

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Geología, Minas y Geofísica
Departamento de Minas
Minería de Campo

**PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LAS
OPERACIONES DE MINERÍA A CIELO ABIERTO EN EL PERIODO
AGOSTO - SEPTIEMBRE 2014**

Autor: Br. Elio Armario
Tutor Académico: Prof. Alonzo Azocar
Tutor Industrial: Ing. Euclides Malpica

San Joaquín, 2014

Elio H. Armario L.

PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LAS OPERACIONES DE MINERÍA A CIELO ABIERTO EN EL PERIODO AGOSTO - SEPTIEMBRE 2014

Tutor industrial: Ing. Euclides Malpica. Tutor Académico: Prof. Alonzo Azocar
RESUMEN

La Arenera San Joaquín perteneciente a la Empresa Venezolana de Cementos S.A.C.A., se encuentra ubicada en el municipio del mismo nombre cerca del río El Ereigüe del Estado Carabobo, esta empresa se dedica a la explotación de agregados para la preparación de concreto utilizando minería a cielo abierto. El yacimiento que se explota actualmente es Coluvial- Aluvial con gran contenido de material arenoso arcilloso y de rocas de tamaños variables, con una espesa secuencia de gneis, cuarzos con moscovitas entre otras.

Actualmente la explotación se lleva a cabo por el método Open Cut, en otras palabras, el material se extrae de manera descendente desde las cotas 530; 520- 520; 510 - 510; 490 m.s.n.m., formando taludes y ancho de berma en una relación 1:1.5 respectivamente tendido a lo largo de la ladera. El arranque se realiza de forma mecánica sin uso de explosivos utilizando una excavadora sobre oruga marca Hyundai modelo 320LC, y para el acarreo ya sea hacia la tolva o a la pre-tolva, un camión Mack modelo Granite capacidad 30 toneladas.

Entre los inconvenientes que se encontraron, los que mas afectan en las operaciones mineras es que no se cuenta con una estadística de control de los indicadores de mantenimiento que permita determinar de qué manera se usan estos equipos además, de los ciclos de acarreo que permita cuantificar exactamente cuánto material es extraído del frente de excavación a la tolva o pre-tolva, es por ello que el análisis se embarcara en la producción por medio de: cálculos en función de los tiempos de acarreo que en promedio es de 12 minutos dado que la distancia del frente de excavación a la tolva es de 1.2 kilómetros para lograr un ritmo de producción de 800 toneladas diarias aproximadamente, los indicadores de mantenimiento como: El cálculo de la disponibilidad mecánica y porcentaje de utilización de los equipos usados en la carga y acarreo.

Para el periodo Agosto-septiembre se obtuvo una disponibilidad mecánica para los equipos de acarreo de 79.30% y para los equipos de carga; la disponibilidad mecánica fue de 87.50%, mientras que la disponibilidad de la planta fue de 56.10%, en este sentido el porcentaje de utilización para los equipos de acarreo fue de 57.50%, para los equipos de carga fue de 70,0%. Con este porcentaje de utilización para los equipos de acarreo del 57.50% y con rendimiento del 53% se estimó una producción de 10.945,31 toneladas de arena lavada, comparando este resultado con la producción real de Septiembre de 11.011,42 toneladas de arena lavada, este resultado se evaluó en un 99,4% con la producción real presupuestada. Por consiguiente, para las operaciones de extracción y acarreo en función a la utilización efectiva estos valores fueron muy bajo por lo cual, se recomienda la incorporación de un segundo turno de supervisión para estas operaciones que garantice el correcto uso de los equipos y se optimice la producción de arena lavada.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud, fuerza y constancia para lograr cada día las metas.

A mis padres, familiares y amigos que de una u otra forma contribuyeron al logro de esta meta, gracias por su infinito apoyo.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela, por brindarme la oportunidad de formar mi carrera como Ingeniero de Minas.

La Escuela de Geología, Minas y Geofísica, en especial el Departamento de Minas por permitirme realizar la minería de campo como requisito indispensable para graduarme.

A el Ingeniero José Vieira, Ingeniero Euclides Malpica, Ingeniero Karelis Morillo, por brindarme la asesoría y sus excelentes consejos a nivel personal y profesional durante la pasantía.

A los profesores del Departamento de Minas quienes con constancia, ética y dedicación dieron complemento a mi formación como profesional.

A mi novia Gioconda Pacheco por su paciencia y apoyo en los momento difíciles.

A todos los trabajadores de la empresa Arenera San Joaquín de Venezolana de cementos, S.A.C.A, quienes me brindaron todo el apoyo y cordialidad formando un buen ambiente de trabajo para desarrollar con éxito los objetivos planificados, en especial a el analista de calidad José colmenares, el Señor José Ginez.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
NOMENCLATURA, ABREVIATURA Y SIMBOLOS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPITULO I.....	11
1.1 RESEÑA HISTORICA.....	11
1.2 ORGANIGRAMA DE PLANTA ARENERA SAN JOAQUIN - VENEZOLANA DE CEMENTOS.....	12
CAPITULO II.....	13
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
CAPITULO III.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ARENERA SAN JOAQUÍN.....	14
3.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	15
3.3 GEOLOGÍA REGIONAL.....	15
3.4 MINERÍA A CIELO ABIERTO.....	17
3.5 OPERACIONES BÁSICAS.....	18
3.6 EQUIPOS DE ARRANQUE Y CARGA.....	20
3.7. CARGADORES FRONTALES.....	21
3.8 MAQUINARIA DE TRANSPORTE.....	22
3.8.1 CAMIÓN.....	22
3.8.2. CINTAS TRANSPORTADORAS.....	22
3.9. EQUIPOS DE OPERACIONES AUXILIARES.....	23
3.9.1. TRACTOR.....	23
3.9.2. MOTONIVELADORA.....	24
3.9.3. CAMIÓN CISTERNA.....	24
3.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	24
3.11 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN.....	25
3.11.1 PRODUCCIÓN DE EXCAVADORAS.....	25

3.12 INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	25
3.12.1 CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD MECANICA.....	25
3.12.2 CÁLCULO DE UTILIZACIÓN EFECTIVA.....	26
CAPITULO IV.....	27
MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
3.4. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	28
3.5. ANÁLISIS DE DATOS.....	28
CAPITULO V.....	29
PROCESO DE ANÁLISIS Y CÁLCULO.....	29
4.1. RESERVAS MINERAS.....	29
4.2. OPERACIONES MINERAS.....	31
4.2.1. ARRANQUE.....	31
4.2.2. CARGA Y ACARREO.....	32
5.1 EQUIPOS UTILIZADOS POR CANTERA SAN JOAQUIN C.A. (1970-1994).....	33
5.2 EQUIPOS UTILIZADOS POR CEMEX S.A.C.A. (1994-2008).....	36
5.3 EQUIPOS UTILIZADOS POR VENEZOLANA DE CEMENTOS S.A.C.A. (ACTUALMENTE).....	36
5.4. HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN T _n DE ARENA LAVADA DE LA ARENERA SAN JOAQUÍN 2006-2014.....	38
5.5 DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS EQUIPOS DE CARGA.....	39
5.6 DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS EQUIPOS DE ACARREO.....	40
5.7 DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA PLANTA DE BENEFICIO.....	40
5.8 CÁLCULO DE CICLOS DE ACARREO.....	41
5.9 PROMEDIO DEL ACARREO EN LA PRODUCCIÓN MENSUAL.....	41
5.10 PROMEDIO PRODUCCION ESTIMADA.....	44

5.11 RECOMENDACIONES PARA SELECCIÓN DE MAQUINARIA DE CARGA Y ACARREO.....	45
CAPITULO VI.....	46
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
CAPITULO VII.....	47
CONCLUSIONES.....	47
CAPITULO VIII.....	48
RECOMENDACIONES.....	48
CAPITULO IX.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
APENDICE.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Estructura organizacional operaciones agregados - planta San Joaquín.....	12
Figura N°2. Ubicación de la Arenera San Joaquín Estado Carabobo.....	14
Figura N°3. Bloques y peñones dispersos de tamaño variable.....	15
Figura N° 4. Ubicación Formación Las Brisas.....	16
Figura N° 5. Ubicación Formación Las Mercedes.....	17
Figura N° 6. Explotación de cantera.....	18
Figura N° 7. Ciclo separado.....	19
Figura N° 8. Ciclo mixto.....	19
Figura N° 9. Ciclo combinado.....	20
Figura N° 10. Configuraciones básicas de excavadoras.....	20
Figura N° 11. Excavadora frontal, retroexcavadora y pala de cable.....	21
Figura N°12. Cargador frontal de orugas y de ruedas.	21
Figura N° 13. Camión roquero.....	22
Figura N° 14. Cinta transportadora.....	23
Figura N° 15. Tractor de oruga.....	23
Figura N° 16. Motoniveladora.....	24
Figura N° 17. Plano con la poligonal permisada para la explotación.....	30
Figura N° 18. Carga sencilla por encima de nivel para retroexcavadoras.....	31
Figura N° 19. Excavadoras sobre orugas marca Hyundai modelo 320LC7.....	32
Figura N° 20. Dragas marca Northwest usada por Cantera San Joaquín.....	35

Figura N° 21. Camión Roquero marca Euclid usado por Cantera San Joaquín...	35
Figura N° 22. Cargador marca Komatsu usado por Venezolana de Cementos. .	37
Figura N° 23. Histórico de producción arena lavada San Joaquín.....	38
Figura N° 24. Presupuesto de producción vs producción de arena lavada año 2014.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Reservas de arena por nivel de explotación.....	29
Tabla N° 2. Equipos de Arranque, Carga y Acarreo.....	31
Tabla N° 3. Equipos auxiliares.....	32
Tabla N° 4. Equipos utilizados Cantera San Joaquín,.....	33
Tabla N° 5. Equipos utilizados con CEMEX SACA.....	36
Tabla N° 6. Equipos utilizados con Venezolana de Cementos SACA (actual)....	37
Tabla N° 7. Histórico de producción arena lavada San Joaquín 2000-2014.....	38
Tabla N° 8. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva de la excavadora 320LC.	39
Tabla N° 9. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva del cargador 780....	40
Tabla N° 10. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva del camión Mack Granite.....	40
Tabla N° 11. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva de la planta de beneficio.....	40
Tabla N° 12. Promedio de tiempos de acarreo de material todo uno a la tolva.	41
Tabla N° 13. Promedio de tiempos de acarreo de material todo uno a la pre-tolva.....	41
Tabla N° 14. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la tolva.....	41
Tabla N° 15. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la pre-tolva.....	42
Tabla N° 16. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual estimada.....	42
Tabla N° 17. Comportamiento promedio real del acarreo en la producción mes de Septiembre.....	42
Tabla N° 18. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la tolva.....	43

Tabla N° 19. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la pre-tolva.....	43
Tabla N° 20. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual estimada.....	43
Tabla N° 21. Datos operacionales.....	44
Tabla N° 22. Producción horaria de la excavadora.....	44
Tabla N° 23. Selección equipo de carga.....	45
Tabla N° 24. Selección equipo de acarreo.....	45
Tabla N° 25. Factor del cucharón para retroexcavadora.....	53
Tabla N° 26. Factor de eficiencia.....	53

NOMENCLATURA, ABREVIATURA Y SIMBOLOS

% Eficiencia hora:	Porcentaje de eficiencia por hora
%Eficiencia:	Porcentaje de eficiencia
%Factor de Llenado:	Porcentaje factor de llenado
%Dm	Porcentaje de disponibilidad mecánica
%Ue	Porcentaje de utilización efectiva
Cap. de balde:	Capacidad del Balde
CEMEX	Cementos Mexicanos
COVENIN	Comité Venezolano de Normas Industriales
E:	Factor de eficiencia
Hr.	Horas
HTT	Horas trabajadas en un turno
HR	Horas de reparación
HTt	Horas trabajadas totales
HSO	Horas sin operación
K:	Factor del cucharón
M3:	Metros cúbicos
Min:	Minutos
N:	Número de ciclos por hora
Nº ciclos/ hora:	Números de ciclos por hora
Nº de días trabajados:	Número de días trabajados
Nº pases:	Numero de pases
q:	Producción por ciclo
Q:	Producción por hora
ql:	Capacidad colmada del cucharón
S.A.C.A	Sociedad Anónima con Capital Autorizado
Tc:	Tiempo de ciclo

Tn de Mat.:	Toneladas de material
Tn:	Toneladas
Ton de Material/ciclo:	Toneladas de material por ciclo
P.E.A.S.J.	Plan de explotación arenera San Joaquín

INTRODUCCIÓN

La Arenera San Joaquín perteneciente a la Empresa Venezolana de Cementos S.A.C.A. se dedica a la explotación de agregados para la preparación de concreto, utilizando minería a cielo abierto. actualmente se explota un yacimiento de material tipo Coluvial aluvial con material arenoso arcilloso con presencia de gran cantidad de sobretamaño (Boulder) y ligeras presencia de filtraciones y aguas de escorrentías, la explotación se lleva a cabo por el método open cut de arranque mecanizado sin uso de explosivo.

La arenera cuenta con una superficie de propiedad de 1.100 hectáreas actualmente y la superficie aprovechable para la explotación minera se encuentra delimitada en 24.6 Hectáreas ya que, el nivel freático se encuentra en la cota 490 y por encima de la cota 550 se encuentra el parque nacional Henry Pittier. Además, la permisología por parte del departamento de gestión ambiental; se encuentra vigente todos los permisos que se consignan en los entes Gubernamentales.

En este informe se presentara información sobre los equipos usados por las diferentes empresas encargadas de realizar la explotación de la arenera San Joaquín, tal como: la empresa cantera San Joaquín que estuvo desde 1970 hasta 1994, la empresa CEMEX S.A.C.A que estuvo desde 1994 hasta 2008 y Venezolana de Cementos S.A.C.A empresa nacionalizada desde el 2008 en adelante.

La zona de estudio fue desde los bloques F, G y H de manera alternada. En la actualidad, entre los inconvenientes que se encontraron, los que más afectan en las operaciones mineras es que no se cuenta con una estadística de control de los indicadores de mantenimiento por ende, análisis implicara en cuanto material todo en uno es acarreado del frente de excavación hacia la tolva y pre-tolva, tomando en cuenta los tiempos de acarreo, con esta finalidad también se harán cálculos en función a los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad mecánica y porcentaje de utilización de los equipos de carga y acarreo de material todo uno en el periodo Agosto – Septiembre del 2014, para

de esta manera proponer algunas oportunidades de mejoras en el proceso de extracción y acarreo de material y para el desempeño de las maquinarias usadas.

Cabe señalar que este trabajo consta de ocho capítulos donde se observan en el capítulo I: una breve reseña histórica de la empresa y su respectivo organigrama, en el capítulo II se plasman las realización de las diferente actividades realizadas semana a semana, en el capítulo III se encuentra el marco teórico donde se representa todos los conceptos y términos para que el trabajo tenga una mejor comprensión, en el capítulo IV está la memoria descriptiva donde se refleja toda la estructura y actividades realizadas en la planta. En el capítulo V se encuentra la discusión del aprendizaje que es donde se refleja todas las actividades y cálculos realizados para su posterior análisis. En el capítulo VI donde se reflejan las conclusiones realizadas en post a los datos recolectados al igual en el capítulo VII donde se encuentran las recomendaciones y al final en el capítulo VIII las referencias bibliográficas.

CAPITULO I

1.1 RESEÑA HISTORICA

La empresa Venezolana de Cementos S.A. (VENCEMOS) productora y comercializadora de cemento fue fundada el 23 de Septiembre de 1943, por un grupo de empresarios Venezolanos, cuyo objetivo principal es procesar derivados de la explotación de materias primas destinados a la construcción (Cemento, Concreto y Agregados).

Con el aprovechamiento del Coluvión depositado en la hacienda El Ereigüe data de 1958, los dueños de esta propiedad otorgaron derechos el 03 de enero de 1970 a un particular para explotar comercialmente minerales no metálicos a la empresa Cantera San Joaquín C.A. cuyo dueño era el Señor López y desde sus comienzos se caracterizaron por mantener altos niveles de eficiencia en procesos, productos y en recursos humanos. En 1994 la empresa CEMEX inicia operaciones en Venezuela, el 21 de noviembre 1999 realizan la compra de la arenera San Joaquín.

El 03 de Abril 2008 se pronunciación en Cadena Nacional del Presidente de la República Bolivariana de Venezuela Hugo Chávez Frías sobre la necesidad estratégica de nacionalizar la industria del cemento. 18 de Junio.- Publicación en Gaceta Oficial N°5.886 del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de las Empresas Productoras de Cemento. En este se declaran de utilidad pública y de interés social las compañías cementeras Cemex, por cumplir actividades estratégicas para el desarrollo de la Nación.

La Empresa Cemex con un acuerdo de negociación de acciones, se concreta la nacionalización por la vía de expropiación, dando cumplimiento al Decreto Ley publicado el pasado 18 de junio del año 2008. El 18 de Agosto del mismo año el estado hace toma oficial de las instalaciones de Cemex Venezuela por parte de la Comisión de Transición. Ya en el año 2010 y después de 2 años de transición, el estado obtiene la totalidad de las acciones de la empresa CEMEX y el Enero del 2014 pasa a razón social Venezolana de Cementos S.A.C.A.

Desde ese momento la empresa se esfuerza por alcanzar la mayor vigencia en su desempeño, desarrollando así relaciones de largo plazo construida sobre una base de confianza, integridad, valores de confianza y liderazgo.

1.2 ORGANIGRAMA DE PLANTA ARENERA SAN JOAQUIN – VENEZOLANA DE CEMENTOS, S.A.C.A.

La investigación se realizó en la Arenera San Joaquín, cuya estructura organizacional se muestra a continuación:

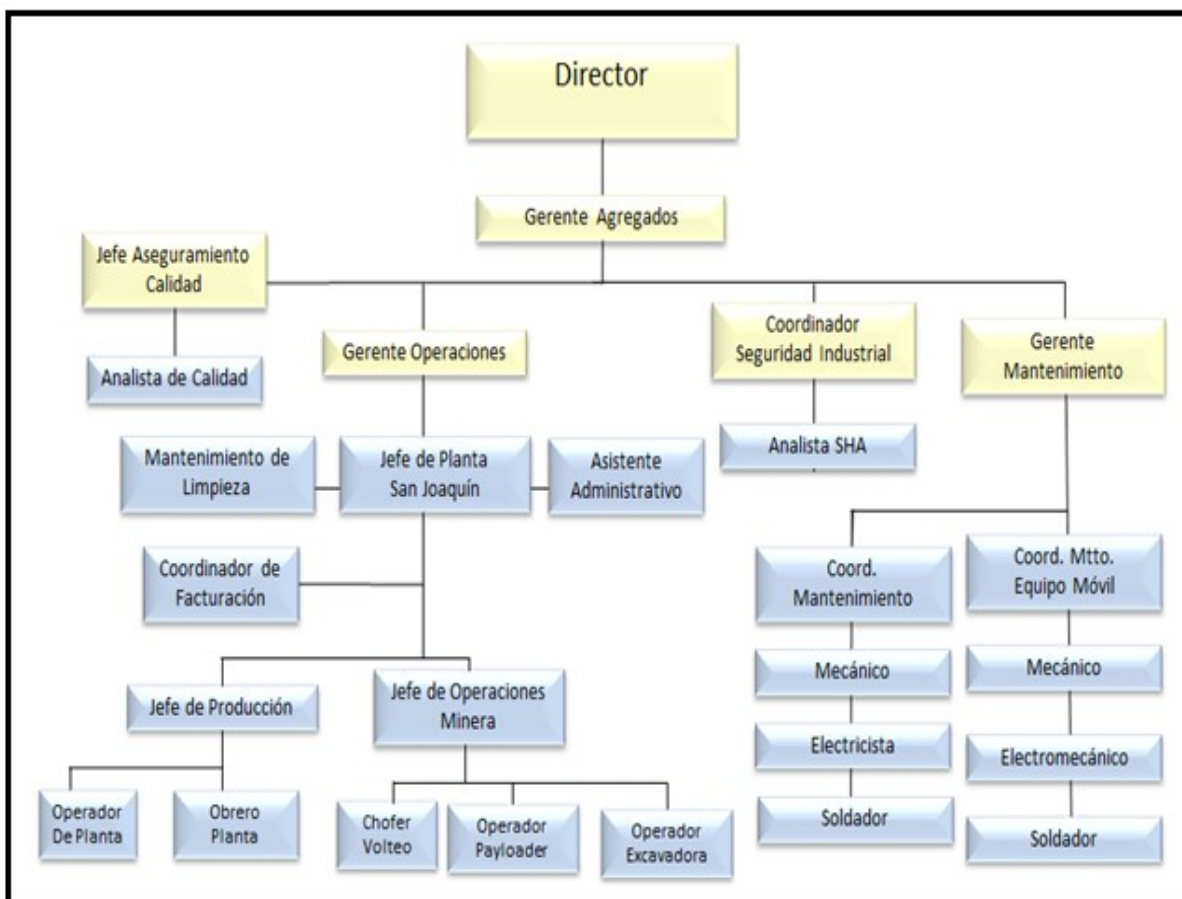


Figura N° 1. Estructura organizacional operaciones agregados – planta San Joaquín

CAPITULO II

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del sector primario de la economía, la minería es una actividad económica que se fundamenta básicamente en la extracción de beneficio mineral a bajo costo, causando el menor impacto posible al medio ambiente. Por lo tanto, se debe hacer uso racional de los factores de producción para optimizar el proceso. Esto requiere elaborar una planificación para cumplir con las metas establecidas, además hacer uso de las técnicas y métodos viables con el fin de mejorar el rendimiento y por ende la productividad.

Por lo tanto, todas las operaciones ejecutadas en la explotación minera requieren llevar registros minuciosos para poder conocer el potencial de los equipos de extracción y la capacidad de horas hombre. La sistematización de ésta información es fundamental porque permite llevar un control de los indicadores de mantenimiento, tales como disponibilidad y porcentaje de utilización. Esto significa que la interpretación datos recabados va a permitir mejorar el rendimiento de los equipos y operaciones básicas para la extracción de mineral, tales como: arranque, carga, acarreo y descarga.

Para la realización esta actividad requiere de personal capacitado que esté en constante monitoreo del funcionamiento de los equipos empleados en las operaciones de extracción de mineral, tomando en cuenta los tiempos de las operaciones básicas. La falta de personal destinado para tal función trae consecuencias negativas a la unidad de producción por la subutilización de los equipos, por la pérdida de tiempo. En este sentido la Empresa Venezolana de Cemento SACA, Arenera San Joaquín carece de evaluación de las operaciones de Minería a cielo abierto para mejorar el desempeño de la producción de arena lavada.

Trayendo como consecuencia que no cumplan los tiempos establecidos en el plan de explotación y por ende pérdidas económicas cuantiosas a la empresa. La presente investigación busca precisamente evaluar las operaciones de minería a cielo para mejorar el rendimiento en la producción de arena.



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ARENERA SAN JOAQUÍN

La Arenera San Joaquín, es propiedad de la Empresa Venezolana de Cementos S.A.C.A, se localiza en el Municipio San Joaquín del Estado Carabobo, dentro de los terrenos de la Hacienda El Ereigüe, limitando al Norte con la Fila El Ereigüe, al Sur con la Fila Mujiquera, al Este con el Valle del Ereigüe y al Oeste con la Fila El Horno (figura N° 2).

El acceso se realiza desde la autopista Regional de Centro, entre las ciudades de Maracay y Valencia, hacia la población de San Joaquín a través de una carretera de 2,5 Km, asfaltada en su mayor parte.

A manera de referencia de ubicación se indica que la propiedad se encuentra localizada dentro de las coordenadas U.T.M: N1.137.735; E628.445; N1.38.725; E630.270



Figura N°2. Ubicación de la Arenera San Joaquín Estado Carabobo

3.2 GEOLOGÍA LOCAL

Los sedimentos recientes se presentan como un abanico fluvial de flujo torrencial depositado en un ambiente de alta energía, con bloques y peñones dispersos de tamaño variable sustentados por una matriz arenosa de grano grueso a medio con menor grado de limo y arcilla respectivamente. Además existen una serie de capas continuas de conglomerado con clastos de tamaño guijarro y grava, compuesto de esquisto y augengneis sustentado por una matriz arenosa-limo-arcillosa.



Figura N°3. Bloques y peñones dispersos de tamaño variable. Fuente: Elaboración propia

3.3 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona donde se localiza el yacimiento de Arenas San Joaquín, está constituida por rocas del tipo meta sedimentarias del Grupo Caracas, de las cuales se describen en orden de cronología descendente las siguientes Formaciones: Peña de Mora, Las Brisas y Las Mercedes. También se encuentran ocupando grandes extensiones los sedimentos recientes o aluvionales del Cuaternario.

- **Formación Peña de Mora**

Según Whermann (1972) amplió el concepto original de ésta Formación, definiéndola, como un complejo ígneo metamórfico equivalente lateral, por lo menos en gran parte, de la Formación Las Brisas que prácticamente forma el núcleo de la Cordillera de la Costa.

De manera general esta Unidad la constituyen gneises de grano fino a medio, cuarcitas delgadas, esquistos cuarzo moscovíticos, observándose en algunos lugares desarrollos la presencia de mármoles delgados. Dentro de ésta secuencia se encuentran cuerpos dispersos de rocas ultramáficas, básicas y ácidas.

- **Formación Las Brisas**

Esta Formación fue nombrada por Aguerrevere y Zuloaga (1937), situada a 4 kilómetros al sur del Valle, en la carretera a Charallave. Sin embargo, en el año 1953 Dengo y Smith, redefinieron gran parte de ésta Formación, consistente de una espesa secuencia de esquistos cuarzo moscovíticos con capas interestratificadas de conglomerado, gneis microclínico y calizas cristalinas. Dividiendo la Formación en un miembro superior y otro inferior, separados por la llamada “Facies de Zenda”, una unidad rica en carbonatos.

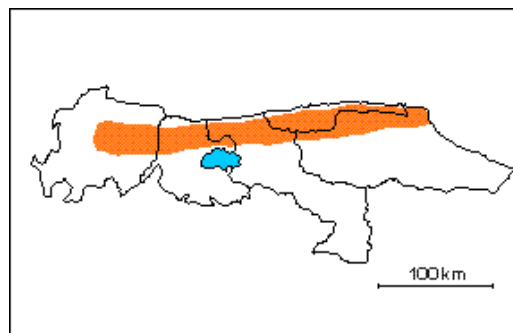


Figura N° 4. Ubicación Formación Las Brisas. Tomado de: <http://www.pdvsa.com/lexico/>

- **Formación Las Mercedes**

Esta Formación aflora en los alrededores de la Ciudad de Caracas y se extiende hasta la zona Oriental de la Ciudad de Carabobo, siendo la litología predominante los esquistos del tipo grafitoso calcáreo con intercalaciones de mármoles grafitosos en formas de lentes.

Los mármoles asociados con los esquistos grafitosos se presentan en capas delgadas de forma lenticular, muy deformadas y de color gris. La composición mineralógica está formada en casi su totalidad por calcitas y cuarzo, moscovita, grafito y óxidos de hierro.

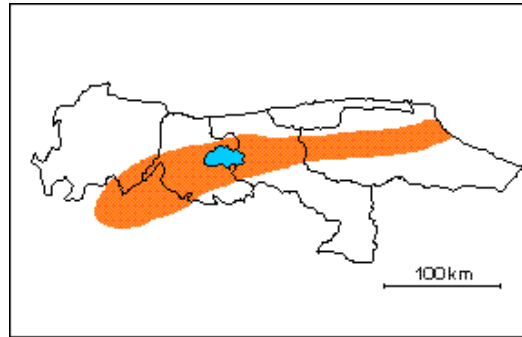


Figura N° 5. Ubicación Formación Las Mercedes. Tomado de: <http://www.pdvsa.com/lexico>

3.4 MINERÍA A CIELO ABIERTO

Son excavaciones de superficie que adoptan la forma de grandes fosas en terraza, cada vez más profundas y anchas. A menudo tienen una forma más o menos circular y algunas labores características de este sistema de explotación son los: bancos, bermas, talud final, talud y frente de trabajo, entre otros.

Según Villanueva (2003), se definen los métodos de minería a cielo abierto:

- **Open pit (Fosa Abierta):** Explotación con profundidades considerables que obliga a un número importante de bancos descendentes, de modo que se requiere una alta tecnología de planificación, diseño, operación y control. Es ampliamente aplicado en la minería de minerales metálicos, también se ha adaptado para la explotación de carbón y rocas industriales.
- **Open cut (Tajo Abierto):** Es una variante del *open pit*, para yacimientos en ladera, de modo que el sistema de bancos queda abierto a lo largo de la ladera.
- **Open cast (Stripmining):** Explotación en yacimientos sedimentarios de profundidad limitada, bastante horizontales, de minerales blandos, en forma de capas y fácil separación entre mineral y estéril. El área de la excavación previa se aprovecha para depositar el estéril (*back filling*). Se distinguen: el método alemán (sistema continuo con rotopalas) y el método americano (sistema discontinuo con dragalinas).

- **Canteras (*Quarry*):** Es una explotación tipo *open pit*, pero de menores dimensiones generalmente referida a la explotación de materiales para la construcción y rocas ornamentales.

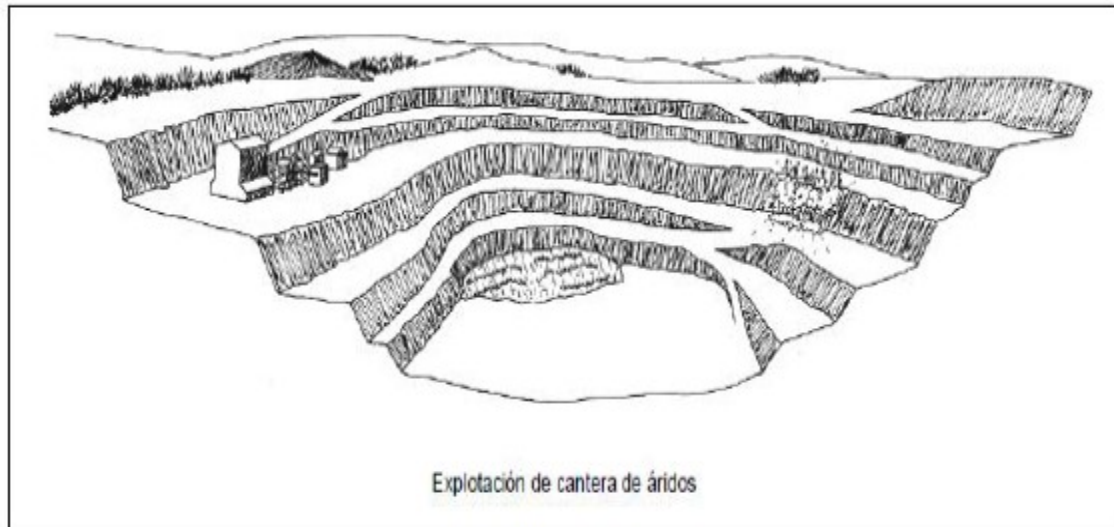


Figura N° 6. Explotación de cantera. Tomado de: Herrera, (2006).

3.5 OPERACIONES BÁSICAS

El ciclo de explotación minera se puede definir como una sucesión de fases u operaciones básicas aplicadas, tanto al material estéril como al mineral. Según las condiciones del proyecto que se esté llevando a cabo, existirán o no otras operaciones auxiliares o de apoyo cuya misión es hacer que se cumplan con la mayor eficiencia posible las operaciones básicas pertinentes. Tomado de: Instituto Geominero de España, 1994

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

- Arranque
- Carga
- Acarreo
- Descarga

El arranque, por necesidad, la primera de las operaciones para el movimiento de los materiales y consiste en fragmentar estos a un tamaño adecuado para su posterior manipulación por los equipos de fases sub siguientes.

El acarreo es la fase que posee en la actualidad una mayor repercusión económica sobre el ciclo de explotación y que puede cifrarse entre el 40 y el 60% del coste total e incluso de la inversión en equipos principales. Se basa en la extracción o desplazamiento de los diferentes materiales hasta las plantas de tratamiento, en el caso de los minerales o hasta los vertederos en el caso de los estériles.

Según que el transporte se lleve a cabo dentro de los límites propios de la explotación e instalaciones mineralúrgicas, o fuera de ellas, se suele hablar de transporte interno o externo.

De acuerdo con una serie de consideraciones específicas que se analizarán más adelante las combinaciones para cada grupo de máquinas, pueden ser las siguientes.

- a) La fase de arranque es efectuada por unidades distintas de las que realizan la carga y el transporte. Un caso puede ser, por ejemplo, aquel en el que el arranque lo hacen tractores de orugas, la carga palas de ruedas y el transporte y vertido, volquetes el ciclo básico estará constituido por la agregación de las siguientes fases individualizadas:

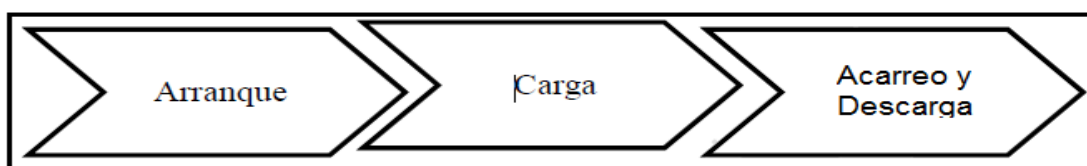


Figura N° 7. Ciclo separado. Tomado de: Estudios mineros del Perú S.A.C, (s/f).

- b) Que el mismo equipo realice el arranque y también la carga, como sucede, por ejemplo, con las rotopalas, las excavadoras o minadores, que arrancan y cargan simultáneamente. En este caso el transporte lo realizan otras unidades independientes:

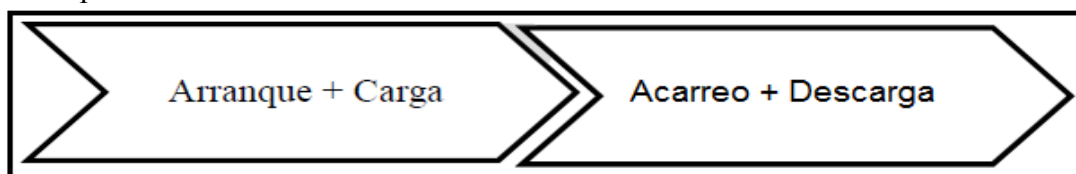


Figura N° 8. Ciclo mixto. Tomado de: Estudios mineros del Perú S.A.C, (s/f).

- c) Que una misma máquina, debido a sus propias características constructivas y funcionales, realice por si solo el arranque, carga y transporte. Esto sucede con las mototraíllas y con las rotopalas de brazo de descarga directo:

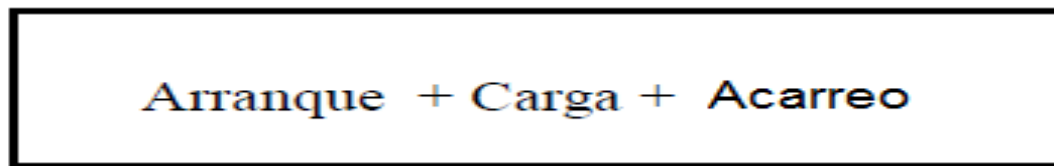


Figura N° 9. Ciclo combinado. Tomado de: Estudios mineros del Perú S.A.C, (s/f).

3.6 EQUIPOS DE ARRANQUE Y CARGA

Es una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro y de forma ininterrumpida) que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín sin que la estructura portante o chasis se desplace.

Existen principalmente tres configuraciones básicas de excavadoras:

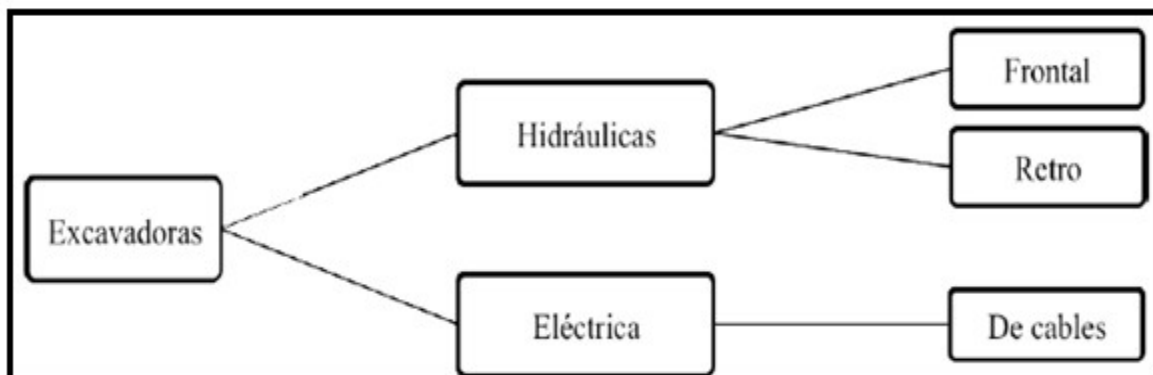


Figura N° 10. Configuraciones básicas de excavadoras

La diferencia de diseño entre estas unidades se agrupa en el sentido de movimiento de los baldes y en la geometría de los equipos de trabajo (figura N° 11).

La operación se representa, los tres diseños difieren en la acción de excavación y perfil de trabajo.



Figura N° 11. Excavadora frontal, retroexcavadora y pala de cable. Tomado de: <http://www.liebherr.com> [Tomado de: NAVAS, J. (2012)]

3.7. CARGADORES FRONTALES

Los cargadores frontales son máquinas de uso frecuente en construcción, minería y otras actividades propias de la construcción de edificios y de grandes superficies.

Los cargadores frontales están capacitados para efectuar las siguientes operaciones:

Carga de camiones, vagones o tolvas

Carga y transporte, eliminando en cortas distancias el empleo de camiones.

Como máquina auxiliar: limpieza de tajos antes de la voladura, preparación de rampas, apertura de tajos, construcción y limpieza de pistas de transporte, entre otros.

Como máquina de empuje hasta cierto punto, sustituyendo a los tractores: limpieza de los tajos de carga después de efectuar la voladura y realizando la carga combinada con la excavadora, extendido en la escombrera, entre otros.

Existen dos tipos de unidades, que se diferencian en el tren de rodaje (figura N° 12): cargador frontal de orugas y de ruedas.

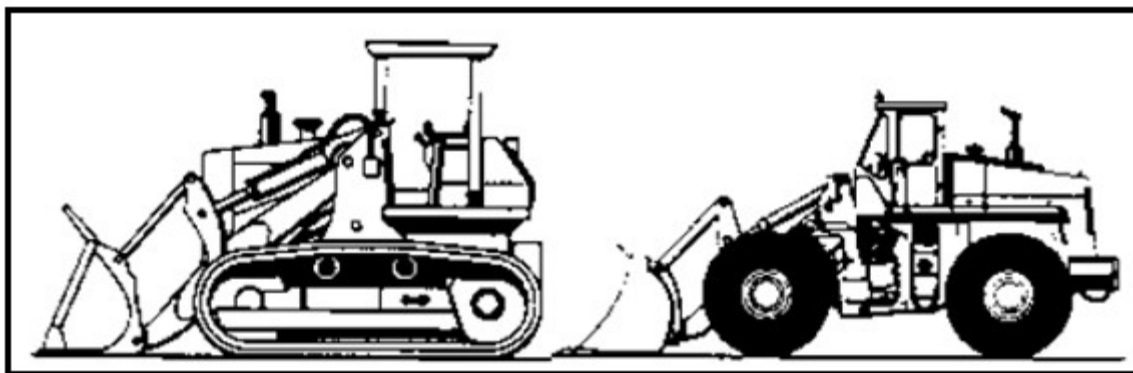


Figura N°12. Cargador frontal de orugas y de ruedas. Tomado de: Instituto Geominero de España, 1994

3.8 MAQUINARIA DE TRANSPORTE

El transporte de materiales rocosos en las explotaciones mineras a cielo abierto, así como, se realizan con mucha frecuencia mediante el empleo de camiones volquetes, debido a la versatilidad que presentan:

Dentro del conjunto de los equipos de transporte tenemos:

3.8.1 CAMIÓN

Es el tipo de camión extra vial más usado en el movimiento de tierras y, fundamentalmente, en la minería a cielo abierto para el acarreo de material. Están constituidos por una caja que se apoya sobre el chasis y que se bascula hacia atrás para la descarga, mediante unos cilindros hidráulicos (figura N° 13).



Figura N° 13. Camión roquero. Tomado de: [http://www. Cat.com](http://www.Cat.com)

3.8.2. CINTAS TRANSPORTADORAS

Es un sistema de transporte formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos o varios tambores, figura N° 14.



Figura N° 14. Cinta transportadora. Fuente: Propia

3.9. EQUIPOS DE OPERACIONES AUXILIARES

3.9.1. TRACTOR

Es un vehículo especial autopropulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, aperos, otra maquinaria o cargas pesadas. Hay tractores destinados a diferentes tareas, como, la construcción, el movimiento de tierras o los mantenimientos de espacios verdes profesionales (tractores compactos). Se caracterizan principalmente por su buena capacidad adherencia al terreno.

Su uso ha posibilitado disminuir de forma sustancial la mano de obra empleada, así como la mecanización de tareas de carga y de tracción.

Los tractores (figura N° 15) se subdividen en: tractores de orugas o de ruedas.



Figura N° 15. Tractor de oruga. Fuente: Propia; Tractor de ruedas. Tomado de: [http:// www.cat.com](http://www.cat.com)

3.9.2. MOTONIVELADORA

Máquina autopropulsada sobre ruedas (figura N° 16), con una hoja ajustable situada entre los ejes delanteros y trasero que corta, mueve y extiende materiales con fines generalmente de nivelación de superficies.



Figura N° 16. Motoniveladora. Tomado de: <http://www.cat.com/>

3.9.3. CAMIÓN CISTERNA

Es una de las muchas variedades de camión que sirve tanto para el transporte de líquidos como para su mantenimiento por tiempo prolongado según sus características.

Entre estos se destacan por su mayor uso los de agua para regadío y trasvase.

3.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS

- **Producción horaria**

La producción horaria consiste en la determinación de la cuantía de material mineral o estéril que se pretende explotar por hora y requiere de los siguientes datos, los cuales serán la producción anual necesaria para alimentar la planta productora de coque, el número de días trabajados y la jornada diaria de 8 horas. (Escalante, 2011).

Utilizando la producción anual requerida, los días trabajados, las horas laborables y la eficiencia se determinará en el capítulo de resultados, la producción horaria que se requiere mediante la aplicación de la Ecuación N° 1. (Escalante, 2011).

$$\text{Producción Horaria} = \frac{\text{Producción Anual} \times 100\%}{\text{Nº de días trabajados} \times \text{Horas turno} \times \% \text{eficiencia}} \quad \text{Ec. (1)}$$

Aplicando la Ecuación N° 2, se determinará la cantidad de equipos de acarreo necesarios para esta operación.

$$\text{N° equipos} = \frac{\text{Producción Horaria (Ton/hora)}}{\text{N° ciclos/ hora * Ton de Material/ciclo}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Para poder determinar el número de equipos se determinara el N° de ciclos por hora del equipo y la Tonelada de material/ ciclo. Estas se determinan aplicando las ecuaciones 3 y 4 respectivamente.

$$\text{N° Ciclos hora} = \frac{60 \text{ min hora} * \% \text{ Eficiencia hora}}{100\% * \text{tiempo de ciclo Total (min/ciclo)}} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$\text{Tn de Mat} = \text{Cap. de balde} * \% \text{Factor de Llenado} * \rho \text{ del Material} * \text{N° pases} \quad \text{Ec. (4)}$$

3.11 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN

3.11.1 PRODUCCIÓN DE EXCAVADORAS

Depende de la carga útil media del cucharón, el tiempo medio del ciclo y la eficiencia del trabajo.

La producción por hora se puede obtener con la siguiente fórmula plasmada en la Ec. (5):

$$Q = q * N * E \quad \text{Ec. (5)}$$

Dónde:

$$q = q_l * K \quad \text{Ec. (6)}$$

Sustituimos la ecuación (6) en la ecuación (5) tenemos:

$$Q = q_l * K * N * E \quad \text{Ec. (7)}$$

3.12 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

3.12.1 CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD MECANICA

La disponibilidad mecánica, se define como el tiempo total en que el equipo labora entre la suma de los tiempos de reparación más las horas totales de trabajo.

Se utilizará la siguiente fórmula de para el cálculo de la Disponibilidad Mecánica:

$$\%Dm = \frac{HTT}{(HTT+HR)} \quad \text{Ec. (8)}$$

3.12.2 CÁLCULO DE UTILIZACIÓN EFECTIVA

La utilización de los equipos en minería representa un parámetro muy importante, ya que refleja de forma indirecta la productividad que se ha tenido en un periodo de tiempo determinado, por tanto se define como la porción de tiempo disponible que la maquina está cumpliendo la labor para la cual fue diseñada

Se utilizará la siguiente fórmula de para el cálculo de Utilización Efectiva:

$$\%Ue = HTt / (HTt+HR+HSO) \quad \text{Ec. (9)}$$

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación se refiere a la manera como se recoge la información. La investigación de campo la define Tamayo (2009) como: “cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permite cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenidos los datos”. Por ende, este estudio se enmarca dentro de la investigación de campo en virtud que la obtención de los datos se realizara directamente del cuerpo de maquinarias que se usan en la explotación a cielo abierto de la arenera San Joaquín.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es la manera como se enfoca el estudio. Al respecto Palella (2010) define diseño no experimental como: “Es el que se que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos”. Este estudio se enmarca dentro de la investigación no experimental, En virtud que los datos se obtendrán sin la manipulación, por parte del investigador, midiendo así las variables más importantes como la disponibilidad mecánica y utilización, así como los tiempos de acarreo.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio se realizará tomando como población o universo todos los equipos que usan en la explotación a cielo abierto y de la planta en la arenera San Joaquín.

La población consta de un camión Mack modelo Granite de capacidad 30 Tn, una excavadora marca Hyundai modelo 320LC-7 y un cargador frontal marca Hyundai modelo HL780-7A. En cuanto a la muestra esta representa el total de la población.

3.4. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los instrumentos utilizados para el procesamiento de los datos adquiridos fueron los reportes y la observación directa de producción de los equipos de carga y acarreo que se registran diariamente de lo sucedido en campo, como los números de viajes, bloc de notas, cronómetro, mapas. Además, se utilizaron hojas de cálculos para el almacenamiento de los datos y para la estimación de la disponibilidad física y utilización de los equipos.

3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Según Fidias, A. (2012). Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas; la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido, etc.

El análisis partirá de la disponibilidad mecánica y la utilización de los equipos que se calculan por medio de la ecuaciones 7 y 8, donde estima el tiempo de parada por mantenimiento y uso respectivos de los equipos usados para la carga y acarreo de material.

También, el análisis de la producción de la planta se realiza por medio de los tiempos de acarreo, capacidad del cucharón de la excavadora tomando en cuenta los factores de carga y de eficiencia, haciendo al final el comparativo de lo producido y las metas estipuladas de producción.

CAPITULO V

PROCESO DE ANÁLISIS Y CÁLCULO

La investigación se centra en la planta arenera San Joaquín, de venezolana de cementos S.A.C.A, se encuentra delimitado por una poligonal de 24.6 hectáreas para la explotación y desarrollo minero. Para desarrollar el plan de explotación en el periodo 2011 – 2014 se tramitaron permisos de ocupación de la zona para la explotación de minerales no metálicos, es decir, cuenta con la permisología para realizar la explotación en la zona acordada por ejemplo: El permiso de ocupación de territorio para el desarrollo minero, el permiso de afectación de los recursos naturales tramitados en el ministerio del ambiente entre otros.

4.1. RESERVAS MINERAS

Las reservas mineras de material todo en uno para el área de explotación son de 4.712.047 Tn. En la Tabla N° 1 se representa las reservas de arenas por nivel de explotación. Considerando el diseño del pit final con una altura de talud de 10 m y ancho de berma de 10 m partiendo de la poligonal norte como se muestra en la figura N° 17.

Tabla N° 1. Reservas de arena por nivel de explotación. Fuente: P.E.A.S.J. 2011-2014

Resumen de reservas		
Nivel	Volumen (m3)	Toneladas
490-500	1.300.025,0	2.067.040,0
500-510	754.175,0	1.199.138,0
510-520	517.500,0	822.825,0
520-530	391.975,0	623.240,0
	TOTAL	4.712.243,0

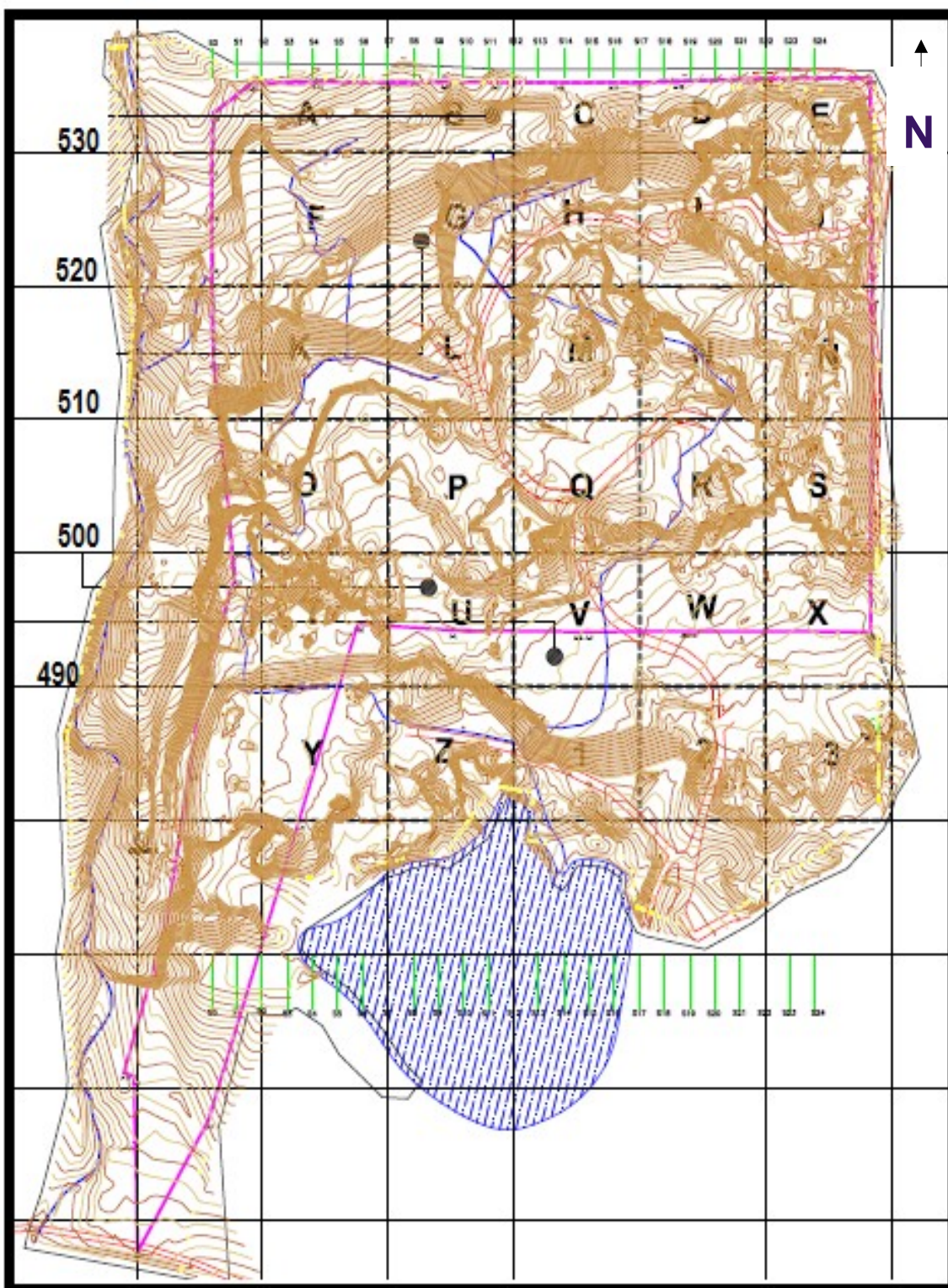


Figura N° 17. Plano con la poligonal permitada para la explotación. Fuente: P.E.A.S.J. 2011-2014

4.2. OPERACIONES MINERAS

4.2.1. ARRANQUE

Incluye la extracción y/o arranque del material de mina en el frente de excavación o bloque previsto según plan de mina, esto se realiza por el método semi – mecánizado con empleo de una excavadora sobre orugas modelo Hyundai 320LC-7 de capacidad de balde 1.44 m³ “nominal”, sin uso de explosivos.



Figura N° 18. Carga sencilla por encima de nivel para retroexcavadoras. Fuente: Propia

Durante el periodo del reporte el frente de extracción se desarrolló en el cuadrante NNO de la mina, en los bloques F, G y H. Los avances experimentados en los mencionados cuadrantes del polígono de 24,62 Hectáreas, se orientaron a la extracción del material del yacimiento entre las cotas 520 y 530 msnm, a fin de continuar con la apertura del frente moviendo rocas de sobre tamaños e iniciar el establecimiento del sistema de talud final que definirá el lindero de la poligonal de ese sector.

Las maquinarias y equipos involucrados en el laboreo minero en la actualidad, se presentan en la siguiente tabla N° 2.

Tabla N° 2. Equipos de Arranque, Carga y Acarreo. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS	FLOTA	ESTATUS
Excavadora	Hyundai	320LC-7	Capacidad balde 1.44 m ³	1	Operativo

Sobre oruga					
Cargador (Caucho)	Komatsu	WA470	Capacidad balde 4.1 m ³	1	Mantenimiento
Cargador (caucho)	Hyundai	HL780-7A	Capacidad balde 5.1 m ³	1	Operativo
Camión	Iveco	TRAKKER 420	Capacidad carga 25 ton	2	Mantenimiento
Camión	Astra		Capacidad carga 25 ton	2	Mantenimiento
Camión	Mack	Granite	Capacidad carga 30 ton	1	Operativo
Lubricación	Ford	350	Camión con plataforma	1	Operativo

Las maquinarias usadas como equipo auxiliar en la actualidad son las que se observan en la tabla N° 3.

Tabla N° 3. Equipos auxiliares. Elaboración propia.

Motoniveladora	XCMG	GR165	Nivelar vías de acarreo	2	Operativo
TRACTOR (Orugas)	XCMG	TY230		2	Mantenimiento

4.2.2. CARGA Y ACARREO

La carga y acarreo desde el frente de excavación en la mina, se continua realizando con una flota de una excavadora sobre orugas marca Hyundai modelo 320LC-7 de capacidad de balde 1.44 m³ “nominal”, el acarreo se lleva a cabo a través de 1 camión Mack modelo Granite de 30 toneladas de capacidad para mantener la tolva de alimentación de la planta en constante funcionamiento.



Figura N° 19. Excavadoras sobre orugas marca Hyundai modelo 320LC7. Fuente: Propia

Con base al registro del rendimiento promedio señalado para los equipos involucrados, el acarreo del segundo trimestres del 2014, permitió extraer aproximadamente 65.427,77 toneladas de material de mina (todo uno) al proceso y para el tercer trimestre un total de 51366,03 toneladas de todo en uno, el cual alternativamente fue

almacenado en la pila pulmón (pre-tolva) o descargado directamente en tolva, según disponibilidad mecánica de equipos, planta y condiciones de mina.

Por otro lado, se realizan trabajos de canalización y desvío de la escorrentía superficial del área de mina, a fin de evitar el anegamiento de los frentes de trabajo y poder conducir las aguas hacia los reservorios existentes y el excedente debido a las altas precipitaciones hacia los drenajes naturales que conducen al río El Ereigüe, con la finalidad de evitar eventuales contingencias en el manejo de las aguas de escorrentía.

En la siguiente investigación se presentan los datos obtenidos sobre las maquinarias usadas para el arranque, carga y acarreo de material por las empresas privadas Cantera San Joaquín C.A., CEMEX S.A.C.A. y en la actualidad con la empresa del estado Venezolana de Cementos S.A.C.A. Asimismo, se dará información sobre el proceso de extracción, es decir, producción del frente de excavación a la tolva y pre-tolva, cálculo de los tiempos de acarreo de material, disponibilidad mecánica, utilización efectiva de las maquinas usadas en las operaciones mineras para establecer algunas propuestas con finalidad de mejorar la producción de la planta.

5.1 EQUIPOS UTILIZADOS POR CANTERA SAN JOAQUIN C.A. (1970-1994)

Para conocer un valor estimado en la producción de la planta con la empresa Cantera San Joaquín C.A. En la Tabla N° 4 se observa el cuerpo de maquinarias con la cual contaba la empresa para las operaciones mineras. En donde la operación de arranque y carga de material se contaba con una excavadora sobre oruga marca Caterpillar modelo 235 capacidad de cucharón 2.7 m³, por ejemplo para el acarreo de material se contaba con un camión marca Euclid de 40 Tn, se estima un procesamiento de material diario en condiciones ideales de 2.347,38 Ton/día esto es 51.642,36 Tn/ mes de material todo en uno, si el rendimiento estimado se calcula para la arena lavada del 53 % de rendimiento daría como valor estimado de 27.370,45 Tn/ mes y al año 328.445,40 Tn aproximadamente.

Tabla N° 4. Equipos utilizados Cantera San Joaquín, fuente: Gil, C. (1994)

EQUIPO	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS	FLOTA	ESTATUS
Excavadora	Caterpillar	235	2.7 m ³	1	-
Cargador Frontal	Caterpillar	988B	-	2	-
Cargador frontal	Caterpillar	980C	-	1	-
Cargador frontal	Caterpillar	966C			

Camión	Euclid	-	40 ton	1	-
Camión	Caterpillar	769	35 ton	2	-
Draga	Lima	80D	-	3	-
Draga	Northwest	80D	-	1	-
Grúa	Northwest		Bola de hierro	1	-
Cargador frontal	Terex-GM	75-51B	-	1	-
Cargador frontal	Terex-GM	72-71AA		1	
Cargador frontal	Fiat Allis	945-B		1	
Cargador frontal	Caterpillar	988-C		2	
Patrol	Caterpillar	8-T		1	
Pala mecánica	Northwest	36SG		1	
Pala Mecánica	Northwest	80D		1	
Tractores	-	D8H, D9G	-	2	-
Motoniveladora	-	-	-	2	-
Montacarga	-	-	-	2	-
Grúa	Pettibone	60D		1	-
Camión	Allis-charmi	945	-	1	-
Autobús	-	-		1	



Figura N° 20. Draga marca Northwest usada por Cantera San Joaquín. Fuente: Gil, C. (1994)



Figura N° 21. Camión Roquero marca Euclid usado por Cantera San Joaquín. Fuente: Gil, C. (1994)

5.2 EQUIPOS UTILIZADOS POR CEMEX S.A.C.A. (1994-2008)

Lo mismo se observa en la Tabla N° 5, los equipos usados en la cantera San Joaquín siendo los dueños la empresa CEMEX S.A.C.A. al contar con los mismos equipos, se estima que mantenían la misma escala de producción o mas según su disponibilidad, contaban con una producción en los últimos 8 años de 1.761.174 Tn de arena lavada aproximadamente como se muestra en la tabla N°8.

Tabla N° 5. Equipos utilizados con CEMEX SACA. Fuente: Elaboración propia

EQUIPO	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS	N°
DRAGADO	NORTHWEST	DN80D2		1

GRUA	NORTHWEST	GE60D		1
RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	235	2.70 m3	1
EXCAVADORA	CATERPILLAR	318B		
CARGADOR # 1	CATERPILLAR	988B		1
CARGADOR # 2	CATERPILLAR	988B		1
CARGADOR # 3	CATERPILLAR	980C		1
CAMION ROQUERO # 1	CATERPILLAR	769C	35 Tn	1
CAMIÓN ROQUERO	VOLVO	A350		1
CAMION ROQUERO # 2	CATERPILLAR	769C	35 Tn	1
CAMION CISTERNA	MACK	DM800		1
TRACTOR D9N	CATERPILLAR	D9N		1
CAMION DE SERVICIO	MACK	B-43		1
RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	245		1

5.3 EQUIPOS UTILIZADOS POR VENEZOLANA DE CEMENTOS S.A.C.A. (ACTUALMENTE)

Ahora bien, cuando la empresa fue nacionalizada por el estado la producción de la planta ha sido en lo que va de año 2014 con un despacho de 95.303,00 Tn de arena lavada aproximadamente, hasta los momento la planta cuenta con el siguiente cuerpo de maquinarias como la observada en la Tabla N° 6, donde se refleja en la actualidad que para realizar las operaciones de arranque, carga y acarreo solo se cuenta con una excavadora sobre oruga marca Hyundai 320LC-7, un Camión Marca MACK modelo Granite capacidad 30 Tn. Y un cargador sobre ruedas marca HYUDAI modelo HL780-7A el cual es usado para; cargar la arena lavado a las gandolas, para cargar y descargar material todo uno de la pila pulmón a la tolva, para apilar el material de rechazo entre otras operaciones.

Tabla N° 6. Equipos utilizados con Venezolana de Cementos SACA (actual). Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS	FLOTA	ESTATUS
EXCAVADORA	Hyundai	320LC-7	Capacidad balde 1.44 m ³	1	Operativo
CARGADOR	Komatsu	WA470	Capacidad balde 4.1 m ³	1	Mantenimiento
CARGADOR	Hyundai	HL780-7A	Capacidad balde 5.1 m ³	1	Operativo
CAMIÓN	Iveco	TRAKKER 420	Capacidad carga 25 Tn	2	Mantenimiento
CAMIÓN	ASTRA		Capacidad carga 25 Tn		Mantenimiento
CAMIÓN	Mack	Granite	Capacidad carga 30 Tn	1	Operativo
LUBRICACIÓN	Ford	350	Camión con plataforma	1	Operativo
MOTONIVELADORA	XCMG	GR165	Potencia de 165 HP	2	Operativo

TRACTOR	XCMG	TY230	-	1	Inoperativo
TRACTOR	XCMG	TY230		1	Inoperativo



Figura N° 22. Cargador marca Komatsu usado por Venezolana de Cementos SACA. Fuente: Elaboración propia.

5.4. HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN Tn DE ARENA LAVADA DE LA ARENERA SAN JOAQUÍN 2006-2014

En la Tabla N° 7 se observa la producción que ha realizado desde el 2000 hasta la fecha del 2014, se estima que 2.577.807 Tn de arena lavada ha sido despachada en casi 14 años.

Tabla N° 7. Histórico de producción arena lavada San Joaquín 2000-2014. Fuente: Elaboración propia

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2000	11.182	15.407	14.836	11.476	13.608	14.515	14.126	15.120	13.104	11.894	-	-	135.268
2002													235.220
2003													190.123
2004	2.350	5.802	14.202	13.677	16.243	15.590	23.898	22.077	23.772	16.893	17.183	15.796	187.483
2006	27.165	26.654	35.149	20.145	28.557	32.321	33.036	-	-	-	-	-	203.026
2005													203.152
2007	30.101	24.670	29.117	19.576	30.530	33.744	34.575	28.929	26.312	30.042	15.246	19.603	322.444
2008	11.048	17.789	27.853	32.406	22.599	13.139	14.771	21.701	22.406	18.811	17.363	14.260	234.146
2009	16.474	21.858	25.223	19.562	23.098	19.831	20.030	21.014	22.469	21.004	18.510	15.331	244.404
2010	14.677	9.056	21.029	15.329	15.064	21.699	16.194	22.550	18.881	25.253	24.505	15.190	219.427
2011	10.173	1.696	18.391	9.450	15.587	22.300	12.590	3.739	-	-	3.529	12.424	109.879
2012	21.707	8.064	11.870	8.048	4.309	17.831	15.047	14.003	15.424	11.616	-	-	123.978
2013	10.528	7.122	8.080	9.835	2.237	1.467	11.499	8.706	9.326	5.760	8.037	6.427	89.024
2014	8.418	9.311	15.560	6.980	13.467	14.344	8.215	7.998	11.011				95.303

En la figura N° 23, se muestra el histórico de producción por año de la Arenera san Joaquín desde el año 2000 hasta la julio 2014, siendo en el año 2007 su mayor producción hasta ahora.

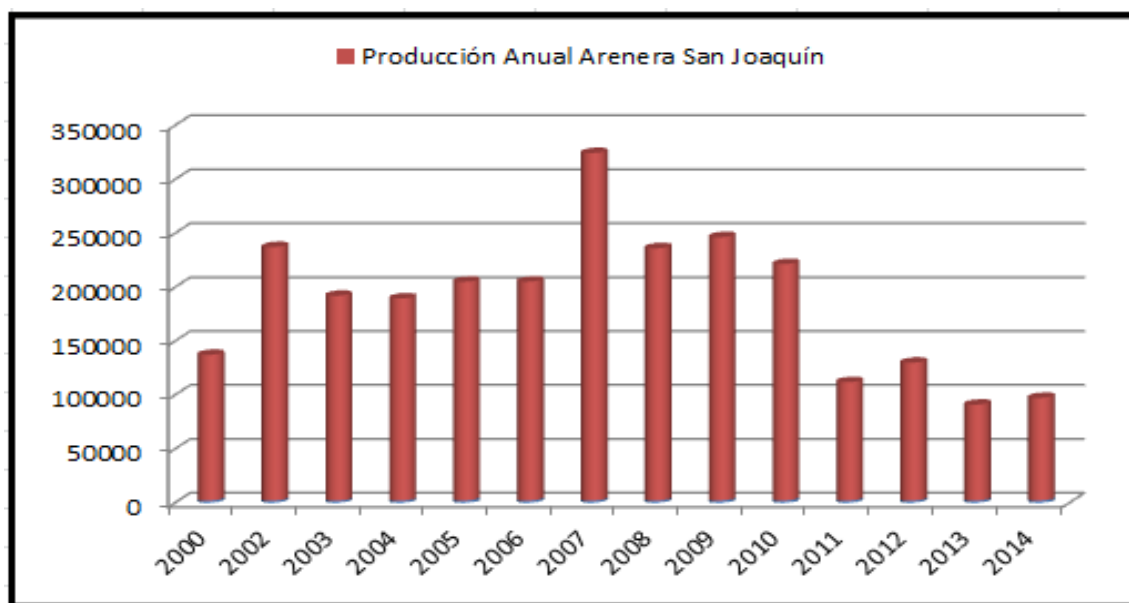


Figura N° 23. Histórico de producción arena lavada San Joaquín. Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 24, se muestra la meta estimada según el presupuesto aprobado para el año 2014 y la producción alcanzada hasta el mes de julio de 2014.

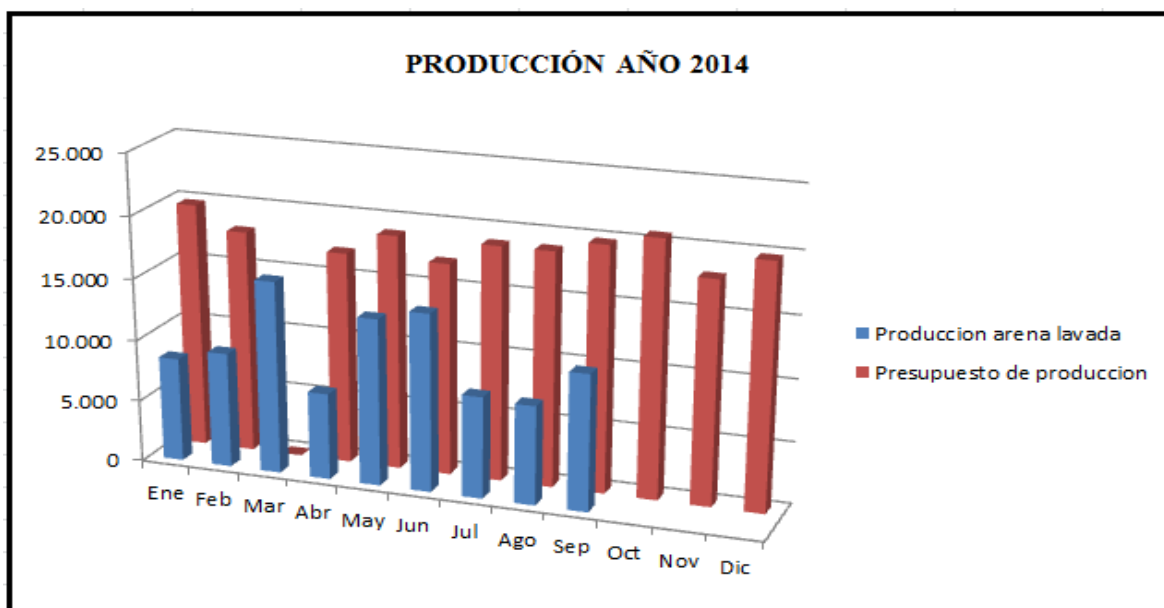


Figura N° 24. Presupuesto de producción vs producción de arena lavada año 2014. Fuente: Elaboración propia

5.5 DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS EQUIPOS DE CARGA.

La disponibilidad de los equipos de carga data desde el 27 de agosto hasta 17 de septiembre, se obtuvo por medio de los reportes diarios y seguimiento constante por los cálculos hechos de las ecuaciones 8 y 9. En la tabla 8 y 9 se observa la disponibilidad mecánica y utilización efectiva en valores de porcentaje.

Tabla N° 8. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva de la excavadora 320LC. Fuente. Propia

Equipo		Horas Totales	Horas Programadas	Horas No Programadas	Horas Operando sin Carga	Horas Trabajando	Horas de Reparacion	Disponibilidad Mecánica	Utilización Efectiva
Excavadora	HYUNDAI 320LC-7	40	40	0	8	28	4	87,50%	70,00%

Tabla N° 9. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva del cargador 780. Fuente. Propia

Equipo		Horas Totales	Horas Programadas	Horas No Programadas	Horas Operando sin Carga	Horas Trabajando	Horas de Reparacion	Disponibilidad Mecánica	Utilización Efectiva
Cargador Frontal	HYUNDAI 780	40	40	0	10	28	2	93,33%	70,00%

La disponibilidad de los equipos de acarreo data desde el 27 de agosto hasta 17 de septiembre, se obtuvo por medio de los reportes diarios y seguimiento constante por los cálculos hechos de las ecuaciones 8 y 9. En la tabla 10 se observa la disponibilidad mecánica y utilización efectiva en valores de porcentaje.

Tabla N° 10. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva del camión Mack Granite. Fuente. Propia

Equipo		Horas Totales	Horas Programadas	Horas No Programadas	Horas Operando sin Carga	Horas Trabajando	Horas de Reparacion	Disponibilidad Mecánica	Utilización Efectiva
Acarreo	MACK GRANITE	40	40	0	11	23	6	79,31%	57,50%

5.7 DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA PLANTA DE BENEFICIO

La disponibilidad de la planta data desde el 27 de agosto hasta 17 de septiembre, se obtuvo por medio de los reportes diarios y seguimiento constante por los cálculos hechos de las ecuaciones 8 y 9. En la tabla 11 se observa la disponibilidad mecánica y utilización en valores de porcentaje.

Tabla N° 11. Disponibilidad mecánica y utilización efectiva de la planta de beneficio. Fuente. Propia

Equipo		Horas Totales	Horas Programadas	Horas No Programadas	Horas Operando sin Carga	Horas Trabajando	Horas de Reparacion	Disponibilidad Mecánica	Utilización Efectiva
Planta		56	56	0	15	23	18	56,10%	41,07%

5.8 CÁLCULO DE CICLOS DE ACARREO

En la tabla N° 12 y 13 se muestra una data obtenida por la medición de material acarreado tanto a la tolva como a la pila pulmón o pre-tolva en función a los ciclos de acarreo en un tiempo de 10 días no continuos para un turno de 8 horas. Para el arranque y carga de material se usó una excavadora sobre oruga marca Hyundai modelo 320LC7 y un camión marca Mack modelo Granite de capacidad 30 Tn para el acarreo.

Tabla N° 12. Promedio de tiempos de acarreo de material todo uno a la tolva. Fuente: Elaboración propia

PASES	CICLO	ARRANQUE+CARGA	ACARREO	DESCARGA	RETORNO	TIEMPO CICLO	MASA (Tn)
10	15	00:03:12	00:03:15	00:01:55	00:03:45	00:13:02	23,27

Tabla N° 13. Promedio de tiempos de acarreo de material todo uno a la pre- tolva. Fuente: Elaboración propia

PASES	CICLO	ARRANQUE+CARGA	ACARREO	DESCARGA	RETORNO	TIEMPO CICLO	MASA (Tn)
10	15	00:02:49	00:02:33	00:01:50	00:02:52	00:10:04	23,96

5.9 PROMEDIO DEL ACARREO EN LA PRODUCCIÓN MENSUAL

En este sentido, se puede señalar que los equipos utilizados para el acarreo de material todo en uno a la tolva y a la pre-tolva tienen una disponibilidad mecánica de 79.31%, con una carga de material equivalente a 23.27 Tn y 23.96 Tn respectivamente, se registró un comportamiento promedio de una semana de trabajo con una utilización efectiva de los equipos de 57.50 % y la producción al mes de arena lavada como se muestra en la tabla N° 14 y 15 de acuerdo a los siguientes parámetros:

Tabla N° 14. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la tolva. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL ACARREADO DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN A LA TOLVA							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	79,31%	30 Km/h	13 min	802,81	1	17.661,93	9.360,82

Tabla N° 15. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la pre-tolva. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL ACARREADO DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN A LA PRE-TOLVA O PILA PULMÓN							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	79,31%	30 Km/h	10 min	1074,6	1	23.641,20	12.529,80

Por la experiencia realizada, en promedio al mes de material acarreado alternando del frente de excavación a la tolva y pre-tolva se estima una producción de 10.945,31 toneladas de arena lavada al mes con un solo camión como se muestra en la Tabla N° 16 y una utilización del 57.50%.

Tabla N° 16. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual estimada. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL ACARREADO DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN A LA PRE-TOLVA O PILA PULMÓN							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	79,31%	30 Km/h	11 min	938,71	1	20.651,57	10.945,31

Tabla N° 17. Comportamiento promedio real del acarreo en la producción mes de Septiembre. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL ACARREADO DEL FRENTE DE EXCAVACIÓN A LA PRE-TOLVA O PILA PULMÓN							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	79,31%	30 Km/h	11 min	944,37	1	20.776,26	11.011,42

Para el mes de septiembre hubo una producción real de 11.011,42 Toneladas como se muestra en la Tabla N° 17 ahora bien, en función a la utilización efectiva con un 57.50%, la producción mensual estimada se acerca en un 99,4% de la producción real del mes de septiembre, dando una cantidad de 10.945,31 toneladas como se muestra en la tabla N° 16.

Tabla N° 18. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la tolva. Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL ACARREADO DEL FRENTE A LA TOLVA							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	85%	30 Km/h	13 min	1.181,40	1	25.990,80	13.775,12

Tabla N° 19. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual a la pre-tolva.
Fuente: Elaboración propia.

MATERIL ACARREADO DEL FRENTE A LA PRE-TOLVA O PILA PULMÓN							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	85%	30 Km/h	10 min	1.581,36	1	34.789,92	18.438,66

En la tabla N° 18 y 19 muestra la producción promedio estimada de arena lavada del frente de excavación a la tolva y/o pre-tolva, para una disponibilidad de 85%, con 5 horas y media de utilización efectiva y un rendimiento del 53%, nos da una producción de 13.775,12 Toneladas y 18.438,66 toneladas al mes respectivamente.

Tabla N° 20. Comportamiento promedio en el acarreo en la producción mensual estimada. Fuente: Elaboración propia.

MATERIL ACARREADO DEL FRENTE A LA PRE-TOLVA O PILA PULMÓN							
DISTANCIA	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	VELOCIDAD PROMEDIO	TIEMPO TOTAL DE CICLO	PRODUCCIÓN CAMION POR DÍA	FLOTA DE CAMIONES	CAPACIDAD PRODUCCIÓN FLOTA Tn/Mes	PRODUCTO ARENA LAVADA REND. 53% (Tn/Mes)
1,2 Km	85%	30 Km/h	10 min	1.381,38	1	30.390,36	16.106,89

Comparando las Tabla N°18 y 19 con la tabla N° 20 en promedio mensual daría una producción estimada de 16.106,89 toneladas de arena lavada si los parámetros llegaran a los valores ideales, es decir, 85% de disponibilidad y un mínimo de horas efectivas de 5 horas y media. En otras palabras, si aumentamos el porcentaje de utilización por cada camión que se utilice, el acarreo de material a la tolva o pre-tolva se incrementaría en un 45% aproximadamente.

Para finales de septiembre se iba aplicar una medida en tiempo real con respecto a aumentar la utilización efectiva, pero se presentó una avería con la excavadora 320LC ya que se le daño unos de los pasadores que sostienen el cucharón, lo que conllevó a parar las operaciones.

5.10 PROMEDIO PRODUCCION ESTIMADA

La demanda requerida de la planta es de una capacidad instalada estimada de 170 Tn/h de material todo en uno. Tomando como parámetros los valores de la tabla N° 21, se estima una producción de 79.573,69 Tn/mes lo que serían 954.884,32 Tn/año.

Tabla N° 21. Datos operacionales. . Fuente: Formato tomado Orianna N. (2013).

Datos operacionales		
Material	Arena	
Peso unitario ton/m3	1,61	
Días/año	±251	
Meses/año	12	
Promedio de días/mes	±22	
Turnos/día	2	
Horas/turno	8	
Horas efectivas	±6,5	
Turnos/mes	±48	Toneladas
Producción/hora (m3)	±181,76	292,63
Producción/turno (m3)	±1.181,44	1.902,12

En la tabla N° 22 se observan los datos operacionales de la arenera San Joaquín y en la tabla N° 23 se representa la producción horaria tomando en cuenta: El factor de eficiencia (E) y el factor del cucharón (k) fue Tomado de Solanilla (2003).

Tabla N° 22. Producción horaria de la excavadora. Fuente. Elaboración Propia

PRODUCCIÓN HORARIA			
Peso Unitario		1,61	Tn/m3
Capacidad colmada del cucharon	ql	1,44	m3
Factor del cucharon	k	0,90	
Número de ciclos por hora	N	187	ciclos/h
Factor de eficiencia	E	0,75	
Producción por hora		181,76	m3/h
Producción por hora		292,64	Tn/h
Producción diaria requerida(Tn)		3.804,32	Tn/h
Producción anual requerida(Tn)		954.884,45	Tn/h

5.11 RECOMENDACIONES PARA SELECCIÓN DE MAQUINARIA DE CARGA Y ACARREO

Datos y resultados para la determinación de la maquinaria de carga	
Producción requerida (Tn/h)	292,64
Factor del cucharón (Solanilla (2003))	0,9
Factor de eficiencia operacional (Promedio, Solanilla, 2003)	0,75
Tiempo de ciclo en segundos (Solanilla, 2003)	34
Ciclos/hora (Solanilla, 2003)	187
Producción por ciclo (m3)	±1,44
Capacidad nominal requerida de cucharón (m3)	1,3
Número de excavadores requeridos	±1

Tabla N° 24. Selección equipo de acarreo. Fuente: Formato tomado Orianna N. (2013).

Datos y resultados para la determinación de la maquinaria de acarreo	
Capacidad de carga (Tn)	±23,61
Número de pases reales	±11
Tiempo estimado de viaje (minutos)	±12
Número de viajes/hora	±5
Producción del camión (t/h)	±155,34
Número de camiones requerido	±3

El promedio en la producción data con los parámetros ideales, es decir, con disponibilidad mecánica del 85%, con 5 horas y media de utilización efectiva, manteniendo el mismo tiempo de acarreo mostrado en las tablas 23 y 24 respectivamente, el cual me indican que para llegar a la producción requerida se necesitan por lo mínimo 1 excavadora con capacidad de cucharón 1.44 m³ para cargar el material y 3 camiones con una capacidad de 25 Tn para acarrear el material todo en uno a la tolva.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Los tiempos de acarreo de material del frente de excavación hasta la planta de beneficio mineral es de vital importancia para mantener los niveles de alimentación y producción de arena lavada, se observó que el acarreo de material del frente de

excavación al la pre-tolva fue de fue de 10 minutos, mientras que del frente de excavación a la tolva fue de 13 minutos, en otras palabras si transportamos material del frente de minas a la pre-tolva se acarrea mayora cantidad de material todo en uno pero se utilizaría mayor cantidad de maquinas, ya que se necesitaría una pala frontal para cargar el material de la pre-tolva a la tolva, habría mayores gastos operativos. Ahora bien, si el material se acarrea del frente de excavación a la tolva a pesar de tener mayores tiempos de acarreo, hay menores gastos de operaciones.

- La disponibilidad mecánica se mantuvo en un 79,31% lo que significa que está en los parámetros de lo bueno manteniendo un rango de extracción de material todo en uno de 20.000 a 23.000 Tn/mes, lo que si se tiene que mejorar es el porcentaje de utilización en los equipos usados para el acarreo de material todo uno ya que esta en un 57,50%, si este porcentaje aumenta en un 65% la extracción de material todo en uno aumentaría en términos generales en un 40% de material extraído.
- En función de la producción requerida para los equipos de acarreo $\pm 23,61$ Tn. Utilizando la ecuación numero dos (2), los equipos de carreo que se deben usar para cumplir con la producción presupuestada es de 3 camiones de capacidad 25 Tn. cada uno.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos se contaron con los datos calculados a partir de la capacidad instalada de la planta así como de los tiempos de acarreo de las operaciones

mineras realizadas en la Arenera, así como su disponibilidad mecánica y utilización efectiva.

Se pudo observar a través de esta investigación que la Cantera San Joaquín C.A. (1940-1994), contaba con una mayor cantidad de equipos para el arranque, carga y acarreo de material, contando una producción anual aproximada de 328.445,40 Tn/año aproximadamente, en comparación con la empresa CEMEX S.A.C.A (1994-2008), se estima un producción 220.445,40 Tn/año aproximadamente y Venezolana de Cementos S.A.C.A. En lo que va de año 2014 posee una producción de arena lavada de 95.303,00 Tn. en este sentido se comprende que la arenera san Joaquín cuando los dueños eran los hermanos López producían una mayor cantidad de agregados y resulta claro que contaban con un mayor cuerpo de maquinarias, de esta manera se estima que a medida que iba disminuyendo dicha disponibilidad de maquinaria se iba disminuyendo la producción y dentro de esta misma perspectiva el porcentaje de utilización de los equipos.

Los tiempos de arranque y carga dependen de la operatividad de la excavadora ya que, las condiciones de trabajo no son adecuadas, esto representa un incremento en los ciclos de acarreo, influyendo inversamente proporcional en la alimentación de la tolva o pre-tolva.

Con una utilización efectiva de 57.50% se pudo acarrear con el camión Mack modelo Granite capacidad 30 Tn una cantidad de 802,81 Toneladas al día del frente de excavación a la tolva en promedio, lo que significa que en un turno de 8 horas solo se trabajaron en promedio 4 horas, es conveniente acotar, si aplicamos una buena planificación y supervisión sistemática en las operaciones mineras de la planta y se trabajara 6 horas y media como mínimo, la producción tendría un incremento de 41.25% llegando a 1133,98 toneladas al día de material todo en uno con ese camión y al año se estima 299.370,72 toneladas y acarreando material del frente de excavación a la pre-tolva tendría un incremento del 41.29% dando un total de 1518.45 toneladas al día y al año se estima 400.870,8 toneladas.

La cantidad de camiones usados en la actualidad para el acarreo de material de mina es baja, se cuenta solo con un camión para el acarreo de material, esto influye en la poca alimentación de la tolva o pre-tolva.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

1. Para que se cumpla el plan de extracción y acarreo se recomienda 4 camiones de 25 Tn. Es decir, 3 camiones que permitan cumplir la producción requerida en condiciones normales y 1 camión que reemplace uno de los camiones en uso para su respectivo mantenimiento.
2. Se recomienda la incorporación de un segundo turno de supervisión para las operaciones de extracción y acarreo que garantice el correcto uso de estos equipos mejorando de esta manera el porcentaje de utilización.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUERREVERE, S. E. Y G. ZULOAGA, (1938). Nomenclatura de las formaciones de la parte central de la Cordillera de la Costa, Bol. Geol. y Min. (Venezuela), 2(2-4): 281-284.

- CARLOS L. JIMENO, (1995). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Madrid. Instituto Tecnológico Geominero De España.
- CATERPILLAR. (s/f). Hand Book 2000. Caterpillar
- ESCALANTE, K. (2011). Elaboración de una propuesta de explotación subterránea de carbón en la etapa de ingeniería conceptual para la Concesión Cazadero 12, ubicada en el Municipio Lobatera en el Estado Táchira. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- ESTUDIOS MINEROS DEL PERÚ S.A.C. (s/f). Manual de minería. Consultado el 29 de agosto de 2014, Ingenieros de minas, página web de: http://ingenierosdeminas.org/biblioteca_digital/libros/Manual_Mineria.pdf.
- FIDIAS, A. (2012) “El proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica”. (Edición N°6). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme. p45
- FUEYO, L. (1999). EQUIPOS DE TRITURACIÓN, MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN. EDITORIAL ROCAS Y MINERALES.
- GARRIDO, M. (2012) “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”. Trabajo especial de grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Venezuela, Caracas.
- GIL, C. (1994). “INFORME DE AVALUO”. Cantera San Joaquín C.A.
- Gobierno Bolivariano de Venezuela, Corporación Socialista de Cemento, Venezolana de cementos SACA, SOLICITUD DE RENOVACIÓN, AUTORIZACIÓN PARA AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ARENERA SAN JOAQUÍN. PERIODO 2008-2010.

- Gobierno Bolivariano de Venezuela, Corporación Socialista de Cemento, Venezolana de cementos SACA, SOLICITUD DE RENOVACIÓN, AUTORIZACIÓN PARA AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES ARENERA SAN JOAQUÍN. PERIODO 2011-2014.
- GOBIERNO BOLIVARIANO DE VENEZUELA, CORPORACIÓN SOCIALISTA DE CEMENTO, VENEZOLANA DE CEMENTOS SACA, Solicitud de Renovación, Permiso Especial de Explotación. Arenera San Joaquín. Periodo 2009.
- GÓMEZ, M. (s/f). `` Modelo de Optimización en Planificación Minera a Cielo Abierto``. Instituto de ingenieros de minas del Perú.
- HERRERA H., J. (2006). Método de minería a cielo abierto. Madrid: Editado por la Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas. 119p.
- http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/motor-graders/m-series-motor-graders.html [consultado 22 de agosto de 2014]
- <http://www.liebherr.com/es/deu/inicio/p%c3%a1gina-de-inicio.html> [consultado 25 de agosto de 2014]
- <http://www.pdvsa.com/lexico/l66w.htm> [consultado 25 de agosto de 2014]
- NAVAS, J. (2012) “Diagnóstico de las condiciones físicas de los equipos que

operan en las actividades mineras a cielo abierto en el estado Bolívar en el año 2011”. Trabajo especial de grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Venezuela, Caracas.

- KELLY, E. G. y SPOTTISWOOD, D.J. (1990) "Introducción al Procesamiento de Minerales" LIMUSA México.
- LASSUS, M. C. (2010). "ESTUDIO DEL CÁLCULO DE FLOTA DE CAMIONES PARA UNA OPERACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO" Trabajo especial de grado. Inédito. Pontificia Universidad católica del Perú facultad de Ciencias e Ingeniería. Perú.
- MANUAL DE ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE EN MINERÍA A CIELO ABIERTO. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- NIEVES, O. (2013). "Elaboración de una propuesta para la explotación a Cielo Abierto de charnockita, en la etapa de Ingeniería conceptual, Cerro la Danta-sector cambalache Estado Bolívar". Trabajo especial de grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Venezuela, Caracas.
- PALELLA, S. (2006) "Metodología de la investigación cuantitativa". Edición N° 2. Caracas, Venezuela. Editorial FEDUPEL. p96.
- PELAEZ, E. (1981). PREPARACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MENAS. UCV.
- SOLANILLA, B., JORGE. (2003). Gerencia de equipos para obras civiles y minería. Bogotá. Editorial: Precolombi–David Reyes.363p.

- TAGGART, A.F. (1945) Handbook of Mineral Dressing, John Wiley and Sons, New York.
- Tamayo, M. (2009) “El proyecto de la investigación científica”. Edición N° 5. México. Editorial LIMUSA. p114.
- VILLANUEVA, A (2003). Guía de diseño de minas a Cielo Abierto de la cátedra Laboreo a Cielo Abierto. Universidad Central de Venezuela.
- WEHRMANN, M., (1972). Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar. IV Cong. Geol. Venez., Caracas, 4: 2093-2121.

APENDICE

MATERIAL	FACTOR DE LLENADO (% de la capacidad colmada)
Suelo natural arcilloso, arcilla arenosa, tierra suave	100 – 120
Tierra seca, tierra arenosa	95 – 110
Suelo natural arenoso con grava, arcilla dura y compacta	80 – 90
Roca bien fragmentada por voladura	60 – 75
Roca mal fragmentada por voladura	40 – 50

Tabla N° 26. Factor de eficiencia. Tomado de Solanilla (2003)

CONDICIONES DE OPERACIÓN	EFICIENCIA DEL TRABAJO
BUENAS	0.83
PROMEDIO	0.75
MODERADA	0.67
DEFICIENTE	0.58

GLOSARIO

Los términos y definiciones utilizados en las operaciones mineras de Venezolana de Cementos S.A.C.A. Arenera San Joaquín; se definen a continuación:

Acarreo: Acción de transportar material hacia un lugar determinado.

Agregados: Son materia prima de amplio uso en el ramo de las construcciones. Se usan solos o combinados con aditivos para formar concretos pre - mezclados.

Capa vegetal: Capa superficial de suelo orgánico que cubre los terrenos provistos de vegetación.

Coluvial: Son depósitos de materiales sedimentados transportados por gravedad y acción hidráulica. Son productos derivados de la acción del intemperismo físico, su origen es local, producto de la alteración *in situ* de las rocas y posterior transporte como derrubios de ladera o depósitos cercanos. Una de sus características notables es la de fragmentos angulares y con presencia de elementos arcillosos, arenas, y pizarras.

Escorrentía: es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo.

El suelo: Es roca en descomposición, ya sea por trituración hasta pulverización por erosión y meteorización. Este material presenta numerosas formas de acuerdo a los procesos geológicos que haya soportado durante su existencia. Es así como se tienen suelos muy duros, como las rocas ígneas sanas, hasta lodos de partículas muy finas saturados de agua, de consistencia prácticamente líquida. Los suelos originalmente provienen de diferentes tipos de rocas, con distintas composiciones químicas y orígenes, las cuales por los procesos de presión, temperatura y erosión se van transformando y descomponiendo en partículas más o menos pequeñas y de bajas resistencias.

Freático (nivel).- Ver nivel freático. Dícese de la capa, manto o roca que contiene agua subterránea y que generalmente puede ser extraída mediante pozos.

Talud: Inclinação cara frontal del banco con paramentos definidos.

Tolva: Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros.

Pre-tolva: Pila de material todo en uno acarreado, que se coloca a una distancia menor a 50m de la tolva.