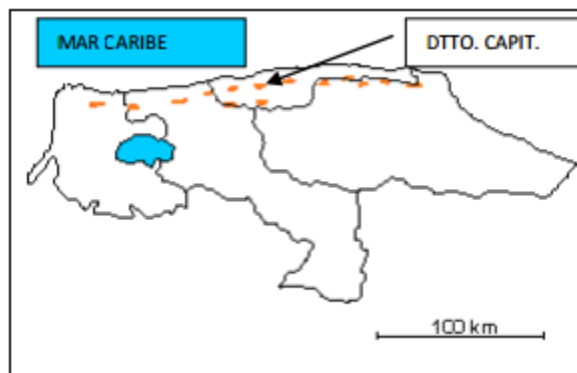


Figura N° 4. Fase Antímano. Fuente: Léxico Estratigráfico

Localidad tipo: Dengo (1951) establece la localidad tipo a 0,5 km al norte de Antímamo, Distrito Federal (Hoja 6847, escala 1:100.000, Cartografía Nacional), cuyos afloramientos hoy en día están totalmente cubiertos por el urbanismo de la ciudad de Caracas.

Descripción litológica: Dengo (1951) describe esta Formación como un mármol masivo de grano medio, color gris claro, con cristales de pirita, alternando con capas de esquistos cuarzo micáceos, y asociadas con cuerpos concordantes de rocas anfibólicas, algunas con estructuras de "boudinage". El mármol está formado de un 85-95% de calcita, con cantidades menores de cuarzo detrítico, muscovita (2,5%), grafito (2,5%) y pirita (2%).

Dengo (1950) describe con detalle las anfibolitas glaucofánicas de esta Formación, incluyendo análisis químicos, indica que los mármoles son 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".

Schurmann (1950) igualmente estudia estas rocas glaucofánicas, presentando un mapa detallado de los diversos tipos litológicos en el sector de Antímamo y Mamera. MAR CARIBE DTTO. CAPIT.26

En la región del Camino de los Españoles, Parque Nacional El Ávila, Ostos (1981) describe su Unidad de esquistos cuarzo-muscovítico y mármol cuarcífero equivalente a esta Fase, encontrando los siguientes tipos litológicos: esquistos cuarzo-muscovítico, mármol y esquistos calcáreos, esquistos cuarzo-feldespático y feldespático, cuarcita muscovítica-feldespática, epidocita y glaucofanita granatífera.

En la cartografía geológica de la zona de Puerto Cruz-Mamo, Talukdar y Loureiro (1982) reconocen su Unidad de anfibolitas y mármoles, que posteriormente Urbani y Ostos (1989) la denominan como Fase Antímamo, allí ocurre la asociación de anfibolita, mármol, esquistos calcáreo-muscovítico ± grafitoso, esquistos cuarzomuscovítico ± granatífero, esquistos cuarzo-muscovítico-glaucofánico-granatífero.

En la zona de El Palito, estado Carabobo, Urbani et al. (1989) mencionan la asociación de anfibolita granatífera-clinopiroxénica, anfibolita granatífera, eclogita, anfibolita epidótica-plagioclásica, mármol, cuarcita y esquisto cuarzo-plagioclásicomuscovítico.

Ostos (1990) describe algunas de las rocas máficas de esta Fase aflorantes en la sección Chichiriviche-Colonia Tovar, siendo anfibolita granatífera y esquisto albíticoclorítico. La anfibolita tiene porfiroblastos de granate, mientras que el esquisto los tiene de albita con sombras de presión simétrica y bien desarrollada. Las asociaciones mineralógicas metamórficas indican un primer evento de alta relación P/T en la facies de la eclogita, siendo impreso por un segundo evento metamórfico de P/T intermedia en la facies de los esquistos verdes.

Urbani et al. (1997) estudian la mineralogía carbonática de los mármoles de los afloramientos de la punta oeste de la bahía de Chichiriviche, Distrito Federal, encontrando que carecen de dolomita, mientras que aquellos de Mamera lo presentan en muy pocas muestras y en muy bajas concentración. En los trabajos ya mencionados de Ostos, Urbani y otros, el criterio para cartografiar esta Fase es la presencia de la asociación de rocas anfibólicas con mármoles.²⁷.

Importancia económica: Los mármoles han sido explotados ampliamente para su uso en la construcción (agregados para concreto, rocas para gaviones y como lajas para recubrimiento de paredes). Hoy en día solamente están activas las canteras de la quebrada Mamera.

3.1.2. Geología Local

Estudios realizados en Cantera O'Rey (2006) para el Informe Favorable de la misma fecha, indican que el marco geológico local está representado por rocas metamorfizadas del Mesozoico bastante diaclasadas típicas de la formación Antímamo y estructuralmente concordantes con las formaciones adyacentes: Las Brisas y Las Mercedes.

Localmente, el marco geológico consiste en una secuencia estratigráfica transicional, que de base a tope (de Noroeste a Suroeste) consiste de: esquistos cuarzo-micáceos, cuarcitas ferruginosas de color claro manchada por el óxido de hierro y esquistos cuarcíticos de color gris; un lente de mármol masivo gris azulado; intercalaciones de capas delgadas de mármoles cuarcíticos, y esquistos micáceo-grafitosos en el tope, muy meteorizados de color oscuro a rojizo, conformado en conjunto una secuencia suavemente plegada, diaclasada y localmente fallada con un rumbo general Noreste-Suroeste y buzamiento alto hacia el Sureste. Toda la secuencia expuesta en la cantera mide aproximadamente unos 120 m de espesor.



Figura N° 5 Secuencia Litológica. 1 Esquisto cuarzo-micáceo 2. Cuarcita y esquisto cuarcítico 3. Lente masivo de mármol 4. Intercalación de lentes delgadas de mármol y esquistos calcáreos 5. Esquistos micáceo-cuarzosos 6. Esquistos micáceo grafitosos 7. Material Aluvional; Fuente: Estudio Realizado por Cantera O'Rey (2006)

3.2. Antecedentes de Estudio

Garrido (2012) en su Trabajo Especial de Grado titulado: Diagnóstico 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, plantea una metodología para la recopilación y procesamiento de datos de equipos mineros, con la finalidad de hacer un censo de las condiciones físicas de los mismos, trabajo que sirvió como apoyo a esta investigación ya que hace uso de bases teóricas como los índices clave de producción y confiabilidad operacional.

3.3. Definición de Términos Básicos

3.3.1. Métodos de explotación a cielo abierto

En función de las características del yacimiento (morfología, topografía, profundidad, dimensión, entre otros) y su relación con la superficie, Ortiz de Urbina (1967) citado por Garrido (2012), define los métodos mineros a cielo abierto, como el conjunto ordenado de sistemas, que en forma ordenada, repetitiva y rutinaria, extraen el mineral del yacimiento.

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. Según el I.T.G.E (1995), entre los métodos más comunes empleados en la minería a cielo abierto están:

1. - Tajo Abierto (*Open Cut Mining*).
- 2.- Fosa Abierta (*Open Pit Mining*).
- 3.- Explotación en Tiras (*Strip Mining*).
4. - Canteras (*Quarry Mining*).
5. - *Glory Hole*.

3.3.1.1. Método de Cantera

Cantera es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales. Se trata por lo general, de pequeñas explotaciones próximas a los centros de consumos, debido al valor relativamente pequeño que poseen los materiales extraídos, que pueden operarse mediante los métodos de banco único de gran altura o bancos múltiples (ITGE, 1995). Este último es el más adecuado, ya que permite realizar los trabajos con mayores condiciones de seguridad y posibilita la recuperación ambiental de los terrenos afectados con mayor facilidad.

Las canteras pueden subdividirse en dos grandes grupos: el primero, donde se desea obtener un todo-uno fragmentado, apto para alimentar a la planta de tratamiento y obtener un producto destinado a la construcción, en forma de áridos, o para la fabricación de cemento; el segundo, dedicado a la explotación de rocas ornamentales, que se basa en la extracción cuidadosa de grandes bloques paralelepípedicos que posteriormente se cortaran y procesaran en delgadas laminas. La altura de los bancos va a depender del alcance de los equipos de excavación, así como de las condiciones geotécnicas de los materiales que lo conforman. La profundidad a la cual se va a llegar en el total de la excavación, va a depender de las características del yacimiento y de los costos de producción. La explotación puede llevarse simultáneamente en varios bancos tal como se muestra en la figura 5, siempre y cuando, las labores en el banco superior se lleven con avance suficiente para no interferir con las labores del banco inferior. Entre los bancos se establecen rampas que sirvan como vías de acarreo a los camiones de producción y acceso para los vehículos de servicio. Por lo tanto, se debe procurar que las vías sean de recorridos lo más cortos posibles.



Figura N° 6. Cantera de mármol y cuarcita. Fuente: Propia, 2014

3.3.2. Explotación del Mineral

3.3.2.1. Ciclo de Explotación

El ciclo de explotación minera se puede definir como una sucesión de fases u operaciones básicas aplicadas tanto al material estético como al mineral. Según las condiciones del proyecto que se esté llevando a cabo, existirán o no otras operaciones auxiliares de apoyo cuya misión es hacer que se cumpla con la mayor eficiencia posible las operaciones básicas pertinentes.

Las fases que engloba el ciclo minero a ciclo abierto son, generalmente, las siguientes:

(a) arranque., (b) carga, (c) transporte y (d) vertido (Martín, 1984) op cit. Garrido (2012). El arranque es, por necesidad, la primera de las operaciones para el movimiento de los materiales y consiste en fragmentar estos a un tamaño adecuado para uso posterior manipulación por los equipos de fases subsiguientes. La fragmentación de la roca puede efectuarse fundamentalmente por dos métodos bien definidos. Indirectos, es decir por medio de la energía liberada por los explosivos colocados en el interior de los macizos rocosos dentro de barrenos, y directos, por la acción mecánica de una herramienta montada sobre un equipo.

La carga consiste en la recogida del material ya fragmentado para depositarlo seguidamente, en la mayoría de los casos, sobre otro equipo o instalación adyacente.

El transporte es la fase posee en la actualidad una mayor repercusión económica sobre el ciclo de explotación, que puede cifrarse entre el 40 y el 60 % del coste total e incluso de la Inversión en equipos principales.

De acuerdo con una serie de consideraciones específicas que las combinaciones entre sí pueden ser las siguientes:

- Arranque → Carga → Acarreo
- Arranque + Carga → Acarreo
- Arranque + Carga + Acarreo

En Cantera O'Rey se realizan las Operaciones Unitarias en el siguiente orden:

Arranque → Carga → Acarreo

3.3.2.2. Equipos de Arranque, Carga y Acarreo

Arranque

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

- Dragalina
- Pala excavadora
- Rotopala
- Mototrailla
- Tractores

En el caso Cantera O'Rey, el arranque del material se realiza mediante el uso de explosivos: perforación y voladura.

Carga

Existen diferentes tipos de equipos de carga que se adecuan a los diversos sistemas de excavación que pueden presentarse en el proceso de minería. Se hace necesario conocer características y aplicaciones de los equipos, así como también las técnicas de operación.

En Cantera O'Rey existen para este proceso una excavadoras sobre orugas como se muestra en la figura 7 y tres cargadores frontales que uno de ellos se puede observar en la figura 8; el material lo descargan en un camión para ser llevado a la planta de trituración.

Hay que destacar que en esta empresa, los equipos de carga también se utilizan en el mantenimiento de frentes ya que no se cuentan con equipos auxiliares.



Figura N° 7. Excavadora sobre Orugas. Fuente: Propia, 2014



Figura N° 8. Cargador Frontal. Fuente: Propia, 2014

Acarreo

Es la operación por la que se traslada el mineral arrancado hasta el exterior de la mina o a la planta de tratamiento. En Cantera O'Rey, el transporte se realiza de manera discontinua utilizando un camión Roquero (Figura N° 9) que se encarga de trasladar el material proveniente del frente de explotación a la planta de beneficio mineral. Cabe destacar, que cuando el camión se encuentra inoperativo el acarreo se realiza con cargador frontal en esta mina.



Figura N° 9. Camión Roquero. Fuente: Propia, 2014

3.3.3. Operaciones de Beneficio Mineral

Las Operaciones de Beneficio son las más importantes a las que se someten los minerales antes de su tratamiento metalúrgico o empleo industrial. Chacón (2005) señala que el beneficio mineral tiene por objetivo principal separar las partículas de una mena liberada previamente, de acuerdo con su riqueza, recogiendo los útiles (valores) y descartando la ganga. La búsqueda del alcance de éste objetivo permitirá satisfacer las siguientes necesidades:

3.3.3.1. Reducción de Tamaño

En la construcción de carreteras, edificios, presas y demás obras de ingeniería civil, así como escolleras y vías de ferrocarril, e incluso en la industria del vidrio y la cerámica, se emplean áridos que con unas granulometrías adecuadas que intervienen para la fabricación de productos resistentes mediante su mezcla con aglomerados. Sin embargo, los áridos salen de las canteras con unos tamaños muy diferentes a los deseados para cada situación, lo que hace necesario, o no, su reducción de tamaño. La reducción de tamaños se consigue por medio de dos operaciones unitarias claramente diferenciadas: Trituración y Molienda. Chacón (2005). Para efectos de esta investigación solo se tomará en cuenta el proceso de trituración, la cual se subdivide en Trituración Primaria y Secundaria.

Trituración primaria

Según Peláez (1981), esta se inicia en la planta de tratamiento, donde se aplican los primeros mecanismos de fragmentación o reducción de tamaño de las zafras, de manera que las máquinas de este grupo deben ser capaces de admitir el trozo más grande de mineral que la mina envíe. El quebranto concluye cuando el todo uno que llega a la mina se ha reducido hasta un tamaño máximo comprendido entre 200mm (8") y 100mm (4").

Trituración secundaria

El tamaño máximo de las partículas de alimentación en la trituración secundaria está comprendido entre 200mm (8") y 100mm (4"), mientras que la descarga suele ser inferior a 13mm (1/2") (Peláez, 1981).

En Cantera O'Rey se utiliza una trituradora de mandíbula para la trituración primaria y una trituradora de impacto para la trituración secundaria.

Trituradora de Mandíbula

Aparato de Trituración constituido de dos caras ó mandíbulas, una fija y la otra móvil, ó las dos móviles. La reducción de tamaños ocurre por la presión que ejerce la mandíbula móvil al aproximarse a la otra fija o móvil. Chacón (2005). Algunas de las ecuaciones empíricas para determinar los parámetros principales de las trituradoras son:

- Capacidad: Se puede calcular con la formula empírica propuesta por Taggart:

$$T = 0,088 \cdot l \cdot Sa \quad (\text{Ecuación.1})$$

- Razón de Reducción: Según Peláez (1981), Su valor numérico indica la reducción de tamaño que adquirirán las partículas en la cámara de trituración; las mismas saldrán con una dimensión menor/igual a la separación máxima o mínima de las mandíbulas en la descarga.

$$Rr = \frac{0,85 \times a}{Sa} \quad (\text{Ecuación.2})$$

Donde:

T: Capacidad (Ton/hora)

l: Separación de los forros en la boca de admisión en cm

Sa: Separación de la mandíbula con la descarga en cm.

a: Ancho de la boca de admisión.

En Cantera O'Rey, la trituradora de Mandíbula BAXTER, Modelo 50x40/36'' cumple con las especificaciones mostradas en la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Especificaciones de la Trituradora de Mandíbula

Abertura de Alimentación	Ancho (m)	1,02
	Largo (m)	1,30
Abertura en la Descarga	Ancho (m)	0,18
	Largo	1,30
Razón de Reducción		6
Capacidad (Ton/h)		210,67

Trituradora de Impacto

Peláez, E. (1981), Señala que las trituradoras de impacto son un equipo de trituración primaria o secundaria donde el efecto máximo de trituración se consigue estrellando con fuerza el material contra una pared o parrilla estacionaria. El aparato se compone de una sólida carcasa construida con planchas de acero reforzadas exteriormente, y dentro de la cual giran a gran velocidad uno o dos robustos ejes horizontales provistos de costillas o martillos longitudinales muy resistentes. El mineral cae sobre el rotor por la parte en que este gira hacia arriba y las costillas los golpean y lanzan a gran velocidad contra las placas de impacto.

La trituradora de impacto utilizada en el circuito de tratamiento de Cantera O'Rey, marca HAZESS, modelo APKE 1615 M tiene una capacidad de producción de 350 Ton/hora y un tamaño máximo de alimentación de 300 mm según datos del fabricante. (Fuente: <http://www.hazessa.com/catalogo2.html>)

3.3.3.2. Operaciones de Concentración de Minerales

Cribado

El objetivo del cribado según Peláez, E. (1981), es clasificar por tamaños materiales de forma y dimensiones variadas, mediante la presentación de éstos sobre unas superficies con aberturas que dejan pasar los granos de dimensiones inferiores a las dimensiones de las aberturas, mientras que los granos de medidas superiores son retenidos y evacuados separadamente.

En Cantera O'Rey los equipos que se utilizan para realizar la operación de cribado son cribas vibratorias que se muestran en la tabla N° 2. Una Criba es un aparato que está constituido por una caja rectangular de poca altura, con solo tres costados, cuyo fondo es de tela metálica, y que se hace vibrar mecánica o eléctricamente. La vibración debe ser rápida y de pequeña amplitud y con ella se favorece la estratificación de las partículas, que tienden a colocarse de modo que las más finas se acerquen a la tela metálica y las más gruesas queden en el lecho superior, facilitando el paso de las primeras a través de la malla. Peláez. (1981).

Tabla N° 2. Especificaciones de las Cribas

Criba	Pisos	Abertura (in)	Abertura (mm)
I Marca telsmith Modelo 6x2,10 MTS	3	1	25,4
		1/2	12,7
		5/16	7,9
II Marca telsmith Modelo 6x2,10 MTS	1	1 3/8	35
III Marca <i>telsmith</i> Modelo 5x2 MTS	1	7/16	11,0

Lavado de Arenas

El lavado de arenas se realiza primero procediendo a un deslamado, Chacón (2005) explica que esta operación se efectúa colocando los finos en suspensión con H₂O y eliminando ésta. El deslamado de arenas en Cantera O'Rey se realiza mediante una Noria de lavado de arenas Marca *ROHER TWIC*, Modelo ND 40 con una capacidad máxima de lavado de 110 m³/hora (Fuente: www.roher.es).

Posterior a ello la arena se envía a un escurridor que cumple la función de separar la mayor cantidad de líquido posible.

3.3.3.3. Equipos Auxiliares

Cintas Transportadoras

Es el equipo de transporte mas usado, se compone de una banda que se mueve sobre una serie de rodillos, y lleva el material desde el rodillo de cola que es donde se carga la banda, hasta el rodillo de cabeza que es donde la banda efectúa su descarga. Chacón (2005).

Tolvas

La función de la tolva es proporcionar una capacidad grande de regulación y permitir la alimentación de sólidos a la etapa subsiguiente de procesamiento a un régimen controlado de alimentación, o bien el almacenamiento de grandes cantidades de material. Chacón (2005).

3.3.4. Circuito de Tratamiento

Una planta de tratamiento según Peláez, E. (1981), consiste en esencia en un conjunto de equipos colocados de manera que el género vaya pasando sucesivamente por ellos en un orden determinado. El mineral en su recorrido puede dividirse en varias fracciones, que seguirán diferentes caminos, para obtener finalmente uno o varios productos utilizables y un rechazo que se enviará a una escombrera. El circuito de tratamiento que se maneja en Cantera O'Rey es el que se muestra en la figura N° 10.

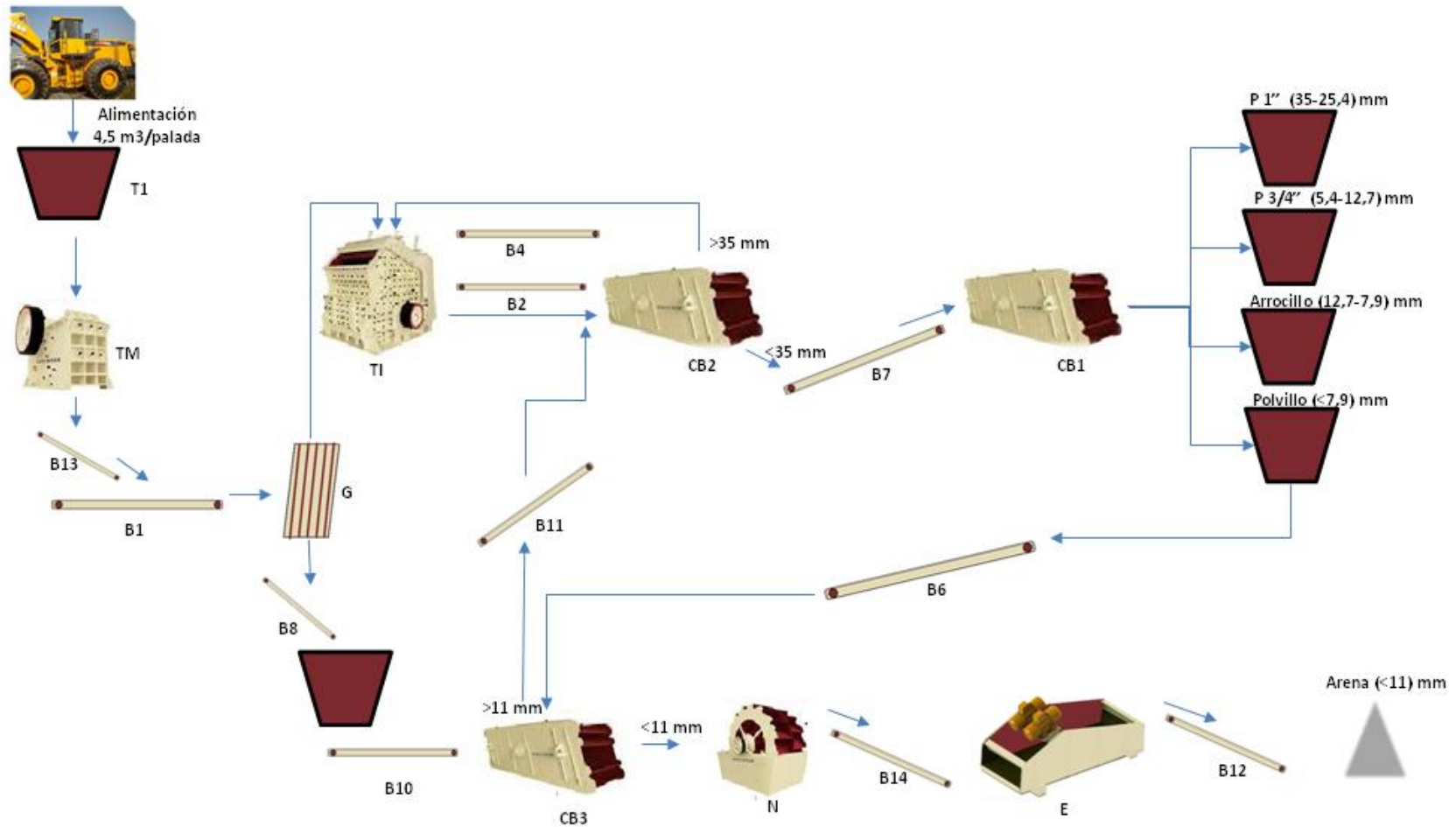


Figura N° 10. Circuito de Tratamiento mineral en Cantera O'Rey. Fuente: Propio, 2014

3.3.5. Agregados para la Construcción

Es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Estos mismos de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de elementos primos abundantes y de bajo coste. Por ello, la mayoría de construcción se elabora a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra. Estos tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza. Los agregados para la construcción que se producen y comercializan en Cantera O'Rey son:

- Piedra Picada 1": Agregado Grueso; tamaño de grano: 1"-3/4"
- Piedra Picada 3/4": Agregado Grueso; tamaño de grano: 3/4"-1/4"
- Arrocillo: Agregado Grueso; tamaño de grano: 1/4" - 7/16"
- Polvillo: Agregado Fino; tamaño de grano: 7/16" -0
- Arena Lavada: Agregado Fino; tamaño de grano: 7/16" -0

3.4. Bases teóricas

3.4.1. Índices Clave de Producción

Todas las actividades y procesos de cualquier organización deben medirse con parámetros enfocados a la toma de decisiones, asegurándose de que las actividades sean acordes con los objetivos de negocio permitiendo evaluar los resultados frente a dichos objetivos. Estos parámetros son conocidos como indicadores: parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas definidas. Cuando el valor de un indicador de gestión es comparado con algún nivel de referencia, nos permiten detectar desviaciones lo que nos permitirá tomar todo tipo de medidas correctivas o, lo más interesante, preventivas. López (2009) op cit Garrido (2012).

La Disponibilidad de un equipo es un factor importante en la programación del tiempo y la producción planeada para el mismo. Hay dos métodos para calcular la disponibilidad de un equipo, según Chacón (1991):

Disponibilidad Mecánica

Disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por reparación, y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$D_m = TO / (TO + TR) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Disponibilidad Física

Es la disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por otras causas (diferentes a las de origen mecánico)

$$D_f = (TO + TD) / TT \quad (\text{Ecuación 4})$$

Otros indicadores, utilizados también en esta investigación son

Uso de la Disponibilidad

Es un factor que puede medir el record de cuán eficiente es una operación en la que se hace uso del equipo.

$$U_d = TO / (TO + TD) \quad (\text{Ecuación 5})$$

Uso Efectivo

Es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.

$$U_e = TO / TT \quad (\text{Ecuación 6})$$

Definición de los Tiempos

- **Tiempo Operacional, TO:** Esta definido como el tiempo que una cuadrilla u operador es asignado a un equipo y la máquina esta en condiciones de operación.

- **Tiempo en reparación, TR:** representa el tiempo en que el equipo se encuentra detenido por mantenimiento preventivo o correctivo en el mismo.
- **Tiempo disponible, TD:** es el tiempo en el cual el equipo está en condiciones de operación, pero está parado porque no se requiere su utilización en ese momento o por falta de operador. También se conoce como Tiempo *stand by*.
- **Tiempo Total:** Es la suma de TO, TR y TD; También se conoce como horas de presencia.

Tiempos de Paradas

Las Horas de parada son igual a la suma de los tiempos en reparación (TR) y los tiempos disponibles. Pueden clasificarse atendiendo a dos criterios distintos como:

- Duración límite de la paradas apreciadas
- Causa de la parada correspondiente.

Para efectos de esta investigación se tomara en cuenta la causa de la parada correspondiente.

- Interferencia: debida a interferencias entre los frentes o equipos de trabajo que operan en cadena
- 2. Falta del operador
- 3. Falta de frente: debida a limitaciones o deficiencias de programación
- 4. Falta de material: se trata de todo el material necesario dentro del proceso de producción, material acopiado, entre otros
- 5. Falta de herramienta: por ejemplo, falta de accesorios de perforación, o algún repuesto.
- 6. Falta de combustible
- 7. Reposición o equipamiento de combustible

- 8. Mantenimiento: lo ideal es que esta tarea se realice fuera de las horas de presencia. De lo contrario se presenta la parada correspondiente
- 9. Traslado (P = personal, M = máquina): El traslado de personal tiene lugar cuando el puesto de trabajo se encuentra alejado del sitio de entrada y salida. El traslado de máquinas cuando se cambia de emplazamiento
- 10. Pistas o vías en mal estado: es aplicable a los camiones. El mal estado del camino se debe no al mal tiempo sino a la existencia de algún obstáculo que impida el paso
- 11. Voladura
- 12. Parada técnica: en espera para el disparo de voladura, entre otras
- 13. Huelga o fuerza mayor, Charlas, inspecciones, etc.
- 14. Trabajos impropios: que no tienen relación con el objetivo de la máquina

3.4.2. Capacidad Instalada y Real de Producción de la Planta

La Capacidad instalada de producción en Cantera O'Rey se encuentra alrededor de los 1800 m³ por día; se define capacidad instalada lo que idealmente puede producir la planta sin tiempos de parada, que serían condiciones ideales de producción. Pero, en la realidad, la planta se detiene por averías en los equipos, u otras causas diversas. La Capacidad real de producción es aquella en la cual se toman en cuenta los tiempos de parada del equipo.

Según ITGE (1995) la producción de un equipo durante un período de tiempo dado puede descomponerse, para su mejor análisis, en tres factores:

- Rendimiento: Es la producción por hora de trabajo; para este caso la capacidad instalada de producción.
- Utilización: Es la proporción de horas de presencia que realmente se trabajan
- Horas de Presencia: Duración de la jornada de Trabajo

Por lo tanto la Producción Real de la Planta se define como:

$$\text{Producción} = \text{Rendimiento} * \text{Utilización} * \text{Horas de Presencia} \quad (\text{Ecuación. 7})$$

3.4.3. Técnicas Estadísticas

Existen una gran variedad de métodos o técnicas para aplicar el control estadístico de proceso, para este trabajo los métodos utilizados son los expuestos a continuación:

3.4.3.1. Histogramas

Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.

En términos matemáticos, puede ser definida como una función inyectiva (o mapeo) que acumula (cuenta) las observaciones que pertenecen a cada sub-intervalo de una partición. El histograma, como es tradicionalmente entendido, no es más que la representación gráfica de dicha función.

Tipos de histograma

- Diagramas de barras simples: Representa la frecuencia simple (absoluta o relativa) mediante la altura de la barra la cual es proporcional a la frecuencia simple de la categoría que representa. La figura N° 11 muestra un ejemplo de diagramas de barras simples:

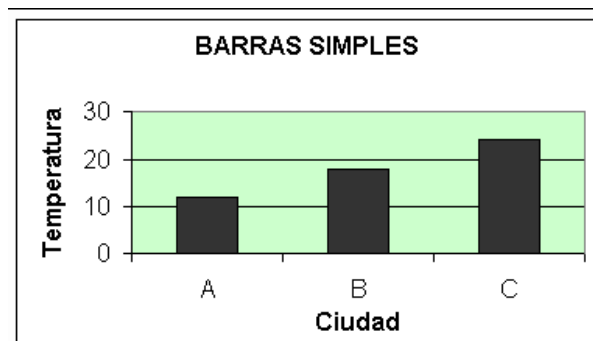


Figura N° 11. Diagrama de barras simples. Fuente: Jurado (2008) op cit Garrido (2012).

- Diagramas de barras compuesto: Se usa para representar la información de una tabla de doble entrada o sea a partir de dos variables, las cuales se representan así; la altura de la barra representa la frecuencia simple de las modalidades o categorías de la variable y esta altura es proporcional a la frecuencia simple de cada modalidad ver figura N° 12.

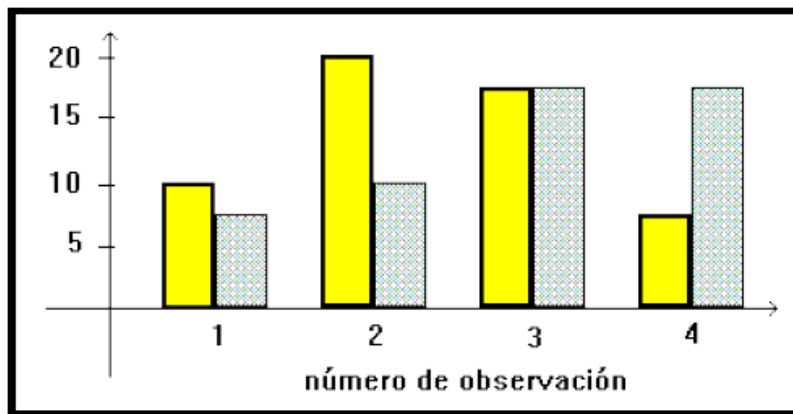


Figura N° 12. Diagrama de barras compuesto. Fuente: Jurado (2008) op cit Garrido (2012).

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el marco metodológico se señala el cómo de la investigación desde la perspectiva teórica y conceptual; se precisan los métodos y los procedimientos que se utilizarán durante el desarrollo de la investigación.

4.1. Diseño de la Investigación

El Manual de La U.S.M (2007) señala que el diseño de la investigación, representa la estrategia que se ha de cumplir para el desarrollo de la misma (Pág. 41). De acuerdo con ello, la presente investigación se ajusta a un Diseño No Experimental.

Conforme al Manual la Universidad Santa María (2007), se entiende por Diseño No experimental, aquellas investigaciones en las que no hay manipulación de variables; la acción de variables ya se dio en la realidad, el investigador no intervino en ello. Se trata entonces de observar variables y relaciones entre estas en su contexto natural; el investigador toma los datos de la realidad.

La utilización de un diseño No Experimental es debido a qué se observará el fenómeno, tal y como se da en la realidad. No habrá manipulación de variables, sino que se observará la variación de las mismas y se relacionaran.

4.2. Tipo de la Investigación

De acuerdo con el nivel de la investigación, es decir, la profundidad con que se estudia el fenómeno en cuestión, la presente se enmarcó en una investigación de tipo explicativa, ya que centra su estudio en la comprobación de hipótesis causales, busca descubrir las causas que generan determinados comportamientos o acontecimientos (Hernández et al., 2003).

4.3. Población y Muestra

4.3.1. Población

Se puede decir que la población es un conjunto de elementos que poseen una característica común, la cual se estudia y arroja los datos de la investigación.

Según Balestrini (2002) define una población o universo puedes estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, para el cual serán validas las conclusiones (Pág.186).

En tal sentido, para la población objeto de estudio, es la planta de beneficio mineral que aunque esta conformada por una serie de equipos y componentes, estos trabajan como un sistema y la parada de uno de estos ocasiona que se detenga el sistema en su totalidad; De esta manera la planta de beneficio mineral y demás equipos de la Cantera O'Rey forman parte de la población objeto de estudio, los cuales se muestran en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Población de Estudio

	Equipo	Cantidad
Planta de Beneficio	Trituradora de Mandíbula	1
	Trituradora de Impacto	1
	Criba	3
	Noria	1
	Escurreidor	1
	Bandas Transportadoras	11
	Cargador Frontal	3
	Excavadora	1
	Camión Roquero	1
	Martillo Triturador	1
	Perforadora	1

4.3.2. Muestra

Según Hernández y otros (2003), Muestra es “Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población”. (p. 239).

Muestreo probabilístico o Aleatorio

Según Arias (2006) citado por Hernández (2008) define Que es un proceso en l que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra.

Muestreo no Probabilístico

Según Arias (2006) op cit Hernández (2008) dice Que es un procedimiento de selección en el que se denomina la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra.

La muestra la población, a excepción de la perforadora y el martillo triturador; por lo tanto se trabaja con el muestreo no probabilístico, que a su vez esta ubicado en el muestreo casual o accidental, ya que este es un procedimiento donde se elige arbitrariamente los elementos sin un juicio o criterio preestablecido.

4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas involucradas en la recolección de datos son loas distintas maneras de recolectar la información, mientras que los instrumentos son los utensilios empleados para tal fin. Sabino (2000) citado por Hernández (2008), lo define como un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Las técnicas utilizadas en la recolección de datos son:

La Revisión Documental

Se realizó una documentación previa de información cuyo conocimiento es importante para llevar a cabo los objetivos de la investigación: tales como antecedentes al problema de estudio, catálogos de los equipos a estudiar dados por el fabricante y ecuaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de cálculo y análisis.

La observación y el Registro de datos

Esta técnica permite observar la ocurrencia de un fenómeno e inmediatamente registrarlo en una base de datos, acompañado de las características asociadas al mismo que atiendan al objeto de estudio de la investigación. En este sentido, los instrumentos utilizados para el registro de datos son el control de tiempos de paradas para la planta de beneficio mineral y el de los equipos de carga y acarreo.

- Control de Tiempos de Paradas de la Planta de Beneficio Mineral: En el instrumento se llenan una serie de datos con la finalidad de responder varias de las interrogantes al problema objeto de estudio. En primer lugar se tienen el número de veces que se alimenta la tolva en un día; esto es con la finalidad de observar como las paradas afectaron a la producción de la planta. En segundo lugar se tienen los tiempos de parada y la causa correspondiente de dicha parada. Asimismo se indica si el tiempo correspondiente a paradas de tiempo disponible y paradas de tiempo en reparación para poder realizar en cálculo de los índices clave de producción. El formato utilizado se ilustra en la figura N° 13. Para facilitar aún más el llenado de la planilla se realizó una abreviación de los equipos:

Tabla N° 4. Códigos de los Equipos de la Planta

Código	Equipo
TM	Trituradora de mandíbula
TI	Trituradora de impacto
N	Noria
E	Escurreidor
B	Banda Transportadora
T	Tolva

- Control de Tiempos de Paradas en los Equipos de Carga y Acarreo: Se tienen los datos de tiempo de parada, causa de parada correspondiente y si es correspondiente

a una parada de tiempo disponible o a una parada de tiempo en reparación. El formato empleado se ilustra en la figura N° 14. De igual forma, aquí también se realizó una abreviación de los nombres de los equipos.

Tabla N° 5. Códigos de los Equipos de la de carga y acarreo

Equipo	Código
Cargador Frontal 1	CF-1
Cargador Frontal 2	CF-2
Cargador Frontal 3	CF-3
Excavadora	E
Camión Roquero	CR

Cálculo Empírico de la Capacidad Instalada y Real de Producción

Para realizar el cálculo de capacidad instalada y capacidad real de producción se tomaron en cuenta la cantidad de veces que se alimentaba la Tolva diariamente. Esta información fue tomada también mediante el instrumento de recolección de datos mostrado Figura N° 13, es por ello que este además de ser un control de tiempos de paradas, también funciona como un control de producción.

El valor de la capacidad instalada de la planta, viene dado de forma empírica por la siguiente ecuación:

$$CI= N^{\circ}x CB x F \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

CI: Capacidad instalada en m³/h

N°: Número de veces que es alimentada la tolva en 1h sin paradas

CB: Capacidad del balde de alimentación 4,5 m³ (cargador frontal)

F: Factor de llenado del balde

La misma ecuación se utilizó para calcular la capacidad real de producción, solo que utilizando el número total de veces que es alimentada la tolva.

4.5 Herramientas

La herramienta empleada para llevar a cabo el procesamiento de los datos fue una Hoja de Cálculo, en la cual se registraron los datos en tablas y gráficos. Para realizar las anotaciones de campo se utilizaron hoja y lápiz.

CONTROL DIARIO DE PRODUCCIÓN Y TIEMPOS DE PARADA DE LA PLANTA DE BENEFICIO MINERAL

Fecha: _____

HORARIO	ALIMENTACIÓN 4,5m3/palada	EQUIPO (S) INVOLUCRADO	HORA DE PARADA	HORA DE ARRANQUE	TEMPO DE PARADA	CÓDIGO DE PARADA	TR/TD	CÓDIGO DE PARADA	CAUSA
07:00 am – 08:00 am								01	Falta de materia prima TD
08:00 am – 09:00 am								02	Falta de equipo de alimentación TD
09:00 am – 10:00 am								03	Falla Eléctrica TR
10:00 am – 11:00 am								04	Falla mecánica TR
11:00 am – 12:00 pm								05	Piedra Grande TD
12:00 pm – 01:00 pm								06	Limpieza TD
01:00 pm – 02:00 pm								07	Tolvas llenas TD
02:00 pm – 03:00 pm								08	Falla Eléctrica externa TD
03:00 pm – 04:00pm								09	Revisión de los Equipos TR
04:00pm – 05:00 pm								10	Limpieza de mallas TR
05:00 pm – 06:00 pm								11	Lluvia TD
06:00 pm – 07:00 pm								12	Falta de agua TD
07:00 pm – 08:00 pm								13	Tubería Tapada TR
08:00 pm – 09:00 pm								14	Sobrecarga de material TD
09:00 pm – 10:00 pm								15	Lubricación TR
10:00 pm – 11:00 pm								16	Ajuste de Equipos TR
								17	Mantenimiento Programado TR
								18	Reunión/Charlas/Inspecciones TD
								19	Falta de Operador TD
								20	Voladura TD
								21	Mantenimiento Correctivo TR

Alimentación Total (Paladas)	0
Alimentación Total (m3)	0

Tiempo de Parada Total	
TR	
TD	

Figura N° 13. Formato para el control diario de producción y tiempos de parada de la planta de beneficio mineral

Control de Tiempos de Parada de los Equipos de Carga y Acarreo de la Cantera O`REY C.A.

Fecha:								
Equipo	Hora de Parada	Hora de Arranque	Código de Parada	TR acumulado	TD acumulado	Tiempo de Parada acumulado	Códigos de Parada	CAUSA
CF-1							1	Reposición de Combustible HR
							2	Lubricación HR
							3	Cambio de Aceite/Agua HR
							4	FALLA MECÁNICA HR
CF-2							5	Falta de Operador HD
							6	Traslado HD
							7	Mantenimiento de Frentes HD
							8	Mantenimiento Programado HR
CF-3							9	Limpieza de Equipo HD
							10	Falta de Materia HD
							11	Trabajos Impropios
							12	Falla en la Planta HD
E							13	Demoras Personal de Mantenimiento
							14	Huelgas/Reuniones/Charlas
							15	Lluvia
							16	Voladura
CR							17	Vías en mal estado

Figura N° 14. Formato para el control diario de tiempos de parada de los equipos de carga y acarreo

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo, se muestran los resultados de la presente investigación, logrados a través de los instrumentos de recolección de datos, traducidos en cuadros, gráficos e histogramas que permiten realizar una interpretación de forma simple de las respuestas obtenidas.

En el análisis e interpretación de los resultados se evaluará la información obtenida y se comparará si esta satisface los requerimientos de la problemática planteada al inicio de la investigación.

5.1. Planta de Beneficio Mineral

5.1.1. Distribución de las Horas Programadas

De acuerdo con el con los datos tomados mediante el instrumento de recolección de datos ilustrado en la Figura N° 13, la distribución de los tiempos operativos, tiempos de reparación, tiempos disponibles, y tiempo programado para dos turnos de trabajo, uno de 7 y uno de 8 horas, en un estudio que fue realizado durante una semana, resultó de la siguiente manera:

Tabla N° 6. Distribución de las horas programadas en la planta de beneficio mineral

Tiempo de Operación/Semana TO	Tiempo en Reparación/Semana TR	Tiempo Disponible/Semana TD	Tiempo Total Semana TT
28 h 46 min	38 h	9 h 6 min	75 h
1726 min	2228 min	546 min	4500 min

5.1.2. Índices Clave de Producción de la Planta de Beneficio Mineral

De acuerdo con los datos de la Tabla N° 6, se efectuó el cálculo de los índices clave de producción de la planta, los cuales se pueden apreciar en el Gráfico N° 1.

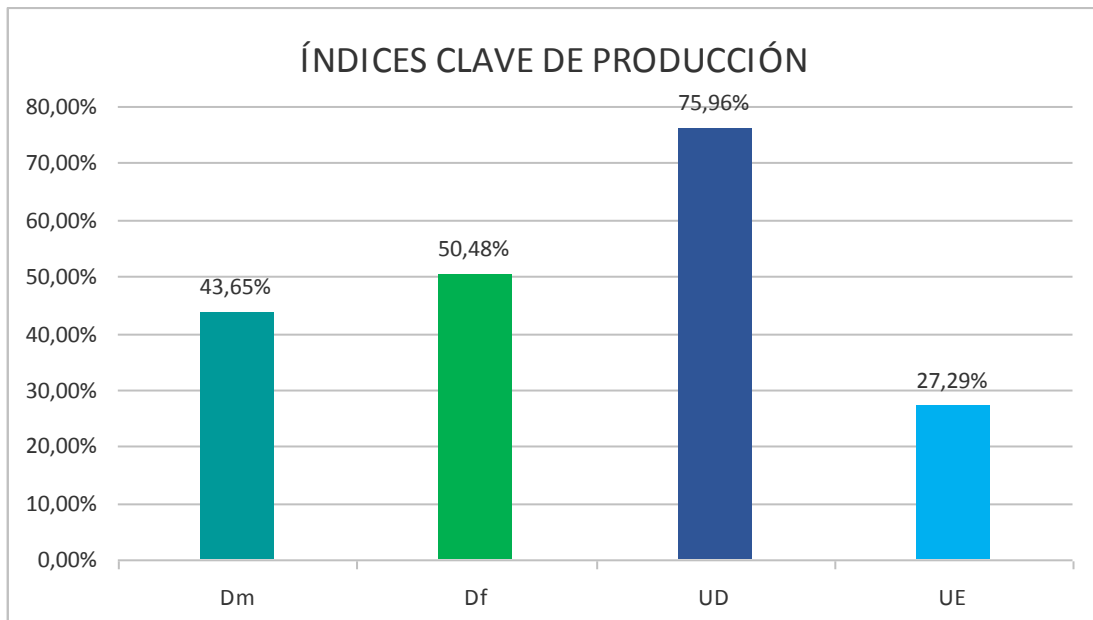


Gráfico N° 1. Índices clave de producción de la planta

El gráfico mostrado, indica que el tiempo perdido por reparaciones es muy alto ya que se cuenta con una disponibilidad mecánica de apenas 43,65%, es decir menos de la mitad del tiempo total trabajado en la semana, lo que implica un alto deterioro de varios de los equipos que trabajan en el sistema de la planta. La disponibilidad física es de 50,48%, el cual también es un valor muy bajo, lo que quiere decir que adicional a las averías de los equipos, también ocurren paradas por otros factores como falta de operador, fallas externas. El uso de la disponibilidad tiene un valor aceptable de 75,96%; el corto tiempo que la planta se encontró mecánicamente disponible, las operaciones resultaron altamente eficientes. Como último índice mostrado en este gráfico se tiene el uso efectivo de la planta, el cual tiene un valor de 27,29%, lo cual es obvio ya que la planta estuvo inoperativa mucho tiempo durante el estudio.

5.1.3. Causas de Tiempos de Paradas

Los factores que afectan están relacionados estrechamente con las causas de las paradas. En el gráfico N° 2 se tiene un histograma en el cual se muestran las paradas

ocurridas durante la semana que se realizó el estudio, y la frecuencia con la que ocurrieron las mismas.

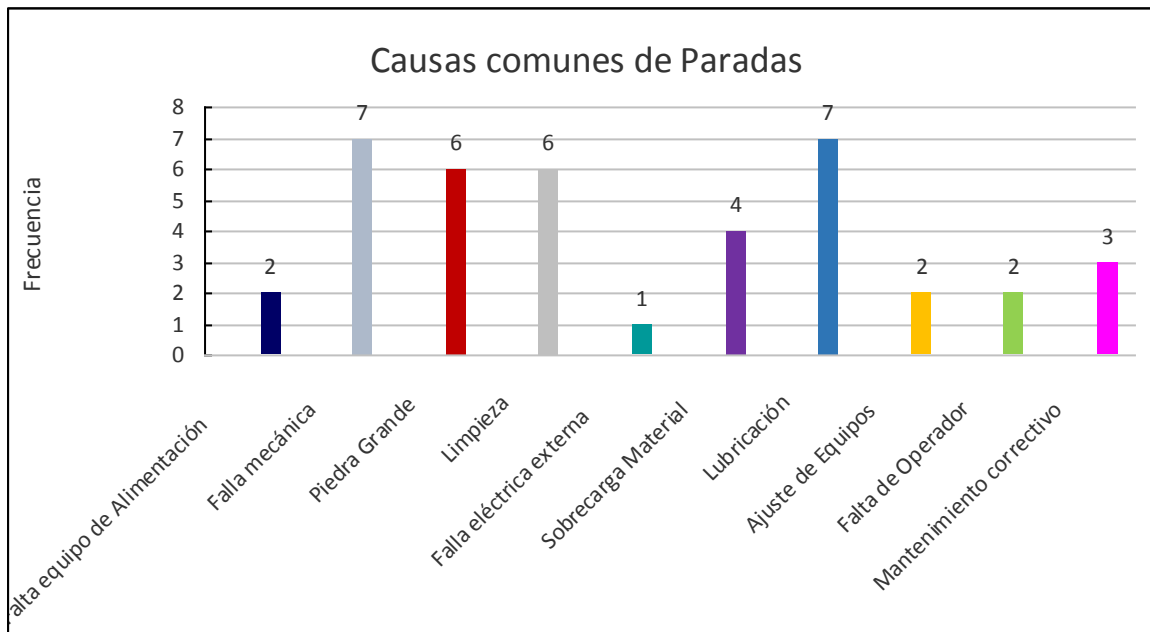


Gráfico N° 2. Causas comunes de paradas en la planta de beneficio mineral

Según lo observado en el gráfico N° 2 las causas de paradas más comunes son las fallas mecánicas presentadas por los equipos de la planta, el tiempo de lubricación, la limpieza, las piedras grandes, sobrecarga de materia, y las demás paradas que también están en el gráfico, y con menos frecuencia. Las que no están presentes es el gráfico, no se presentaron durante la semana que se realizó el estudio. A continuación se describen los factores que según se observó, están involucrados en cada una de estas paradas:

- Falla mecánica: Los equipos que presentaron averías durante el estudio, fueron: a) la trituradora de impacto, la cual tiene un chasis que esta bastante desgastado debido a que el material con el que esta construida no es apto para soportar la abrasividad del material que debe triturar (cuarcita), y deben soldarse casi todos los días parches de hierro para tapar los agujeros que logran abrir las rocas. b) Bandas: muchas están bastante deterioradas y deben colocársele grapas para evitar pérdidas de material.

- **Lubricación:** Se invierte mucho tiempo en la lubricación, sobretodo de las cribas, ya que sus mecanismos están bastante deteriorados y consumen demasiado lubricante. El tiempo que lleva realizar esta operación dos veces al día es bastante amplio.
- **Piedra Grande:** Suelen ocurrir con bastante frecuencia atascos en la trituradora de mandíbula, producto de sobretamaño generados en el proceso de voladura.
- **Limpieza:** Se debe retirar frecuentemente una cantidad de material se acumula en los rodillos de cola de la Banda 2 y la Banda 4, y que ocasiona el mal funcionamiento de estas. Como al sitio no puede acceder ningún equipo de carga, debe retirarse manual, es decir con palas, y esto lleva bastante tiempo.
- **Sobrecarga de material:** La Banda 4 suele sobrecargarse debido al que el retorno a la trituradora de impacto es bastante alto ya que no logra realizar adecuadamente su trabajo de trituración.
- **Mantenimiento correctivo:** En una semana se realizó 3 veces mantenimiento correctivo: Daño de una rolinera de la Trituradora de Impacto y no se tenía el repuesto, daño de uno de los volantes de la trituradora de mandíbula, y daño permanente de una banda. Es bastante serio que deba ejecutarse tantas veces mantenimiento correctivo; quiere decir que actualmente la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo donde se prevé el daño antes de que ocurra.

5.1.4. Capacidad Instalada y Capacidad Real de Producción de la Planta

La capacidad teórica o capacidad instalada de producción que tiene la empresa se encuentra alrededor de los 1800 m³/Día. Para comprobar si este valor se encuentra próximo, se realizó un cálculo empírico de la capacidad instalada de la planta, mediante la ecuación 8.

Según los datos recolectados mediante el instrumento de la Figura N° 13, el máximo número de veces que se alimentó la tolva en horas donde no hubo paradas fue 27 veces. Por lo tanto la capacidad instalada es la siguiente:

$$CI= 121,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Esto quiere decir que diariamente la capacidad instalada de producción, estimada con el cálculo empírico anterior es de **1822,5 m³**, un valor cercano a la capacidad dada por la empresa. Durante una semana la capacidad instalada de producción debe rondar los **9112,5 m³**. Este cálculo se utilizó también para estimar la capacidad real: el número de alimentaciones de la tolva es 539, por lo tanto, la capacidad real de producción durante esa semana fue:

$$CRs= 2425,5 \text{ m}^3/\text{semana}$$

La producción obtenida representa el 26,62% de la capacidad instalada, el cual no es un valor aceptable, ya que indica que la planta no esta siendo eficiente en su operación debido a todas las paradas que se presentan mencionadas anteriormente.

5.2. Equipos de Carga y Acarreo

5.1.1. Distribución de las Horas Programadas en los equipos de carga y acarreo

De acuerdo con el con los datos tomados mediante el instrumento de recolección de datos ilustrado en la figura N° 14, la distribución de los tiempos operativos, tiempos de reparación, tiempos disponibles, y tiempo programado para un turno de trabajo de 8 horas, es decir el turno diurno, fue la siguiente:

Tabla N° 7. Distribución de las Horas Programadas en los equipos de carga y acarreo

Equipo	Tiempo de Operación TO	Tiempo de Reparación TR	Tiempo Disponible TD	Tiempo Total TT
Cargador Frontal 1	1353 min	636 min	411 min	2400 min
Cargador Frontal 2	1619 min	420 min	361 min	2400 min
Cargador Frontal 3	1956 min	165 min	279 min	2400 min
Excavadora	1597 min	288 min	515 min	2400 min
Camión	0	2400 min	0	2400 min

5.2.2. Índices Clave de Producción en los Equipos de Carga y Acarreo

De acuerdo con los datos de la Tabla N° 7, se efectuó el cálculo de los índices clave de producción de los equipos de carga y acarreo, los cuales se pueden apreciar numéricamente en la tabla N° 8 y gráficamente en el gráfico N° 3.

Tabla N° 8. Índices Clave de Producción en los Equipos de Carga y Acarreo

Equipo	Disponibilidad Mecánica (Dm)	Disponibilidad Física (Df)	Uso de la Disponibilidad (UD)	Uso Efectivo (UE)
Cargador Frontal 1	68,02%	73,50%	76,70%	56,37%
Cargador Frontal 2	79,40%	82,50%	81,76%	67,45%
Cargador Frontal 3	92,22%	93,12% %	87,51%	81,5%
Excavadora	84,72%	88,00%	75,61%	66,54%
Camión	0%	0	0%	0%

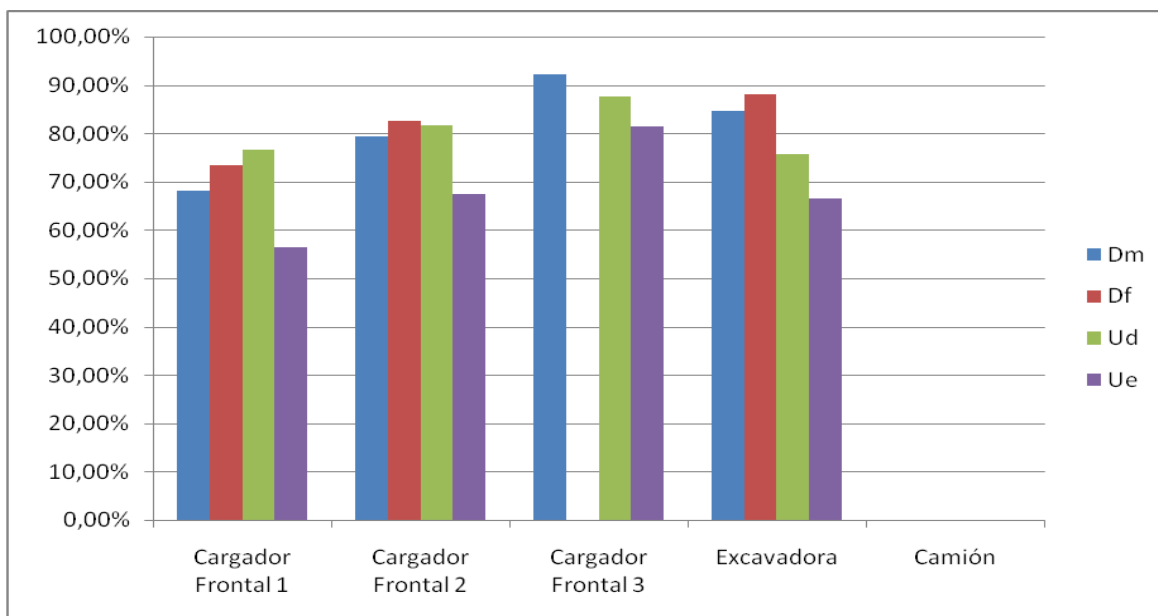


Gráfico N° 3. Índices clave de producción de los Equipos de Carga y Acarreo

Según los valores mostrados en la tabla N° 8 y su representación gráfica que se tiene en el Gráfico N° 3, se puede decir que el equipo que presento una disponibilidad mecánica, física, uso de la disponibilidad y un uso efectivo optimo y aceptables fue el cargador frontal 3, mientras que el equipos que tiene el mayor tiempo de parada por avería es el camión, es decir que el único equipo de acarreo con el cual se cuenta, presenta un deterioro tal que todos sus indicadores de producción son 0%, lo cual más bien es un indicador de que agotó su vida útil.

Excluyendo a los índices del camión, en promedio la disponibilidad mecánica de los equipos es de 88,58%, el cual indica que el tiempo invertido en reparación de los equipos es un valor mediado que se podría reducir si se realiza mantenimiento fuera de las horas programadas. En cuanto a la disponibilidad física no es conveniente hablar de un promedio ya que observando los valores, se observa que algunos equipos tienen más paradas que otros por razones distintas a las mecánicas, es decir que esto se debe a paradas de los operadores y demoras del personal de mantenimiento. Los valores de uso de la disponibilidad tienen el mismo comportamiento que la disponibilidad física, el cargador frontal 3 tiene el mayor índice mientras que el camión tiene el menor índice. El uso efectivo de los equipos es bastante bajo, excepto para el cargador frontal 3; es conveniente indicar que todos los días los equipos son utilizados por el mismo operador, por lo tanto, el operador del cargador frontal 3 es el que tiene un record de eficiencia mas alto en sus operaciones.

5.1.3. Causas de Tiempos de Paradas en los equipos de carga y acarreo

Los factores que afectan están causando mayormente paradas en los equipos de carga y acarreo se encuentran representados visualmente en el gráfico N° 4. El cual indica la frecuencia con la cual se presenta cada causa de tiempos de parada en los equipos; esta información fue tomada por medio del instrumento de recolección de datos mostrado en la figura N° 14, anteriormente.

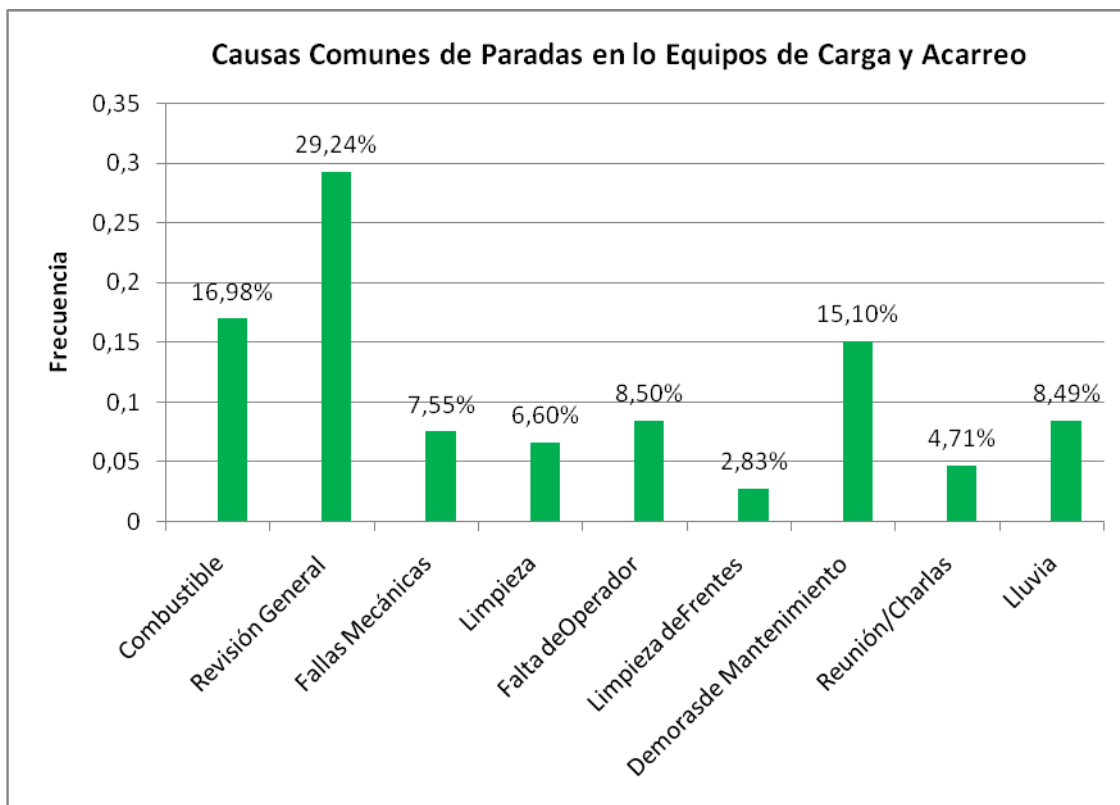


Gráfico N° 4. Causas comunes de paradas en los equipos de carga y acarreo

Según lo observado en el gráfico N° 4 las causas de paradas más comunes en los equipos de acarreo, es el tiempo que se toma en la reposición de combustible, la revisión general del equipo antes de su utilización, las demoras del personal de mantenimiento, falta de operador, entre otros que se muestran en el gráfico pero que se presentan con menor frecuencia. A continuación se describen los factores que según se observó, están involucrados en cada una de estas paradas:

- Revisión general de los equipos y demoras del personal de mantenimiento: en esta categoría se pueden englobar varias de las mostradas en el gráfico N°4, ya que, según lo observado en campo, la revisión de los equipos consiste en revisar los niveles de combustible, agua, aceite y si es necesario realizar la reposición o el cambio de los mismos, también si se debe realizar la lubricación. El factor que influye principalmente e que ello genere tantos tiempos de paradas, es que la

persona de mantenimiento que esta destinada a realizar esta actividad, no cumple con su faena laboral como es debido, y hace esperar mucho tiempo a los operadores para que estos puedan iniciar la producción.

- Reposición de Combustible: El operador del cargador frontal 3, realizaba el mismo la reposición de combustible en el equipo, los demás operadores esperaban al personal de mantenimiento, por lo tanto permanecían bastante tiempo en espera de esto.
- Limpieza: Varias veces los equipos realizaban paradas para realizar la limpieza del equipo, y del filtro de este, ya que no hay control de polución.
- Falta de Operador: Los operadores se paraban iniciaban su turno un poco más tarde, y se detenían mucho antes de lo previsto.
- Falla mecánica: Averías en el camión.

CONCLUSIONES

Partiendo de los objetivos planteados en esta investigación, y posterior al desarrollo de los mismos, se llegó a las siguientes conclusiones:

Los índices clave de producción de la planta contemplan valores muy bajos, lo cual es una evidencia del alto nivel de deterioro de los equipos que la conforman y un indicador de obsolescencia en los mismos.

La trituradora de impacto y las cribas se diagnosticaron como los equipos que más ocasionan paradas por fallas mecánicas en la planta de beneficio; la trituradora por su baja resistencia a la abrasión y poca capacidad para reducir de tamaño la cantidad de material con la que es alimentada; mientras que en las cribas, sus mecanismos están deteriorados y acarrear altos consumos de lubricantes.

La producción de la planta de beneficio mineral, representa un 26,62% de la capacidad instalada, lo cual indica que esta no esta realizando de forma eficiente sus operaciones, ya que hay muchas pérdidas de tiempos operativos, sobretodo por averías en los equipos.

Los principales factores que están afectando la producción de la planta, además del alto grado de deterioro de los equipos son: sobre-tamaños en la alimentación, producto de el uso de un patrón de voladura inadecuado, tiempos excesivos en la lubricación y la limpieza, accesos a la planta improvisados y hasta inseguros, lo que dificulta realizar las labores de mantenimiento y además, no se cuenta con un plan de mantenimiento correctivo de los equipos, es decir, se espera a que el daño de los mismos ocurra para corregirlo.

Se obtuvieron valores de índices clave de producción aceptables para los equipos de carga, lo cual evidencia que estos muestran altos niveles de rendimiento y productividad. Por el contrario, el único equipo de acarreo, es decir, el camión, presenta valores muy bajos

en sus indicadores de productividad, ya que el tiempo que este permanece operativo es prácticamente nulo a causa de su alto nivel de obsolescencia y deterioro. Por esta razón, la carga y el acarreo son efectuados por los cargadores frontales.

En los equipos de carga las principales causas de paradas están asociadas a faltas de los operadores y demoras del personal de mantenimiento.

Se carece de un plan para realizar la revisión de rutina de los equipos, así como también de un plan de mantenimiento preventivo; al igual que en la planta, el mantenimiento que se realiza es únicamente correctivo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un inventario de los equipos que operan en la planta de beneficio mineral y un diagnóstico del estado físico de los mismos, a fin de cuantificar el nivel de deterioro y determinar si es necesario el reemplazo de los mismos.

Se recomienda si a futuro se plantea el reemplazo de la trituradora de impacto, o de la trituradora de mandíbula, adquirir equipos de trituración resistentes a la abrasión.

A fin de obtener una granulometría de alimentación que se adecue a las dimensiones de la trituradora de mandíbula, se recomienda realizar un replanteo del patrón de perforación y voladura utilizado.

Planificar a mediano plazo, el reemplazo de los equipos que presentan excesivos consumos de lubricantes, tales como las cribas, ya que esto es un indicador de sus mecanismo no esta operando eficientemente.

Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento tanto para los equipos de la planta de beneficio mineral como para los equipos de carga y acarreo.

Se recomienda planificar a corto plazo el reemplazo del camión con la adquisición de nuevos equipos de acarreo.

Otra de las recomendaciones es realizar una supervisión constante de los operadores de los equipos de carga y acarreo, y del personal encargado del mantenimiento de estos equipos a fin de disminuir los tiempos los tiempos de demoras de ocasionados por estos.

REFERENCIAS

Balestrini, M. (2002) *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*, Editorial consultores, 5ta Edición, Caracas, Editorial Servicio.

Cantera O'Rey C.A (2013) *Informe Favorable de la Empresa para el periodo 2013-2014*. Información técnica. Caracas

Chacón (1991) *Técnicas de operaciones de minería de superficie*. Tomo 2

Chacon, L. (2005) *Guia Teorica de Metalurgia Extractiva* . Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de los Materiales. Caracas

Garrido, M, (.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. Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica

Hernández y Otros (2003). *Metodología de la investigación*, quinta edición, editorial Mc Graw Hill. Perú.

Hernández, R. (2008) *Rediseño Del Manual De Normas Y Procedimientos De Farmacia La Clínica*, C.A Instituto Universitario de Administración Y Gerencia (IUDAG). Caracas

Instituto Tecnológico Geominero De España (I.T.G.E) (1995) *Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto*. Madrid

Léxico Estratigráfico (SFDP) *Antímamo, Formación*, Disponible en: www.pdv.com/lexico/2edic/a330e.html (Fecha de consulta: enero de 2015).

Peláez, E., (1981) *Apuntes de Preparación y Concentración de Menas*

Universidad Santa María (USM) (2007) *Normas Para La Elaboración Presentación Y Evaluación De Los Trabajos Especiales De Grado*. Caracas