

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

**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES INTERNOS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN  
DE LA CANTERAS UNIDAS SAN ESTEBAN MEDIANTE UN DIAGNOSTICO  
OPERACIONAL.**

INFORME PRESENTADO ANTE LA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA POR: **Br.**  
**Hernández G. José. G.**  
PARA OPTAR POR LA ASIGNATURA:  
MINERÍA DE CAMPO (3230)

Caracas, Marzo 2017

## **MINERÍA DE CAMPO**

### **EVALUACIÓN DE LOS FACTORES INTERNOS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA CANTERAS UNIDAS SAN ESTEBAN MEDIANTE UN DIAGNOSTICO OPERACIONAL.**

**TUTORA ACADÉMICA: Sasha Cazal**

Caracas, Marzo 2017

# **EVALUACIÓN DE LOS FACTORES INTERNOS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LA CANTERAS UNIDAS SAN ESTEBAN MEDIANTE UN DIAGNOSTICO OPERACIONAL.**

**Br. José G. Hernández G.**

**Tutora académica: Ing. Sasha Cazal**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de tiene por objeto, evaluar los factores internos que afectan la producción de canteras unidas San Esteban mediante un diagnostico operacional, en la que se evalúa la producción anual de los últimos 5 años además de estudiar las características de los equipos de carga y acarreo asimismo la capacidad de las distintas plantas instaladas de beneficio mineral.

La recolección de datos se realizó directamente en la cantera con el propósito de buscar el porqué de los hechos mediante la relación causa – efecto sin manipular las variables motivo a que se perdería el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

Desde el 2010 hasta el 2015 se promedia una producción anual de 45.325m<sup>3</sup> de ahí que ambas plantas trabajaron aproximadamente al 10% de su capacidad instalada por otra parte se planificó para el 2016 un aumento del 65% pero los resultados reflejan todo lo contrario una disminución del 85,2% referente al promedio de producción que viene teniendo la empresa.

La producción ha sido afectada por la falta de material, inapropiada combinación de equipos, grandes tiempos de ciclos, considerables cantidades de tiempos perdidos en reparación, escaso abastecimiento de las plantas. Los factores antes mencionados son atribuibles a carencias en planificación minera y de mantenimiento.

*Palabras claves:* producción, mantenimiento, carga, acarreo, capacidad, vías.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios sobre todas las cosas.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela, por brindarme la formación académica.

A mis padres Sixto Hernández y Mirtha Gutiérrez, mis hermanos Sixto Hernández y Edgar Hernández, mis abuelos, mis primos, mis tíos y a todos aquellos familiares que me apoyaron durante la realización de esta investigación.

A mi novia Fernanda Gracia que ha sido pilar fundamental en mi carrera, que con su apoyo constante y su amor incondicional ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría y consejo en todo momento.

A mis hermanos de estudios Arturo Bolívar, Rony Ozuna y Juan Marín, quienes han sido personas importantes a lo largo de la carrera.

A la profesora Sasha Cazal por ofrecerme su apoyo y valioso tiempo.

A todo el personal de Canteras Unidas San Esteban C.A. por su interés y colaboración.

# Índice

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....  | <b>6</b>  |
| 1. Generalidades de la empresa.....  | <b>6</b>  |
| 1.1 Ubicación y Acceso.....  | <b>6</b>  |
| 1.2 Reseña Histórica.....  | <b>7</b>  |
| 1.3 Visión.....  | <b>7</b>  |
| 1.4 Misión.....  | <b>7</b>  |
| 1.6 Objetivos.....   | <b>8</b>  |
| 1.7 Organigrama.....   | <b>8</b>  |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....   | <b>9</b>  |
| 2 El Problema.....   | <b>9</b>  |
| 2.1 Planteamiento del problema.....  | <b>9</b>  |
| 2.2 Objetivo General.....  | <b>10</b> |
| 2.3 Objetivo Específicos.....  | <b>10</b> |
| 2.4 Justificación de la investigación.....   | <b>10</b> |
| 2.5 Alcances y limitaciones.....   | <b>11</b> |
| <b>CAPÍTULO III</b> .....  | <b>12</b> |
| 3 Marco teórico.....   | <b>12</b> |
| 3.1 Antecedentes de la investigación.....  | <b>12</b> |
| 3.2 Aspectos físico naturales de la cantera.....   | <b>13</b> |
| 3.3 Conceptos básicos.....   | <b>17</b> |
| <b>CAPÍTULO IV</b> .....   | <b>27</b> |
| 4 Marco metodológico.....  | <b>27</b> |
| 4.1 Tipo de la investigación.....  | <b>27</b> |
| 4.2 Diseño de la investigación.....  | <b>27</b> |
| 4.3 Población y muestra.....   | <b>27</b> |
| 4.4 Procedimiento experimental.....  | <b>29</b> |
| <b>CAPÍTULO V</b> .....  | <b>30</b> |
| 5 Resultados y análisis.....   | <b>30</b> |
| 5.1 Procesos productivos y de operaciones mineras.....                                     | <b>30</b> |
| 5.2 Características de los equipos de carga y acarreo.....                                 | <b>32</b> |
| 5.3 Determinación de las capacidades operativas de las distintas plantas de beneficio..... | <b>34</b> |
| 5.4 Productividad anual.....   | <b>35</b> |
| 5.5 Vialidad interna de la cantera.....  | <b>37</b> |
| 5.6 Análisis del Diagnostico.....  | <b>38</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | <b>40</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....   | <b>41</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | <b>42</b> |

## **Introducción**

Muchas veces se piensa que la disminución en la producción se debe a fallas de mercado. Este no es el caso de la empresa Canteras Unidas San Esteban (CUSECA). En ella se ha descubierto que el principal problema se debe a dificultades en los procesos operativos. Escollo que debe su principal motivo a que el personal dirigente del sistema toma sus decisiones basado en la experiencia. Esta circunstancia abarca todo lo referente con actividades, tareas y labores que se desarrollan en la empresa. Viendo esto se planteó el siguiente objetivo. Evaluar los factores internos que afectan la producción de la empresa CUSECA mediante un diagnóstico operacional. Este a grandes rasgos representó los fines del trabajo. Luego se dio a la tarea de ir hacia lo más específicos de esta meta. Así es como: 1) Se identificaron los procesos productivos y de operaciones unitarias. 2) Se estudiaron las características de los equipos de carga y acarreo. 3) Se determinó la capacidad operativa de las distintas plantas instaladas de beneficio mineral mediante las características de los equipos mineros. 4) Se comparó la productividad actual con las anuales de los últimos cinco años de la cantera. 5) Se analizó cómo influye la vialidad interna en la productividad de la cantera. 6) Se evaluó el diagnóstico operacional realizado para un potencial aumento en la producción de la empresa. Todos los cuales correspondían con los objetivos específicos de proyecto.

El trabajo se realizó en ocho semanas, en el periodo comprendido entre 01 agosto de 2016 hasta el 23 de septiembre del mismo año. Su lugar de realización fue en Puerto Cabello específicamente en la empresa CUSECA. Para empezar, la investigación se inició bajo las siguientes condiciones. Primero todo lo concerniente al suministro de datos e información fue realizado en forma transparente. Segundo hubo un enfoque inicial y de apertura frente al problema. Tercero la participación del investigador en el entorno fue notable. Cuarto se realizó la recolección de datos directamente en la cantera con el propósito de buscar el porqué de los hechos mediante la relación causa – efecto sin manipular las variables motivo a que se perdería el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta. Y por último dentro del marco interpretativo se tomaron en cuenta todas las variables que estaban afectando el proceso productivo

# CAPÍTULO I

## 1. Generalidades de la empresa

El presente capítulo tiene como propósito dar a conocer información referente a la empresa, ubicación y accesibilidad. Una breve reseña histórica, misión, visión, objetivos y la estructura organizativa de la misma

### 1.2 Ubicación y Acceso

El área de estudio Canteras Unidas San Esteban, C.A. Se encuentra ubicada en el sector El Rincón, Parroquia Bartolomé Salóm del municipio Puerto Cabello, estado Carabobo. Es accesible mediante la utilización de la autopista “Sorpresa - Muelles”. Luego, la vía de acceso de la autopista hacia el Mercado de “Las Tejerías” vía “Fortín Solano”. Comunicándose con la carretera “Puerto Cabello – San Esteban Pueblo”.



**Imagen N° 1.** Zona ampliada del área de estudio. **Fuente.** Google Earth

### **1.3 Reseña Histórica**

Compañía Anónima venezolana de granitos asociados, C.A. (VENEGRAS), actualmente GRAPOCA, fábrica de Granitos grano de oro e industrias explotadores nacionales, C.A. (IENCA) formaron en 1978 una compañía anónima la cual denominaron Canteras Unidas San Esteban C.A. (CUSECA) con el objetivo de extraer rocas para la construcción.

Debido a las características de este yacimiento entre las cuales resaltan el alto contenido de magnesio, carbonatos 96% y bajo contenido en sílice 3%, hace que el mineral extraído sea una materia prima de excelente calidad para la elaboración de productos en la industria de la construcción, siderúrgica, agricultura, plástico, farmacéutica, pinturas y vidrio, entre otras.

La producción del yacimiento va dirigido principalmente a satisfacer los requerimientos de las procesadoras de granito ubicadas en la zona de Puerto Cabello, complementariamente se surte en forma parcial los requerimientos locales como material de construcción (relleno, gaviones, arena, piedra picada, entre otros), plantas de agregados, planta de asfaltos, industria del pego, y ornamental.

El producto mineral se vende de manera directa, con el beneficio único de la transformación física (granulométrica).

### **1.4 Visión**

Canteras Unidas San Esteban es una empresa que opera con eficiencia bajo el criterio de desarrollo sustentable respetando la diversidad cultural de las comunidades así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana en convivencia pacífica y en armonía con la naturaleza.

### **1.5 Misión**

Producir agregados para la construcción de procedencia mineral de excelente calidad sustentando el equilibrio ecológico y además garantizando mantener las operaciones con eficiencia,



seguridad, responsabilidad ambiental y social. Ofreciendo oportunidades de desarrollo para nuestros trabajadores y comunidades adyacentes.

## 1.6 Objetivos

- Mantener un continuo alto nivel de satisfacción de los clientes.
- Crear un ambiente de trabajo que reduzca alteraciones que afecten el impacto del medio ambiente dentro y fuera de nuestras instalaciones.
- Uso de los recursos disponibles a un costo que represente valor para el cliente y sea rentable para la empresa.
- Propiciar un plan de mantenimiento de los equipos, maquinarias y estructuras físicas de nuestras instalaciones para crear un ambiente laboral agradable y funcional de la organización.

## 1.7 Organigrama

La empresa Canteras Unidas San Esteban posee, un organigrama cuya estructura se muestra a continuación en la figura N° 1.

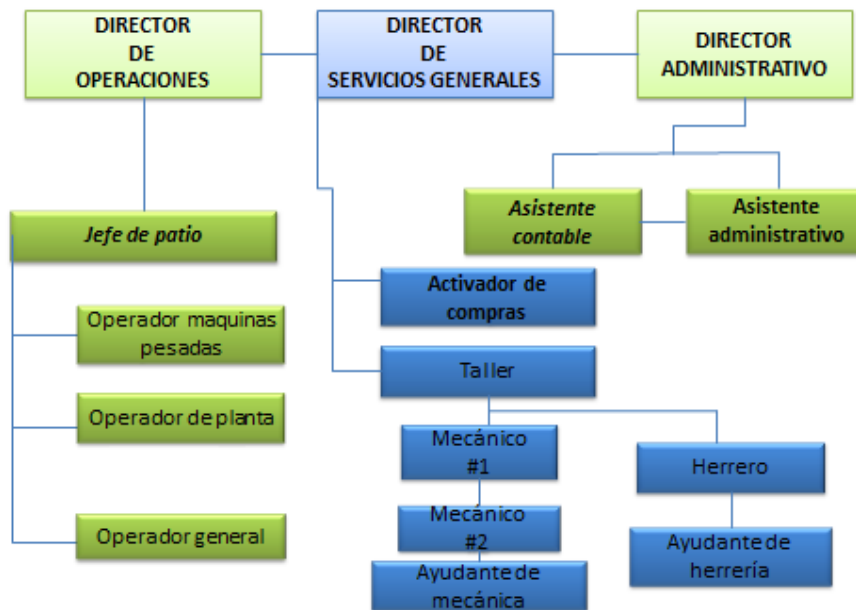


Figura N° 1. Organigrama de la empresa. Fuente: Propio, 2016

## **CAPÍTULO II**

### **2. El 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, los objetivos generales y específicos. Asimismo, también se tiene la justificación y los alcances del trabajo realizado.

#### **2.1 Planteamiento del problema**

La empresa Canteras Unidas San Esteban, ha venido extrayendo dolomitas y calizas desde aproximadamente 50 años. Actualmente, la producción de la empresa ha disminuido, debido principalmente al déficit de explosivos para la extracción del material. A esto hay que añadirle, la gran depreciación operativa de la maquinaria. Las plantas de beneficio mineral se mantienen detenidas por largos intervalos de tiempo, cerca de 50% de las horas del turno, según lo observado durante la minería de campo y la información suministrada por los operadores. Existen otras causas que afectan la producción pero que se desconocen debido a que no se realiza un estudio previo de los elementos que afectan la operatividad del sistema.

La producción del yacimiento va dirigido principalmente a satisfacer los requerimientos de las procesadoras de granito ubicadas en la zona de Puerto Cabello, complementariamente se surte en forma parcial los requerimientos locales como material de construcción (relleno, gaviones, arena, piedra picada, entre otros), plantas de agregados, planta de asfaltos, industria del pego, y ornamental. En efecto y de forma directa todos los clientes se encuentran siendo afectados por la disminución en la producción de la empresa.

Entonces, en consideración con lo antes expuesto, la empresa demanda un aumento en su producción tan pronto como sea posible, de forma que requiere una serie de datos que pueda aprovechar para identificar los factores internos que afectan la producción, en cuyos resultados se acotan los objetivos del presente trabajo. Por ende, la actual

investigación tiene como finalidad desarrollar múltiples recomendaciones para aumentar la producción de la empresa con la intención de satisfacer a todos sus clientes, aumentar los ingresos de la compañía, mejorar el plan de responsabilidad social empresarial fundamentado en relación continua con los consejos comunales y generar mayor cantidad de empleos directos e indirectos.

Sobre las bases de las ideas expuestas se plantea evaluar la producción de la cantera mediante un diagnóstico operacional para lograr identificar los factores que afectan la producción.

## **2.2 Objetivo general**

Evaluar los factores internos que afectan la producción de la empresa Canteras Unidas San Estaban mediante un diagnóstico operacional

## **2.3 Objetivos específicos**

- Identificar los procesos productivos y de operaciones unitaria.
- Estudiar las características de los equipos de carga y acarreo.
- Determinar la capacidad operativa de las distintas plantas instaladas de beneficio mineral mediante las características de los equipos de transporte.
- Comparar la productividad actual con las anuales de los últimos cinco años de la cantera.
- Analizar cómo influye la vialidad interna en la productividad de la cantera.
- Evaluar el diagnóstico operacional realizado para un potencial aumento en la producción de la empresa.

## **2.4 Justificación de la Investigación**

Una de las necesidades más apremiante de cualquier empresa es mantener en alto su producción debida que es la base esencial para seguir adelante.

La producción es directamente proporcional a la oferta, una disminución conllevaría a una baja en los ingresos de la compañía además se verían afectados los empleados por un posible despido y desataría un inconveniente en toda la cadena de agregados para la construcción. Todo lo anterior permite realizar un estudio urgente que diagnostique la existencia de los factores que están afectando la producción, a fin de dar solución que pueden ser puestas en práctica para promover el aumento.

El interés de la presente investigación, se centra en la importancia que tiene el diagnóstico operacional para la cantera en caso más específico; obtener el deseado crecimiento de la producción que no solo podría beneficiar a la empresa sino que también a toda la comunidad de San Esteban pueblo y Valle Verde a través de empleos directos e indirectos.

## **2.5 Alcances y limitaciones**

Mediante la selección de los datos geológicos y técnicos en campo se identificaron los factores que afectan la producción en la cantera CUSECA, los aspectos puntuales de la investigación están referidos a la producción con la finalidad de establecer unas recomendaciones que ayuden al crecimiento de la producción.

Las principales limitaciones son de carácter operativo, muchos de los equipos se encuentran en el taller mecánico y es imposible tomar datos acerca de los tiempos de ciclos, las plantas a pesar de estar disponibles no están operando constantemente lo cual dificulta la posibilidad de calcular su productividad diaria.

## CAPÍTULO III

### 3. Marco teórico

En el siguiente capítulo se presenta el conjunto de ideas, conceptos, antecedentes y teorías que sustentan la investigación y permiten comprender la perspectiva o enfoque principal del mismo.

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

- 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.

**Resumen:** Se plantea establecer una estrategia a través de un censo que permitirá obtener una metodología para la recopilación y procesamiento de datos de condiciones de los equipos utilizados en minería a cielo abierto en los estados Vargas, Miranda y Distrito Capital.

- Gavidia, W. y Pimentel, R. (2015) Diagnóstico de las plantas de agregados de la cantera carayaca para conocer las especificaciones técnicas y de producción. período julio – septiembre de 2014.

**Resumen:** La empresa cuenta con dos plantas de beneficio mineral, cuya capacidad de tratamiento es de 200t/h para la planta 1 y 300t/h para la planta 2. Para el mes de julio del 2014 se determinaron las especificaciones técnicas y de producción de ambas plantas, señalando las particularidades de cada equipo y del material que en ellas se beneficia.

- Sánchez, N. (2014) Diagnóstico de la situación operante presente y futura de la cantera La Marapeña propia de la empresa Demivargas. edo- Vargas.

**Resumen:** La empresa Demivargas, específicamente la planificación Minera, donde se encuentra adscrita la cantera socialista “La Marapeña”, no posee planificación alguna ni de explotación mucho menos de producción. Al no poseer alguna planificación no tiene ninguna meta, al llegar a un diagnóstico de la situación operante presente y futura de la cantera La Marapeña propia de la empresa Demivargas, las nuevas oportunidades de producción futura en la cantera lo cual hace que los trabajadores sean más proactivos.

- Méndez, Y. (2015) Diagnóstico de los factores que afectan la producción en los equipos de la empresa cantera O'REY C.A. para el periodo julio-agosto 2014.

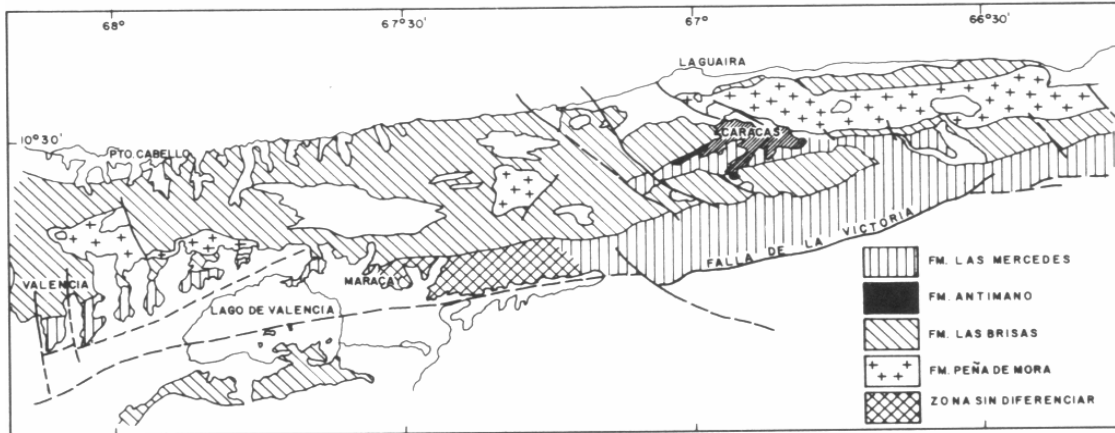
**Resumen:** La empresa minera Cantera O'Rey C.A, consta de una explotación a cielo abierto y una planta que produce agregados para la construcción, en la cual se presentan varios inconvenientes que afectan la producción de los equipos ya que permanecen detenidos largos intervalos de tiempo, y ello repercute directamente en la producción de la empresa.

## **3.2 Aspectos físicos naturales de la cantera**

### **3.2.1 Geología regional**

El estado Carabobo cuenta con una geología compleja y heterogénea debido al emplazamiento geotectónico al cual pertenece la región; muestra estructuras como anticlinales, sinclinales, y fallas, que le confieren aproximadamente un 75% a todo lo largo de su territorio condiciones de un relieve montañoso propio de la Cordillera de la Costa.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la denominada Serranía del Litoral de la Cordillera de la Costa; estratigráficamente los depósitos minerales pertenecen a la secuencia de la Formación Las Brisas (ver imagen N°2).



**Imagen N°2 tomada de:** Estudio geotécnico de la cantera CUSECA

### **3.2.1.1 Formación las Brisas**

La Formación Las Brisas ha sido definida como una secuencia de sedimentos metamorfizados que afloran en la región de Caracas. La localidad tipo se encuentra en el sitio llamado Las Brisas unos cuatro kilómetros al sur de El Valle, en la carretera al dique de La Mariposa. Los afloramientos de esta unidad fueron extendidos (Urbani 1972 y Aguije 1972) hacia el este entre Guatire y Cabo Codera. Hacia el oeste Wehrmann (1972), extendió la unidad hacia la Colonia Tovar; Rodríguez (1972) y Morgan (1969) la reconocen en la región de Choróní y Puerto Cabello, respectivamente. González (1972) la extiende hacia la zona de Bejuma – Urama – El Palito.

La Formación Las Brisas consiste principalmente de esquistos y gneises cuarzo – feldespáticos – micáceos, esquistos cuarzo sericíticos grafitosos con lentes, bloques y bandas de mármoles oscuros. Generalmente se encuentran capas de gneis microclínico – calcáreo asociados con los cuerpos calcáreos.

Los horizontes de rocas calcáreas que se encuentran en la Formación Las Brisas, han sido denominados “Fase Zenda”. Estas rocas difieren en composición de los mármoles de Antimano. Los cuerpos calcáreos de la Formación Las Brisas son dolomíticos; hacia la zona de Puerto Cabello se encuentran horizontes de mármoles dolomíticos.

La Formación Las Brisas descansa en contacto discordante sobre el Complejo Basal de Sebastopol y se encuentra en contacto transicional con las formaciones suprayacentes Antímamo y Las Mercedes; se considera de edad Jurásico Tardío por el descubrimiento de varios ejemplares de *Exogira* sp. aff., *E. virgula* (Defrance), molusco pelecípodo característico de este período.

### 3.2.2 Geología Local

Los mármoles dolomíticos encontrados en la Canteras Unidas San Esteban (CUSECA), se presentan intercalados con lentes de esquistos cuarzo moscovíticos cloríticos granatíferos, los paquetes de dolomitas pueden alcanzar hasta 100 m de espesor; existen tres capas, dos de 60 m y otra de 100 m aproximadamente (No verificado). Los esquistos son de color marrón verdoso, meteorizados resalta la moscovita en cantidades apreciable, poseen una condición física de Roca Meteorizada medianamente dura fracturada, en el medio de estos materiales se encuentran los paquetes de dolomita de color blanco y grises de tonalidades varias.

En campo se puede observar que la veta presenta una serie de secuencias con un buzamiento promedio de 60° en relación a la horizontal, cuyas características se indican a continuación:

- Secuencia gruesa de esquistos micáceos intercalados con esquistos anfibolíticos y abundantes vetas de cuarzo.
- Secuencia carbonatada, formada por calizas esquistosas grises macizas, esquistos cuarcíticos, cuarcita blanca.
- Secuencia carbonatada, formada por una gruesa capa de caliza dolomítica cristalizada maciza, constituyendo una excelente zona de explotación comercial con espesor promedio de 18 m, con una composición química de 98% de carbonato de calcio y magnesio.
- Una segunda zona esquistosa, compuesta por una variedad de capas de poco espesor de esquistos verdes, cuarcita y caliza muy gris.



### **3.2.3 Geología Estructural**

La zona se emplaza al norte de la falla de La Victoria donde se levanta la Sierra de Santa María con dirección noreste y más al noreste la Serranía de Taría – Urama – Puerto Cabello, en la cual el grado de la Cordillera toma su dirección prevalente oeste – este, como consecuencia del cambio de rumbo de fallas y pliegues. Resalta la ubicación hacia el oeste de la cantera del sistema de fallas del Tocuyo y San Felipe, lo que permite inferir la complejidad estructural de la zona.

Los aspectos regionales que son relevantes para entender la geología local son los siguientes: primero debemos citar la cercanía que tiene la mina con la zona de contacto entre la placa oceánica y continental, ubicándose geomorfológicamente en el pie de monte de la vertiente norte de la cordillera de la costa. La mayor de las estructuras presente es un monoclinal con rumbo y buzamiento N70°E-46°N, paralelo a la línea de la costa del Mar Caribe.

El segundo aspecto importante son dos sistemas de fracturas ortogonales a) N48°W-80°S y N32°E80°S b) N53°E-35°S y N75°W-20°N que han propiciado fallas y pequeños movimientos no relevantes, dentro del área de explotación minera.

### **3.2.4 Geomorfología**

El área de ocupación del proyecto se emplaza en la Vertiente Norte de la Serranía del Litoral de la Cordillera de La Costa, presenta tres geoformas, una caracterizada por relieve inclinado de ablación, correspondiente a la vertiente baja de la montaña, comprendido entre las cotas 20 y 295, con una pendiente promedio de 40%, que converge de manera decreciente hacia un área plana de terrazas de origen sedimentario con una pendiente inferior al 20%, enmarcada entre las cotas 20 y 40, esta área plana presenta un relieve modificado debido a la existencia del frente de extracción y patios de almacenamientos; finalmente se ubican en pequeña extensión de valle, correspondiente a las planicie de inundación del Río San Esteban y de la Quebrada la Santa Tecla.

### **3.2.5 Hidrografía**

Hidrográficamente el área de ocupación del proyecto se ubica en la Cuenca Baja del Río San Esteban, específicamente en la margen izquierda del cauce principal, el cual presenta un régimen

permanente, para el caso del Frente de Extracción I; y a la margen derecha de la Qda. Santa Tecla de régimen intermitente para el Frente de Extracción II. Los cauces de los drenajes tributarios adyacentes al área de operación, presentan un régimen intermitente.

### **3.2.6 Climatología**

Según la clasificación climática de Zonas de Vida de Holdridge, el área de ocupación de la extracción se cataloga como Provincia de Bosque Húmedo Tropical en transición a Bosque Seco Tropical, caracterizado por presentar una precipitación media anual ubicada entre los 500 y 1.000 mm., una biotemperatura superior a los 24 °C, con una provincia de humedad “Humeda”, de régimen bimodal con concentraciones altas de precipitación en los meses de Julio y Noviembre y bajas en los meses de Febrero y Marzo.

## **3.3 Conceptos 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. 27

Las canteras pueden subdividirse en dos grandes grupos: el primero, donde se desea obtener un todo-uno fragmentado (ver imagen N°3), apto para alimentar a la planta de tratamiento y obtener un producto destinado a la construcción, en forma de áridos, o para la fabricación de cemento; el segundo, dedicado a la explotación de rocas ornamentales, que se basa en la extracción cuidadosa de grandes bloques paralelepípedicos que posteriormente se cortaran y procesaran en delgadas laminas. La altura de los bancos va a depender del alcance de los equipos de excavación, así como de las condiciones geotécnicas de los materiales que lo conforman. La profundidad a la cual se va a llegar en el total de la excavación, va a depender de las características del yacimiento y de los costos de producción. La explotación puede llevarse simultáneamente en varios bancos, siempre y cuando, las labores en el banco superior se lleven con avance suficiente para no interferir con las labores del banco inferior. Entre los bancos se establecen rampas que sirven como vías de acarreo a los camiones de producción y acceso para los vehículos de servicios.



**Imagen N°3** Cantera de Dolomitas y Calizas. **Fuente:** Propia, 2016

### **3.3.2 Extracción 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:

- Arranque
- Carga
- Transporte

Según 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 que 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 CUSECA se realizan las Operaciones Unitarias en el siguiente orden:

Arranque → Carga → Acarreo

### **3.3.2.2 Equipos de Arranque, Carga y Acarreo**

#### **3.3.2.2.1 Arranque**

La operación de arranque se realiza de dos maneras: con máquinas ó con explosivos. El primer método sólo es rentable 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. Por ejemplo: mármol, calizas, serpentinitas entre otras.

En minería a cielo abierto los equipos más utilizados son:

- Dragalina
- Retroexcavadoras
- Pala frontal

En el caso de CUSECA, el arranque del material se realiza mediante el método indirecto: perforación y voladura de rocas.

### **3.3.2.2.2 Carga**

Existen diferentes tipos de equipos de carga que se adecuan a los diversos sistemas de excavación que pueden presentarse en el proceso de minería. Se hace necesario conocer características y aplicaciones de los equipos, así como también las técnicas de operación. En Cantera CUSECA existen para este proceso dos excavadoras sobre orugas en la imagen N°4 se muestra el modelo Cat-320 y dos cargadores frontales que uno de ellos se puede observar en la imagen N°5; el material lo descargan en un camión para ser llevado a la planta de trituración.



**Imagen N°4** Excavadora Cat-320. Fuente: Propia, 2016



**Imagen N°5** Cargador Frontal Cat-988. Fuente: Propia, 2016

### **3.3.2.2.3 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 CUSECA, el transporte se realiza de manera discontinua utilizando un camión Roquero Cat-769 que se encarga de trasladar el material proveniente del frente de explotación a la planta de beneficio mineral. Cabe destacar, que para el periodo de minería de campo el acarreo se realizaba con un camión Ford 350 (ver imagen N°6)



**Imagen N°6** Ford-350. Fuente: Propia, 2016

### 3.3.3 Configuración de una pista de transporte

#### 3.3.3.1 La zanja

Se construye con el fin de canalizar las aguas de drenaje. Pueden tener dimensiones: ancho 1 m y profundidad 50 cm.

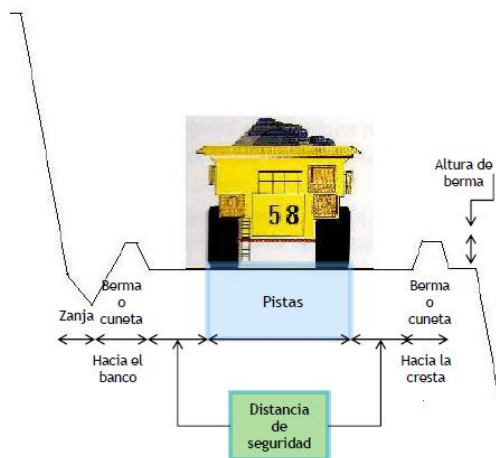
#### 3.3.3.2 Las cunetas

Se construyen para contener a los vehículos en caso de emergencia; esa es la razón que la cuneta o berma que está en la cresta del talud es más alta. La altura de ésta es generalmente la mitad del diámetro de las ruedas de los camiones que transitan por el camino.

#### 3.3.3.3 Distancia de seguridad

Es la distancia entre la pista y las cunetas o bermas, en el caso de una sola vía, y entre dos camiones, en el caso de doble vía. Considera el efecto visual que se produce al conducir un equipo de gran altura.

**Imagen N°7** configuración de una pista de transporte



**Fuente:** criterios para el diseño de minas a cielo abierto



### 3.3.4 Proceso de trituración y clasificación

El objeto de la trituración es reducir, por acción mecánica externa y, a veces, interna, un sólido de volumen dado en elementos de volumen más pequeños. Se reduce una materia mineral determinada con una distribución de tamaño distinta. La clasificada por dimensiones proporciona la obtención de partículas de igual forma que en función del tipo de material y el mecanismo de trituración puede variar el porcentaje en volumen de tamaños obtenidos.

Según Peláez (1981), la operación de trituración o fragmentación consiste en disminuir de tamaño las zafras (todo uno de alimentación) que recibe el equipo de trituración primaria, a un tamaño acorde con el sistema de concentración o clasificación que ha de emplearse.

El proceso de trituración consta de diversas etapas o fases cuyos objetivos son, en general, obtener un material con unas dimensiones determinadas. Dichas etapas son:

- **Trituración primaria:** la trituración primaria según Peláez (1981), 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 llegó a la mina se ha reducido hasta un tamaño máximo comprendido entre 200mm (8") y 100mm (4").
- **Trituración secundaria:** de acuerdo a Peláez (1981), 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").
- **Cribado:** el objeto del cribado según Peláez (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

### 3.3.5 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):

#### 3.3.5.1 Disponibilidad Mecánica

Disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por reparación, y se obtiene mediante la siguiente ecuación:  $D_m = TO / (TO + TR)$  (Ecuación 1)

#### 3.3.5.2 Disponibilidad Física

Es la disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por otras causas (diferentes a las de origen mecánico)  $D_f = (TO + TD) / TT$  (Ecuación 2)

#### 3.3.5.3 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.  $U_d = TO / (TO + TD)$  (Ecuación 3)

#### 3.3.5.4 Uso Efectivo

Es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.  
 $U_e = TO / TT$  (Ecuación 4)

#### 3.3.5.5 Definición de los Tiempos

- **Tiempo Operacional, TO:** Está definido como el tiempo que una cuadrilla u operador es asignado a un equipo y la máquina está 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.
- **Tiempo Total:** Es la suma de TO, TR y TD; También se conoce como horas de presencia.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. Marco metodológico**

En el capítulo que a continuación se presenta, se enfocan los aspectos relativos a la metodología que se empleó para realizar el presente estudio: el diseño y tipo de investigación, población y muestra, se describen las técnicas e instrumentos de recolección de los datos, los procedimientos que se emplearon para darle validez y confiabilidad a fin de procesar y analizar los resultados.

#### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación desarrollada es de tipo no experimental, debido a que no hay manipulación de variables. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real por tanto no se construye una situación específica si no que se observan las que existen.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es de campo explicativa, debido a que se realiza la recolección de datos directamente en la cantera con el propósito de buscar el porqué de los hechos mediante la relación causa – efecto sin manipular las variables motivo a que se perdería el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

#### **4.3 Población y muestra**

Una vez definido el tipo y diseño de la investigación, se describe a continuación la población o universo objeto de este estudio. Según lo señala Balestrini (1997), por población se entiende como conjunto finito o infinito de personas, cosas o elementos que presentan características comunes y para el cual serán validadas las conclusiones obtenidas en la investigación, es decir, la población está constituida por el conjunto de entes en los

cuales se va a estudiar el evento, y que además comparten características comunes. Mientras que la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno en específico.

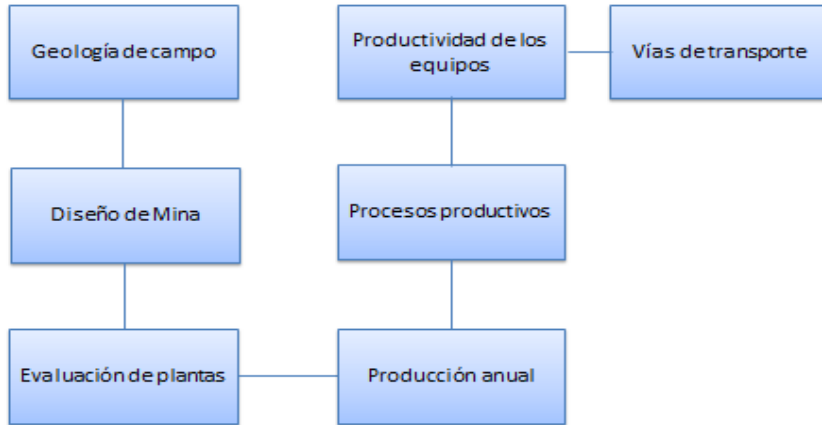
Teniendo en cuenta lo antes citado, el estudio fue realizado directamente sobre la población total, es decir, sobre las plantas de beneficio mineral, vialidad interna de la cantera y los equipos mineros.

La muestra se trabaja con el muestreo no probabilístico, que a su vez está 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 procedimiento experimental**

Los medios utilizados para la realización de las actividades son principalmente programas computacionales de dibujo asistido por computadora. Las dos primeras semanas se ejecutó un reconocimiento en la geología y diseño de minas, posteriormente se pasó al estudio de los niveles productivos, secuencia de explotación, ángulos y altura de los taludes. En la semana cinco se trabajó con las plantas de beneficio mineral; capacidad instalada, funcionamiento del sistema. La evaluación de la producción anual y procesos productivos fueron las otras actividades desarrolladas, además de la productividad de los equipos y para finalizar se estudió las vías internas, drenajes y bermas de seguridad.

En la figura N°2 se muestra el proceso experimental



**Figura N°2** procedimiento experimental. **Fuente;** Propia. 2016

## CAPÍTULO V

### 5. 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. 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 Procesos productivos y de operaciones mineras

El proceso de extracción y producción en CUSECA, se realiza a razón de 45.300m<sup>3</sup> por año. Las reservas probadas según el informe de explotación suministrado por la empresa son de aproximadamente 2.580.360m<sup>3</sup>. Es decir, manteniendo este ritmo de producción anual aun quedarían 60 años de explotación. En la empresa se trabajan 45 horas semanales distribuidas de la siguiente manera: Un turno de lunes a viernes; 7 am a 4 pm. Bajo requerimientos especiales se organizan tiempos extras los sábados y domingos. El sistema de explotación de CUSECA se realiza a cielo abierto, mediante el método de las canteras con bancos de 20 m de altura, 8 m de bermas de seguridad y 80° de inclinación, que van de la cota 30 a la cota 100. Actualmente el patio de operaciones se encuentra en la cota 50. Donde se efectúan las operaciones de carga y acarreo. La rampa de acceso para llegar desde la planta hasta el frente de operaciones tiene una pendiente de 23% y una longitud de 100 m. Sin embargo, cuando las dimensiones de las rocas son aproximadamente 1,5m<sup>3</sup> se procede al empuje del material hacia el nivel inferior. Este proceso no se encuentra contemplado teóricamente aunque operativamente si es aceptado por muchas empresas. 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.

- **Perforación y Voladura**

La perforación se realiza con una perforadora de martillo en cabeza Gardner Denver con un diámetro de barrenos de 3 ½” de diámetro. El patrón de perforación utilizado es una malla tresbolillo de 2,5m de retiro por 3m de espaciamiento.

Los explosivos y accesorios utilizados en la voladura son ANFO, Emulsiones, Booster de pentolita, conectores y detonadores. Los parámetros de voladuras se muestran en la siguiente tabla.

|                                   |              |                        |
|-----------------------------------|--------------|------------------------|
| Diámetro de perforación           | <b>D</b>     | 3,0"                   |
| Altura de banco                   | <b>H</b>     | 20 m                   |
| Retiro                            | <b>R</b>     | 2,5 m                  |
| Espaciamiento                     | <b>E</b>     | 3,0 m                  |
| Taco                              | <b>T</b>     | 2,5 m                  |
| Longitud total de barreno         | <b>L</b>     | 21,80 m                |
| Volumen de influencia x barreno   | <b>Vb</b>    | 150,0 m <sup>3</sup> . |
| Numero de barrenos                | <b>N°Bar</b> | 500                    |
| Concentración de carga de fondo   | <b>Cf</b>    | 3,92 Kg/m              |
| Altura de carga de fondo          | <b>Hf</b>    | 3,60 m                 |
| Carga de fondo total              | <b>QF</b>    | 14,11 Kg               |
| Altura de carga de columna        | <b>Hc</b>    | 15,7 m                 |
| Concentración de carga de columna | <b>Cc</b>    | 3,78 Kg                |
| Carga de columna total            | <b>QC</b>    | 59,35 kg               |
| Carga total                       | <b>Qt</b>    | 73,46 kg               |
| Factor de carga                   | <b>Fr</b>    | 0,49 kg/m <sup>3</sup> |

- **Carga y Acarreo**

Una vez efectuada la voladura se procede a la limpieza de los frentes con la excavadora sobre orugas Cat-320L, la cual también efectúa la carga del material, en conjunto con los cargadores frontales sobre ruedas Cat-988B, los cuales cargan el material en un camión Caterpillar 769B, el cual transporta el material a la planta de beneficio. Durante la minería de campo el equipo de transporte se encontraba



inoperativo. Debido a esta problemática se procedió al alquiler de dos camiones Ford-350.

- **Beneficio Mineral**

En la planta de beneficio el material sufre una trituración primaria mediante la trituradora de mandíbula 54"x60" y luego un proceso de trituración secundaria mediante la trituradora de impacto Laron IM13. Posterior a ello el material es clasificado en agregados gruesos y finos mediante cribas, y luego es llevado a las tolvas de almacenamiento. Mientras que en la otra planta, el material solo es fragmentado por una trituradora primaria de mandíbula 35"x46".

## **5.2 características de los equipos de carga y acarreo**

La cantera cuenta con los siguientes equipos (ver tabla N°2). Sin embargo, la mayoría se encuentra en estatus de reparación, aumentando así la disminución de la producción. Actualmente la combinación es CAT- 320 L y una flota de 2 camiones Ford 750 (ver imagen N°8) con un tiempo de ciclo aproximado 11,5 min (ver tabla N°3). En una jornada de trabajo se realiza alrededor de 32 ciclos con un factor de llenado de 94% para una producción diaria de 115m<sup>3</sup> lo que equivaldría a 2314m<sup>3</sup> mensual. El equipo utilizado actualmente para el acarreo del material, no fue diseñado originalmente para las labores mineras. Las pequeñas dimensiones de su tolva apenas permite 10T. Poco menos de la mitad según la capacidad de acarreo promedio para las canteras (24T). Esto repercute de forma directa en la producción disminuyéndola a la mitad.

Cuatro de los siete equipos que tiene la empresa se encuentran fuera de servicio, indicando así que poseen más de un año sin ser utilizados.



**Imagen N°8:** Combinación de carga y acarreo. **Fuente;** Propia 2016

| Equipos |       | Capacidad          | DF (%) | DM (%) | UD (%) | UE (%) | TR (%) |
|---------|-------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CAT     | 980 F | 6,4 m <sup>3</sup> | 0      | 0      | 0      | 0      | 100%   |
| CAT     | 988 B | 6,0 m <sup>3</sup> | 0      | 0      | 0      | 0      | 100%   |
| CAT     | 966 C | 3,5 m <sup>3</sup> | 92%    | 89%    | 76%    | 69%    | 8%     |
| CAT     | 345 B | 1,9 m <sup>3</sup> | 0      | 0      | 0      | 0      | 100%   |
| CAT     | 320 L | 0,9 m <sup>3</sup> | 72%    | 64%    | 69%    | 50%    | 28%    |
| CAT     | 769   | 35 t               | 0      | 0      | 0      | 0      | 100%   |
| Ford    | 750   | 10 t               | 97%    | 97%    | 89%    | 86%    | 3%     |

**Tabla N°2** Características de los equipos. **Fuente;** Propia, 2016

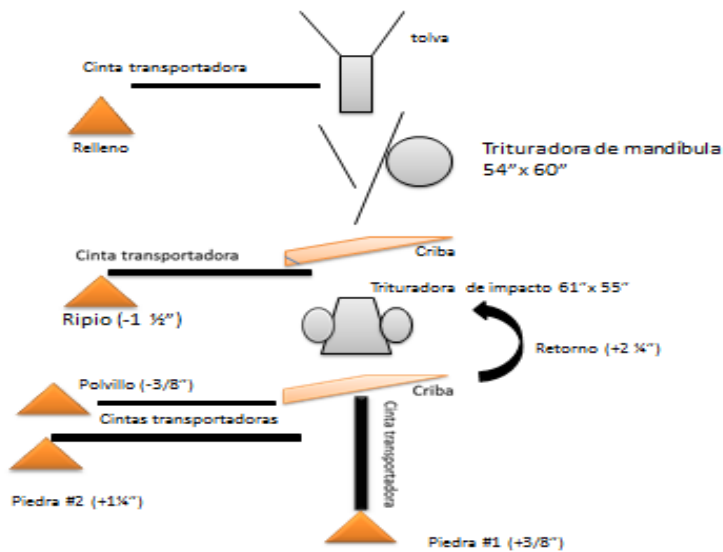
| Distribución de tiempos de ciclo |             |
|----------------------------------|-------------|
| Descripción                      | Valor (min) |
| tiempo de Maniobra               | 0,71        |
| tiempo de carga                  | 5,09        |
| tiempo de descarga               | 1,62        |
| tiempo de acarreo                | 2,39        |
| tiempo de retorno                | 1,22        |
| tiempo de demoras                | 0,5         |
| tiempo total del ciclo           | 11,53       |

**Tabla N°3** Distribución de tiempos de ciclo. **Fuente;** Propia, 2016

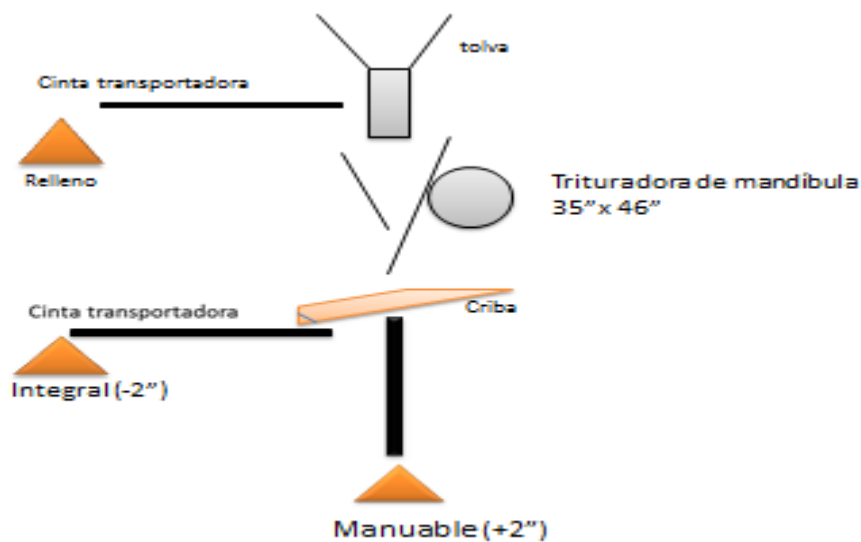
### 5.3 Determinación de las capacidades operativas de las distintas plantas de beneficio mineral.

Existen dos plantas de trituración, la planta #1 (ver figura N°3) fue diseñada para una capacidad de 200 m<sup>3</sup>/h mientras que la planta #2 (ver figura N°4) fue establecida para procesar 250 m<sup>3</sup>/h con motivo de calcular la capacidad de trabajo actual de las distintas plantas se evaluó partiendo de las características de los equipos de transporte.

**Figura N°3:** Planta de beneficio mineral #1. **Fuente;** Propia, 2016



**Figura N°4:** Planta de beneficio mineral #2. **Fuente;** Propia, 2016



El equipo de transporte Ford 750 descarga en la planta de beneficio mineral un promedio de 32 veces por turno. Esto equivale a apenas 115m<sup>3</sup> por jornada de trabajo. Dicho valor representa tan solo el 10% de la capacidad instalada de las plantas de beneficio mineral. Durante los últimos cinco años, el camión CAT-769 de 20m<sup>3</sup>. Actualmente se encuentra fuera de servicio, era el encargado de transportar el material. En promedio 175m<sup>3</sup> de material era procesado, representando un 14% de la capacidad instalada. A pesar que el equipo de carga CAT-769 posee un excedente de 13m<sup>3</sup> en comparación al Ford 750. Las plantas de beneficio mineral siguen trabajando muy por debajo de su capacidad teórica. Se debe tener en cuenta que las plantas tienen más de 20 años operando en este sentido se comprende que gran parte de la disminución del porcentaje podemos atribuírselo a la depreciación. El sistema operativo de las plantas se encuentran en condiciones precarias, por ejemplos las cribas tienen mallas de diferentes aberturas en un mismo nivel por lo tanto la eficiencia del cribado disminuye y al mismo tiempo para la planta número uno aumenta el porcentaje de retorno. El material utilizado para alimentar la planta número 1 está conformado por 50% suelo, 25% partículas inferiores al mínimo tamaño admitido por la trituradora y el otro 25% material que puede ser triturado. Por tanto el 75% del material pasa por la trituradora primaria desapercibido generando una subutilización de la misma y a su vez concibiendo un gasto de energía innecesario

#### **5.4 productividad anual**

En los últimos años el promedio de la producción es de 45.325m<sup>3</sup> (ver tabla N°4), para el 2016 se planifico una producción de 75.000m<sup>3</sup> constituyendo un aumento del 65% pero los resultados obtenidos en el primer semestre del año 3333m<sup>3</sup> reflejan todo lo contrario una disminución del 85,2% referente al promedio de producción que viene teniendo la empresa.

Existen múltiples factores que afectan la productividad entre ellos se encuentran: el método de extracción del material. El arranque mecanizado para el caso de rocas competentes no es favorable debido a la poca cantidad de material arrancado, el perfilamiento del talud queda en mal estado. La falta de material en el frente de trabajo limita el funcionamiento de las plantas de beneficio mineral a tan solo un pequeño porcentaje de su capacidad de trabajo. El mal posicionamiento de los equipos aumenta el tiempo de carga y a su vez sufre

inconvenientes el equipo de carga. Durante la carga los giros efectuados por la excavadora estaban comprendidos entre 180° y 210°. Para obtener la máxima producción, la zona de trabajo debe estar limitada a 15° a cada lado del centro de la máquina o aproximadamente igual al ancho del tren de rodaje. Los camiones deben colocarse tan cerca como sea posible de la línea central de la máquina. La ilustración muestra dos alternativas posibles. La vialidad en mal estado de la mina afecta de forma directa a todos los equipos, las elevadas pendientes producen un mayor desgaste en el tren de rodaje, motor, sistema de frenos, entre otros elementos de los equipos. Apoyo técnico es muy importante porque sirve como guía para cualquier tipo de operación. Dentro de este conjunto de factores el responsable de mantener todo en orden y en buena marcha es el jefe de operaciones, sin embargo también existen otros factores que afectan de forma indirecta la producción entre ellos; eficiencia de los operadores, jornadas paradas por lluvia, apoyo logísticos encargado de proveer los repuestos y materiales necesarios.

**Tabla N°4** Producción de los últimos años. **Fuente** suministrada por la empresa

|                   | 2010                         | 2011                         | 2012                         | 2013                         | 2014                         | 2015                         | 2016                        |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>enero</b>      | 4053,00                      | 1643,75                      | 2681,50                      | 1828,50                      | 1268,00                      | 1686,00                      | 1335,70                     |
| <b>Febrero</b>    | 4473,50                      | 4653,00                      | 4764,00                      | 2688,40                      | 3847,50                      | 3431,70                      | 820,50                      |
| <b>Marzo</b>      | 4816,50                      | 4189,00                      | 3311,00                      | 3960,20                      | 2136,50                      | 10985,10                     | 757,80                      |
| <b>Abril</b>      | 3912,50                      | 2621,00                      | 2131,75                      | 3099,60                      | 1808,96                      | 12000,40                     | 210,00                      |
| <b>Mayo</b>       | 2822,50                      | 2811,50                      | 2449,00                      | 2192,90                      | 14033,35                     | 14532,80                     | 154,00                      |
| <b>Junio</b>      | 1871,30                      | 2073,50                      | 2715,00                      | 4498,60                      | 12743,07                     | 12381,40                     | 20,00                       |
| <b>Julio</b>      | 688,50                       | 1536,00                      | 2383,50                      | 2944,60                      | 2915,90                      | 4220,48                      | 35,00                       |
| <b>Agosto</b>     | 4534,00                      | 3487,50                      | 2092,00                      | 1678,20                      | 2185,80                      | 913,80                       | 0,00                        |
| <b>Septiembre</b> | 3293,41                      | 3250,00                      | 2340,50                      | 8469,46                      | 1233,00                      | 720,30                       | 0,00                        |
| <b>Octubre</b>    | 3262,00                      | 1842,50                      | 1654,50                      | 12259,24                     | 2563,00                      | 1171,93                      | 0,00                        |
| <b>Noviembre</b>  | 1915,00                      | 2314,50                      | 4502,50                      | 10337,05                     | 3393,80                      | 758,20                       | 0,00                        |
| <b>Diciembre</b>  | 0,00                         | 2342,50                      | 2028,50                      | 75,00                        | 2033,00                      | 3484,20                      | 0,00                        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>35642,21m<sup>3</sup></b> | <b>32764,75m<sup>3</sup></b> | <b>33053,75m<sup>3</sup></b> | <b>54031,75m<sup>3</sup></b> | <b>50161,88m<sup>3</sup></b> | <b>66286,31m<sup>3</sup></b> | <b>3333,00m<sup>3</sup></b> |

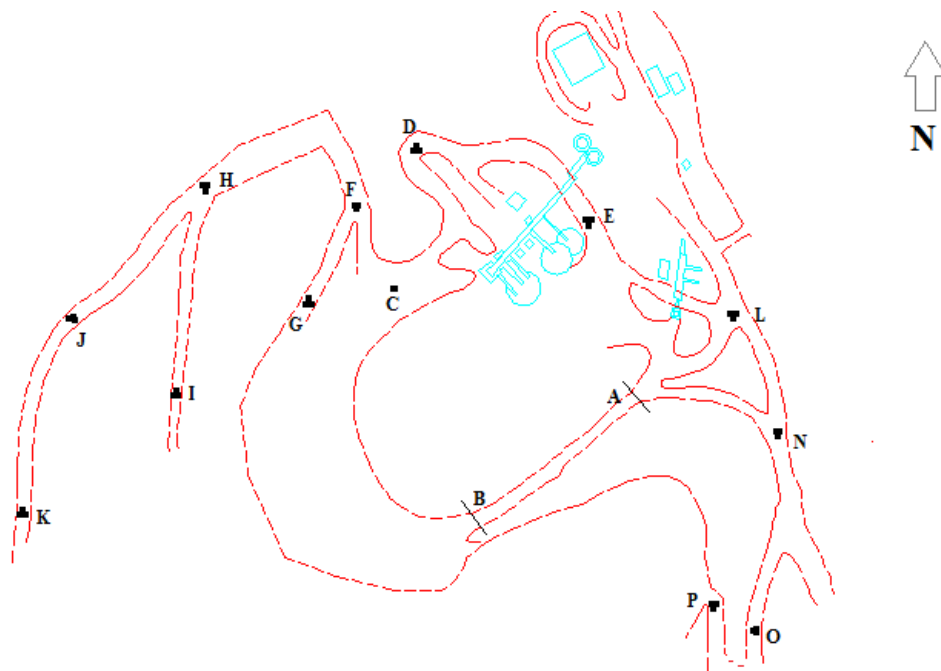
## 5.5 Vialidad interna de la cantera

El sistema de vías cuenta con 14 tramos, 11 el frente #1 y 3 respectivamente del frente #2 con una pendiente promedio de 14%, el 50% de las rampas poseen bermas de seguridad y solo 20% drenajes. El total de longitud es de 1123 m con un ancho aproximado de 6 m que facilita el paso del camión roquero CAT- 769 y también de equipos livianos. Se debe considerar que las altas pendientes, propician de forma frecuente las paradas de mantenimiento en los equipos de transporte. Causando la interrupción del transporte de material hacia la planta y por tanto la disminución en la producción.

**Tabla N°5** Características de las vías. **Fuente;** propia

| Frente #1 |       |       |         |               |               |
|-----------|-------|-------|---------|---------------|---------------|
| Nivel     | Tramo | Berma | Drenaje | Distancia (m) | Pendiente (%) |
| 1         | A-B   | NO    | NO      | 118           | 17            |
| 1         | B-C   | NO    | NO      | 120           | 4             |
| 1         | C-D   | NO    | NO      | 85            | 17            |
| 1         | D-E   | 0,5m  | SI      | 90            | 16            |
| 1         | A-L   | 0,5m  | SI      | 50            | 10            |
| 2         | C-F   | 0,5m  | SI      | 30            | 20            |
| 2         | F-G   | 0,5m  | NO      | 60            | 25            |
| 3         | F-H   | NO    | NO      | 120           | 20            |
| 3         | H-I   | NO    | NO      | 100           | 5             |
| 4         | H-J   | NO    | NO      | 80            | 18            |
| 4         | J-K   | NO    | NO      | 60            | 8             |
| Frente #2 |       |       |         |               |               |
| Nivel     | Tramo | Berma | Drenaje | Distancia (m) | Pendiente (%) |
| 1         | L-N   | 0,5m  | NO      | 50            | 10            |
| 1         | N-O   | 0,5m  | NO      | 120           | 12,5          |
| 1         | O-P   | 0,5m  | NO      | 40            | 12,5          |

**Imagen N° 8** Vialidad interna de la cantera. Fuente; Propia, 2016



## 5.6 Análisis del diagnóstico

En función a los datos que se obtuvieron en campo, se efectuó el cálculo de las capacidades productivas de las plantas donde la planta #1 y #2 trabajan apenas el 10% de su capacidad instalada. Las causas de las paradas que suelen ocurrir con mayor frecuencia son por falta de material 50%, 25% mantenimiento correctivo debido a la sobre carga en la banda transportadora que retorna el material así como la banda que transporta el relleno en la planta #1 mientras que en la planta #2 el alimentador presenta problema, 20% por paradas en los equipos de carga y acarreo y por último un 5% de las paradas se debe a fallas eléctricas.

Para este año 2016 la producción ha disminuido un 85,2%, factores como la mala combinación pala- camión, el material todo en uno que se utiliza para alimentar la planta no es el adecuado debido a la gran cantidad de estéril que se debe procesar, el mal estado de las mallas de las cribas tanto de la planta #1 como la #2 hacen que la distribución del

material sea la inadecuada retornando mucho material que debería ir a la pila de piedra#2, otro factor importante es el tiempo perdido por falta de repuestos para las maquinarias.

Dentro de los procesos de producción para el arranque se utiliza el indirecto, la falta de materia prima afecta de forma directa dicho proceso ocasionando aguas abajo la falta de material que se transforma a su vez en poca producción. Poca disponibilidad física de los equipos y demasiado tiempo de reparación también afectan la producción, apenas el 20% de las vías poseen drenajes esto conlleva a perder un día de trabajo por tan solo pocos minutos de lluvias.

Considerando un potencial aumento en la producción. Debemos empezar por rediseñar las vías, disminuir las pendientes a 10% o menos. El 100% de las vías deben tener drenajes que ayuden a la canalización de las aguas y además poder evitar los daños. Así como también las vías deben poseer sus respectivas bermas de seguridad para prevenir accidentes mayores. Los equipos utilizados actualmente en la carga y acarreo no brindan la alimentación necesaria a las plantas de beneficio mineral. Se recomienda buscar una mejor combinación por ejemplo: El equipo de carga CAT- 980F y el de transporte CAT-730. Ofrecerían un aumento del 110% en la producción. La planta pasaría a trabajar 30% de su capacidad.



## Conclusiones

- Debido a la alta longitud de perforación, las barras de la perforadora se quedan atascada en el macizo rocoso. Aumentando así el tiempo de perforación.
- Los tramos que conectan el frente con la planta de beneficio mineral (G-F y F-C) poseen pendientes muy elevadas 20% y 25% respectivamente. En consecuencia los equipos de transporte sufren averías.
- El empuje del material hacia el nivel inferior, coloca en riesgo la vida de los operadores y demás personal.
- Los equipos poseen baja disponibilidad física debido que no tienen un plan de mantenimiento adecuado.
- La actual combinación de carga y acarreo brinda poca alimentación ( $30\text{m}^3/\text{h}$ ) a la planta de beneficio mineral

## Recomendaciones

- Reactivar el CAT 980 F o 988 B y alquilar un equipo de transporte como CAT 730 ayudaría considerablemente a aumentar la alimentación de las plantas y por ende la producción.
- Mejorar la calidad del material suministrado a las plantas, 80% debe ser dolomitas. .
- Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento de las plantas de beneficio mineral.
- Planificar a corto y mediano plazo el reemplazo de los equipos de carga y acarreo así como los utilizados para las operaciones auxiliares.
- Implementar el uso de sistemas operativos computarizados para la facilitación del seguimiento y control de los avances de explotación.
- Se recomienda realizar una supervisión constante a los operadores de los equipos de carga y acarreo a fin de disminuir los tiempos de demoras, el mal posicionamiento de los equipos y aumentar el factor de llenado.
- Se invita hacer uso de los manuales correspondientes a cada equipo con el propósito de mejorar el posicionamiento de los mismos.
- Se sugiere cambiar las mallas del cribado en la planta #1 para obtener una mejor distribución del material.

## Bibliografía

- Mayora, E. y Gómez, A. (2006). “Caracterización geológica de la faja dolomítica de la zona ubicada entre Gañango y Patanemo, Distrito Puerto Cabello, estado Carabobo”.
- Gómez, J. (1995). “Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto”. Madrid.
- Alarcón, A. (2014). “*Plan de Explotación del Frente 2 en Cantera Tacarigua C.A. Carretera nacional Gañango–Patanemo, Sector Mar Azul. Puerto Cabello-Estado Carabobo*”.
- EDUARDO, P. (1981). *Preparación y Concentración de Minerales*. Universidad Central de Venezuela.
- KELLY, E. (1990). *Introducción al Procesamiento de Minerales*. Editorial Limusa.
- Bustillo, M. y López C. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid.
- Méndez, Y. (2015). *Diagnóstico de los factores que afectan la producción en los equipos de la empresa cantera O'REY C.A. para el periodo Julio-Agosto 2014*. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
- Gavidia, W. y Pimentel, R. (2015) *Diagnóstico de las plantas de agregados de la cantera carayaca para conocer las especificaciones técnicas y de producción. período Julio – Septiembre de 2014*. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.