

## **MINERÍA DE CAMPO**

### **DIAGNOSTICO OPERACIONAL DE LA SITUACIÓN PRESENTE EN LA CANTERA “CAMURI GRANDE” DE LA EMPRESA SOCIALISTA CAMURI GRANDE VARGAS (EMSOCAMURIVAR) C.A. EDO. VARGAS.**

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

**Br. Expósito Marcano Robert Josue**  
**Br. Ramírez Arteaga Andreina De Jesús**

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

Caracas, 2018

## **MINERÍA DE CAMPO**

### **DIAGNOSTICO OPERACIONAL DE LA SITUACIÓN PRESENTE EN LA CANTERA “CAMURI GRANDE” DE LA EMPRESA SOCIALISTA CAMURI GRANDE VARGAS (EMSOCAMURIVAR) C.A. EDO. VARGAS.**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Sasha Cazal

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Julio Chacón

Caracas, 2018

**Expósito M., Robert J.**

**Ramírez A., Andreina De J.**

**DIAGNOSTICO OPERACIONAL DE LA SITUACIÓN PRESENTE EN LA  
CANTERA “CAMURI GRANDE” DE LA EMPRESA SOCIALISTA CAMURI  
GRANDE VARGAS (EMSOCAMURIVAR) C.A. EDO. VARGAS.**

Tutor Académico: Profa. Sasha Cazal. Minería de Campo 2018. Caracas, U.C.V.

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

**RESUMEN**

Con la finalidad de extraer mármol para la producción y comercialización de bloques, topes, pisos y lajas, la Empresa Socialista Camurí Grande Vargas C.A. pausa la extracción de piedra de río e inicia labores en sociedad con la empresa Minerales Vargas Internacional C.A. El cambio de material de interés para la extracción trae consigo una serie de inconvenientes donde predomina la incertidumbre y el déficit de información para la correcta ejecución de las labores. En búsqueda de determinar las causas particulares que afectan a la producción de la empresa, se realizó la observación directa, descripción y determinación de la influencia de los factores naturales, el estado actual de la vialidad y el frente de explotación, la realización de las operaciones mineras y el funcionamiento de la planta de beneficio mineral, además del cálculo de sus respectivos indicadores claves de producción para estos dos últimos. Tras el trabajo realizado se reconoce que, la cantera a pesar de gozar de un clima privilegiado tiene una ubicación propensa a infortunios, que el frente de explotación como la vialidad poseen factores que deben ser corregidos y que tanto las operaciones mineras como el funcionamiento de la planta no presentan valores que representen una productividad aceptable. En base a ello, principalmente se considera que es necesaria la aplicación de un plan de corrección y prevención para los factores que afectan de diferentes formas la productividad de la empresa.

*Palabras Clave: Producción, factores naturales, vías, índices clave de productividad.*

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
LISTA DE FIGURAS .....	6
LISTA DE TABLAS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>9</b>
1.1. Reseña Histórica.....	9
1.2. Visión .....	9
1.3. Misión.....	10
1.4. Estructura administrativa.....	10
1.5. Ubicación y acceso.....	10
1.6. Operaciones mineras en la cantera camurí grande.....	11
1.7. Operaciones Unitarias y Apertura de frente.....	12
1.8. Beneficio mineral.....	13
<b>CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
2.1. Formulación del problema.....	15
2.2. Objetivo de la investigación.....	16
2.3. Justificación .....	16
2.4. Alcance .....	17
2.5. Limitaciones .....	17
<b>CAPITULO III MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
3.1. Marco geológico.....	18
3.1.1. Geología regional.....	18
3.1.2. Geología local .....	21
3.2. Características Geográficas.....	25
3.2.1. Drenaje.....	25
3.2.2. Relieve.....	26
3.2.3. Clima.....	26
3.2.3. Vegetación.....	27

3.3. Conceptos Básicos.....	28
3.3.1. Métodos de explotación a cielo abierto.....	28
3.3.1.1. Método de cantera.....	29
3.4. Etapas de extracción minera.....	30
3.4.1. Arranque.....	33
3.4.2. Carga.....	31
3.4.3. Acarreo .....	31
3.5. Beneficio mineral.....	32
3.5.1. Reducción de Tamaño.....	33
3.5.2. Trituración Primaria.....	34
3.5.3. Trituración Secundaria.....	34
3.5.4. Cribado .....	35
3.6. Agregado para la construcción .....	36
3.7. Indicadores claves de producción o KPI.....	37
<b>CAPITULO IV MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>39</b>
4.1. Nivel de la Investigación.....	39
4.2. Diseño de la Investigación .....	39
4.3. Sujeto de Estudio.....	39
4.4. Procedimiento Experimental.....	40
<b>CAPITULO V ANALISIS Y RESULTADOS</b>	<b>41</b>
5.1. Afectación de los factores naturales en la operaciones.....	41
5.2. Condición actual de las vías y frente de explotación .....	45
5.3. Equipos para las operaciones unitarias.....	51
5.4. Equipos de acarreo.....	52
5.5. Equipos para las operaciones auxiliares.....	53
5.6. Indicadores claves de producción de los equipos.....	54
5.7. Determinación de la capacidad productiva de la planta y KPI de la planta.....	56
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>

BIBLIOGRAFÍA .....	61
--------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>PAG.</b>
Figura 1. Organigrama de la Empresa.....	10
Figura 2. Ubicación general de la cantera Camurí Grande propia de la empresa EMSOCAMURIVAR C.A.....	11
Figura 3. Retroexcavadora XCMG-XE230 realizando la carga del camión JAC.....	13
Figura 4. Distribución de las tres fajas Metamórficas.....	18
Figura 5. Fotografía con película infrarroja de la Silla de Caracas.....	19
Figura 6. Asociaciones ígneo-metamórficas presentes a lo largo de la Quebrada Miquilena.....	21
Figura 7. Equipo de arranque del mineral.....	31
Figura 8. Equipos de Carga.....	32
Figura 9. Vista de la planta desde el Alimentador.....	36
Figura 10. Proceso Experimental realizado en el sitio de estudio.....	40
Figura 11. Cauces que rodean a las instalaciones de la cantera y su único puente de acceso.....	42
Figura 12. Obstrucción del cauce del río.....	44
Figura 13. Tramos de la vía que conecta la planta de trituración y el frente de explotación.....	46
Figura 14. Vialidad por donde deben ser conducidos los equipos a través del cauce del río.....	47
Figura 15. Altura relativa del agua del cauce con respecto a la vialidad...	48
Figura 16. Vista lateral del frente de explotación.....	49
Figura 17. Vestigio de voladura realizada en la cantera Camurí Grande.	50
Figura 18. Excavadora clasificando el material por tamaños, a su izquierda el considerado admisible por la planta.....	52

Figura 19. Sistema de trituración.....	<b>57</b>
Figura 20. Desgaste presente en la trituradora de mandíbula.....	<b>58</b>

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Equipos de carga.....	<b>31</b>
Tabla 2. Equipos de Acarreo.....	<b>32</b>
Tabla 3. Consecuencias de periodo climatológico no favorable.....	<b>45</b>
Tabla 4. Descripción de las vías.....	<b>46</b>
Tabla 5. Equipos existentes en cantera Camurí Grande.....	<b>51</b>
Tabla 6. Distribución de tiempos promedio de ciclo.....	<b>53</b>
Tabla 7. Tiempo de los programas y actividades estudiados.....	<b>54</b>
Tabla 8. Indicadores clave de producción.....	<b>55</b>

## INTRODUCCIÓN

Cuando debido a diferentes intereses se pretende iniciar labores mineras para la extracción y aprovechamiento de un determinado mineral o roca específica, se realizan un conjunto de actividades para la obtención de información pertinente para la planificación y ejecución de las labores, dicha información es fundamental, ya que nos conduce a una correcta elaboración de un plan de trabajo. Gozar de un conocimiento cuantitativo y cualitativo que describa las actividades realizadas dentro de una empresa beneficia directamente a la productividad de la misma, esto sucede, porque se efectúan los trabajos con mayor organización y se le puede hacer frente eficazmente a las situaciones que puedan presentarse a lo largo del desarrollo de las actividades. Para ello es importante que las empresas hagan diagnósticos de sus actividades periódicamente, por lo que se tomó como propósito para este trabajo la realización de un diagnóstico operacional de la situación presente en la cantera “Camurí Grande”, tanto por medio de la observación directa y descripción de los diversos fenómenos que ocurrieron en un lapso de seis semanas, como también el cálculo de indicadores que expongan la eficacia en la ejecución de las actividades y el funcionamiento de los equipos. Para cumplir con lo establecido se mencionan aquellos factores naturales que influyen en las actividades y se determina cómo influyen en éstas, también se describe la situación actual del frente de explotación, la viabilidad, del sistema de trituración y de los diferentes equipos que pertenecen a la Cantera. Finalmente se calcularon los indicadores clave de producción, y así en dominio de este compendio de información, alcanzar un conocimiento de la situación presente en la Cantera.



## **CAPITULO I**

### **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En este capítulo se describen los aspectos referentes a la empresa, su ubicación y su accesibilidad. Además, su breve reseña histórica, su visión y misión, valores y la estructura organizativa de la cantera Camurí Grande.

#### **1.1. Reseña Histórica**

La Empresa Socialista Camurí Grande Vargas (EMSOCAMURIVAR) C.A. antiguamente realizaba actividades con la finalidad de la producción de agregados para la construcción mediante la extracción y beneficio de la piedra de río del cauce del río Miquilena, actualmente trabaja en sociedad con la empresa Minerales Vargas Internacional (MINEVARINTE) C.A., desde el año 2016 cuando se iniciaron las labores para la apertura del frente de explotación en el mes de agosto con la finalidad de extraer mármol en bloques para la venta a empresas productoras de topes, pisos y lajas.

Debido al resultado de la voladura realizada en el año 2016, el material presente y el estado del frente aun no es adecuado para el desarrollo de bloques de mármol, por lo que el material se procesa con la planta de trituración para la producción de agregados para la construcción. Dicho material solo se le realizan cambios físicos (fragmentación) y se clasifica en pilas (granulometría) para ser directamente comercializado.

#### **1.2. Visión**

Ser la empresa pionera de explotación y comercialización de mármol en el estado Vargas, capaz de posicionarse en el mercado nacional e internacional, procurando el establecimiento y crecimiento bajo los criterios del desarrollo sustentable, el respeto de las comunidades y representando el ejemplo de la excelencia en la cooperación del sector privado y el sector público.

### 1.3.Misión

Presentar al mercado nacional e internacional productos del área de agregados para la construcción garantizando el compromiso por la comercialización de un producto de calidad obtenido mediante labores responsables bajo las premisas del desarrollo sustentable y el fortalecimiento del sector minero industrial para dar valor agregado a los recursos.

### 1.4.Estructura Organizativa

La empresa EMSOCAMURIVAR C.A. posee una estructura organizativa como la siguiente mostrada a continuación en la Figura 1.

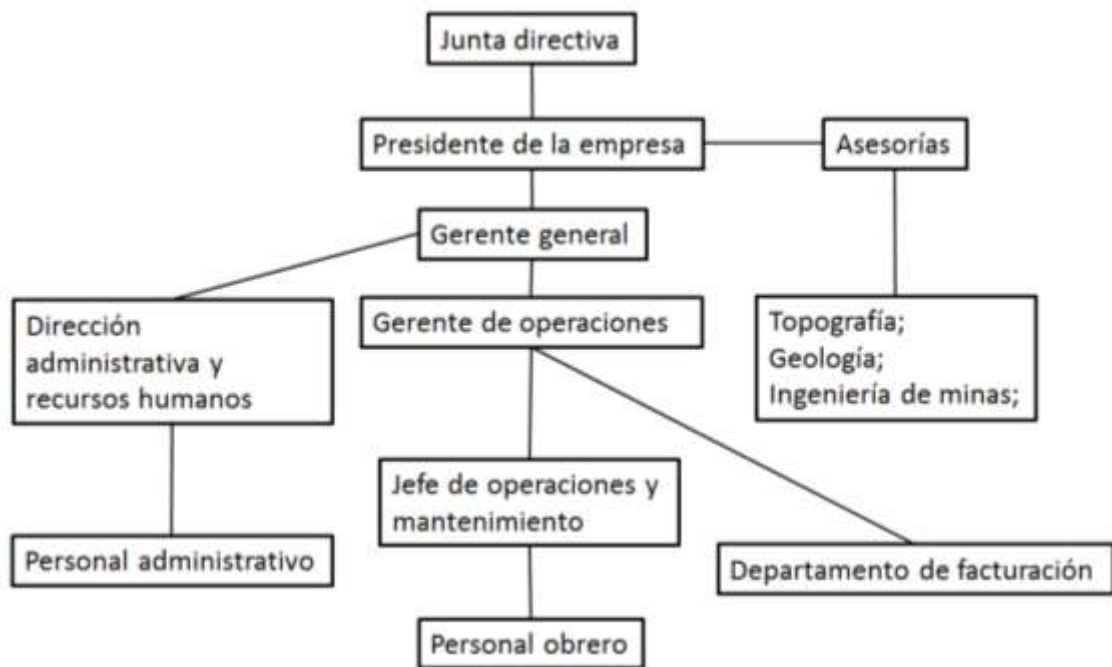


Figura 1. Organigrama de la empresa. Elaboración Propia, 2018.

### 1.5.Ubicación y acceso

La zona de estudio, cantera Camurí Grande (EMSOCAMURIVAR C.A.), se encuentra ubicada en las coordenadas 10°36'54" Norte 66°43'04.5" Oeste, en el sector de Las Anímas (1166), estado Vargas (Ver Figura 2). Se puede acceder a la cantera

por la Carretera Naiguatá – Los Caracas, a aproximadamente 3 Km del pueblo de Naiguatá y frente al Club Camurí Grande. Luego la vía de la Universidad Simón Bolívar (sede del litoral, estado Vargas) hacia el área del río Miquilena.



Figura 2. Ubicación general de la cantera Camurí Grande propia de la empresa EMSOCAMURIVAR C.A. Fuente: Google Earth coordenadas: 10°36'54"N 66°43'04.5"W.

### **1.6. Operaciones mineras en Cantera Camurí Grande.**

El proceso de extracción y producción en Camurí Grande se realiza sin una razón anual o mensual fija, sin embargo, se puede juzgar como acertada una cifra de producción anual por debajo de los 8.000 m<sup>3</sup> según las ventas de la Empresa desde el inicio del nuevo proyecto de explotación.

En la Empresa se trabajan 40 horas semanales distribuidas en un turno diurno diario de ocho horas, de lunes a viernes de 7 a.m. a 4 p.m. con un descanso de una hora a partir de las doce del mediodía hasta la una de la tarde.

La explotación en Camurí Grande se realiza a cielo abierto y se planifica una extracción mediante el método de las canteras con bancos de 15 metros de altura, 6 metros de berma de seguridad y 80° de inclinación, que irían de la cota 170 a la cota 260. Actualmente el patio de operaciones se encuentra en la cota 170, donde se realizan labores de carga y acarreo de material, como también el acondicionamiento del primer frente de explotación y la apertura de un tramo de vía para un segundo frente de explotación. La zona donde se encuentran las oficinas y el sistema de trituración se encuentra a una cota de 40 y se conecta con el frente de explotación mediante una sola vía.

El proceso de producción que efectúa actualmente la Empresa radica en la carga del material volado en años anteriores, que se encuentra acumulado al pie del único banco construido hasta el momento, para el acondicionamiento del primer frente e iniciar posteriormente la explotación según lo planificado.

### **1.7. Operaciones unitarias y apertura de frentes.**

El frente donde se realizan las operaciones de carga y acarreo cuenta con una retroexcavadora XCMG-XE230 la cual cumple con las labores de limpieza del frente y carga del material en los dos camiones JAC convencionales de 16 m<sup>3</sup> los cuales acarrearán el material hasta la planta de trituración (Ver Figura 3).



Figura 3. Retroexcavadora XCMG-XE230 realizando la carga del camión JAC.  
Fuente: Propia, 2018.

Las operaciones auxiliares para el cuidado y mantenimiento de las vías de acarreo se realizan con la utilización de un minicargador CAT 226B serie 1, el cual es conducido por un operador que identifica por sí mismo baches o hundimientos en la vía que puedan ser un obstáculo para el acarreo y estos son cubiertos con material adyacente.

En la actual labor de apertura del segundo frente de explotación se cuenta con una segunda retroexcavadora XCMG-XE203, esta realiza tanto las labores de remoción de la cubierta vegetal como también prepara el terreno para, a futuro, el posterior desarrollo de la vía hacia el segundo frente de explotación.

### **1.8.Beneficio mineral.**

En la planta de beneficio, el material se deposita en el alimentador 42x18 VDF Telsmith, con el uso de una retroexcavadora XCMG-XE203, y posteriormente pasa a una trituración primaria debida a la trituradora de mandíbula Hydra-Jaw H3244 Telsmith. Seguidamente el material se transporta por una cinta hacia un

clasificador Vibro-King TL Telsmith de tres cribas, y es separado en tamaños de 1'', ¾'' y 7/16'' en ese orden. El circuito continúa hacia una trituradora de conos 44 Telsmith SBS, donde se recibe el material de granulometría mayor a lo requerido y se realiza una trituración secundaria, para finalmente retornar a la criba y ser nuevamente clasificado y apilado.

Los productos obtenidos son depositados en pilas a algunos metros de la planta de trituración, estos se clasifican en: Piedra 1'' (35-25,4 mm), Piedra ¾'' (25,4-12,7mm) y una tercera pila de granulometría menor a 12 mm con predominio de arena (<11 mm).

## **CAPITULO II**

### **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el presente capítulo se detalla la problemática objeto de estudio de la investigación y siguiente a ello los aspectos pertinentes para darle solución.

#### **2.1. Formulación del problema**

La cantera Camurí Grande propia de la empresa EMSOCAMURIVAR C.A. en el estado Vargas, es una Empresa que se encargaba únicamente de la producción de agregados para la construcción mediante la extracción y el beneficio del material proveniente del río Miquilena. En el año 2016 se une en sociedad con la empresa MINEVARINTE C.A. para iniciar labores para la extracción del Mármol de Antimano con la finalidad de producir bloques para la venta a empresas productoras de topes, pisos y lajas. Debido a ello se constituye una nueva directiva conjunta, la cual sujeta consigo una desinformación en tópicos referentes a criterios técnicos y jurídicos del área minera, y solo posee escasa información desactualizada, por lo que se observa en consecuencia resultados de actividades fuera de dichos marcos.

El déficit de conocimiento en estos tópicos dificulta el avance eficaz en el desarrollo de actividades mineras productivas dentro de los márgenes y criterios de un desarrollo sustentable, así como también afecta al rendimiento, operatividad y vida útil de los equipos que se utilizan actualmente, lo que puede acarrear dificultades posteriormente en el transcurso de las actividades mineras en la Cantera.

No disponer de una información clara afecta a todas las actividades que la Empresa aborde, y aún más cuando la Cantera se ve extremadamente afectada por los factores climatológicos de la zona, que paralizan las operaciones por periodos de tiempo indeterminados. La ausencia de los conocimientos pertinentes trae consigo la pérdida de beneficios para la Empresa, por ello el presente trabajo se realiza para suplir la necesidad existente de información para un panorama claro en la realización y cumplimiento de ciertos criterios en las futuras planificaciones mineras.

## **2.2.Objetivos de la investigación**

### **2.2.1. Objetivo general**

Realizar un diagnóstico operacional de la situación presente en la cantera “Camurí Grande” de la Empresa Socialista Camurí Grande Vargas (EMSOCAMURIVAR) C.A. Edo. Vargas.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar la influencia de los factores naturales en el acceso, las vías, los equipos y las operaciones realizadas en la cantera.
- Reconocer la condición actual de las vías, los equipos y el frente de explotación de la Cantera.
- Evaluar la ejecución de las operaciones mineras realizadas en la cantera mediante indicadores claves de producción.
- Realizar un análisis de la planta de trituración de la Cantera contrastando la capacidad productiva teórica y práctica.
- Realizar el diagnostico operacional para el manejo del conocimiento práctico de las actividades factibles en la Cantera.

## **2.3.Justificación**

La cantera Camurí Grande aún se encuentra en proceso de desarrollo para la extracción del mármol de la forma como se tiene planificado, por lo que es apremiante e imprescindible brindar una suma de información sustancial para:

- El eficaz aprovechamiento de la gran cantidad material que fue volado con mucho tiempo de anterioridad y que actualmente se encuentra en el frente de explotación.



- Para que las actividades de apertura del nuevo frente de explotación se realicen correctamente y también para tener una guía en esta etapa que describa las posibles metas de producción.

Finalmente, con el conocimiento del estado general o de la realización de las actividades, ya la empresa podrá ejecutar sus operaciones con mayor efectividad y provecho lo que le garantizará un mejor beneficio tanto a la empresa y a todo el sector que requiere de la oferta de material como a los trabajadores y su localidad en un desarrollo conjunto.

#### **2.4.Alcance**

El aporte principal del trabajo para la Empresa radica en la obtención de un diagnóstico operacional general de la situación presente de las actividades realizadas en la cantera “Camurí Grande”, por medio de la recolección de datos en campo, para así conseguir una distinción de las actividades factibles y técnicas mineras ecológicas admisibles, como también las capacidades actuales y las metas de producción con relación a los factores que afectan las actividades diarias.

#### **2.5.Limitaciones**

Las limitaciones existentes fueron en relación a los equipos tanto para las operaciones unitarias como el sistema de trituración, debido a sus condiciones paupérrimas su operatividad era muy variable, y en relación a los factores naturales, como el periodo de lluvia que azoto a la región en un largo periodo de tiempo, por lo que se dificultó la obtención de datos de campo.

## CAPITULO III

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1.MARCO GEOLÓGICO

El capítulo presente, define la geología regional, geología local también las formaciones geológicas presentes en el aérea de interés.

##### 3.1.1. Geología Regional

Según Urbani (2002), la Serranía del Litoral de la Cordillera de la Costa está constituida por tres fajas de unidades fácilmente cartografiables y bien distinguibles en el campo y laboratorio, además formadas en espacio y tiempo diferentes, e igualmente de orígenes y contextos geodinámicas distintos, éstas son:

- **Norte:** Faja Costera (Mesozoico).
- **Centro:** Faja Ávila (Paleozoico-Precámbrico).
- **Sur:** Faja Caracas (Mesozoico).

La Figura 4 presenta un mapa geológico simplificado donde se muestra la distribución de dichas fajas. Los contactos entre ellas son tectónicos, con fallas de ángulo alto en los sistemas de orientación Este - Oeste y NW-SE y movimiento normal y/o dextral. También hay fallas con una tendencia NE-SW que generalmente se han interpretado como inversas, tanto de ángulo alto como bajo.

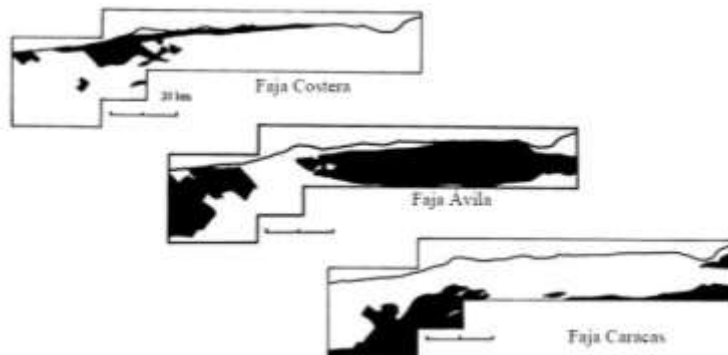


Figura 4. Distribución de las tres fajas Metamórficas. Fuente: Urbani, 2002.

De las unidades anteriormente mencionadas la Faja Ávila es la que corresponde al área de estudio.

Las rocas de la **Faja Ávila** con edades desde el Precámbrico al Paleozoico, corresponden a unidades típicas de un margen pasivo de corteza continental, representando un basamento exhumado, donde a gran escala la foliación muestra una estructura antiformal. La configuración del macizo del Ávila, localidad tipo de la Faja, muestra una estructura tipo horst (Ver Figura 5), controlado mayoritariamente por las fallas San Sebastián, Macuto y Ávila, con otras fallas intermedias que producen un notable escalonamiento topográfico tanto en el flanco Norte como en el Sur.

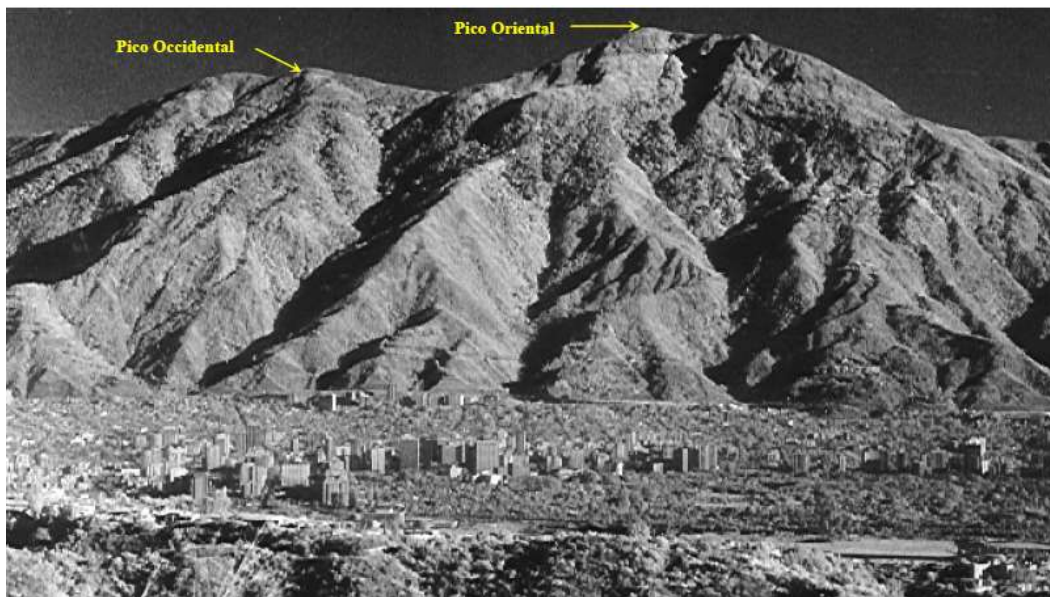


Figura 5. Fotografía con película infrarroja de la Silla de Caracas. Foto por F. Urbani, 2002.

Las unidades individuales (Ver Figura 6) corresponden en gran parte a cuerpos de composición granítica, originalmente de composición y granulometría muy diversa, de fina a muy gruesa, que debido a la posterior deformación ha

permitido la formación de una amplia gama de tipos de gneis, hasta el típico augengneis con “ojos” de hasta 4 cm (Augengneis de Peña de Mora).

Las rocas graníticas están intermezcladas o envueltas por rocas esquistosas de típica naturaleza metasedimentaria (algunos de los tipos de esquisto del Complejo San Julián), de probable edad Paleozoica. El sedimento original pudo haberse depositado en un margen continental pasivo sobre un basamento mayormente granítico (protolitos del Augengneis de Peña de Mora y de los otros cuerpos graníticos, de edad Precámbrico - Paleozoico). Hay muchas intercalaciones, mayormente concordantes de rocas máficas (pero no hay serpentinita). Estas rocas pueden representar intrusiones de diabasa, gabro, piroxenita, etc.

En las rocas máficas es frecuente encontrar anfíbol verde azul, que permite interpretar que las rocas hayan sufrido un metamorfismo en la facies de la Anfibolita en una alta relación P/T. Las zonas metamórficas predominantes son aquellas de la biotita y el almandino.

Esta faja mayormente está constituida de elementos metaígneos félsicos de corteza continental probablemente un fragmento de cratón (granito, gneis, migmatita, etc.), con una cobertura metasedimentaria, como las partes de esquisto cuarzo micáceo grafitoso granatífero.

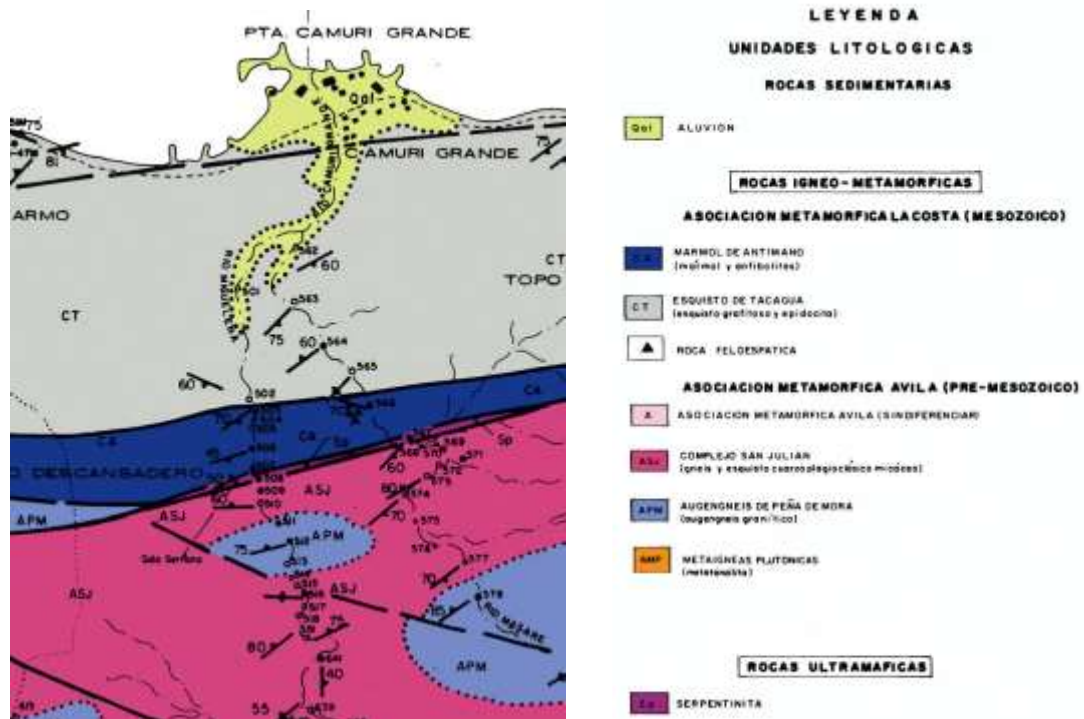


Figura 6. Asociaciones ígneo-metamórficas presentes a lo largo de la Quebrada Miquilena (Tomado y modificado de Urbani, 2002; Cano y Melo, 2002).

### 3.1.2. Geología Local

El área de estudio se encuentra constituido por diferentes formaciones geológicas como lo son:

- **Formación Metaígneas Tócome**

Su localidad tipo se encuentra en el cauce medio del río Tócome, afluente del río Guaire, en el Parque Nacional El Ávila, al norte de la Urbanización Los Chorros de Caracas. Su litología García *et al.* (1995) al estudiar los afloramientos en la localidad tipo señala la presencia de cuatro tipos de rocas cuyo orden de abundancia

aproximado es el siguiente: metagabro de grano fino (40%), metagabro foliado (25%), metatonalita (20%) y metagabro de grano medio (15%). Posee una extensión geográfica en la localidad tipo que forma esta unidad un cuerpo de 0,7 km<sup>2</sup> y la zona donde alcanza su mayor expresión es en el flanco sur del pico Naiguatá con aproximadamente 3 km<sup>2</sup> de extensión (Sabino y Urbani., 1995). La edad se estimó en función de que se encuentra circundado concordantemente con rocas del Esquisto de San Julián del Complejo Ávila y se consideran que esta unidad sea de edad Paleozoico-Precámbrico (Tomado de PDVSA- Léxico Estratigráfico, 2015).

- **Esquistos de San Julián**

Quebrada de San Julián, que nace en la Silla de Caracas y desemboca en el mar Caribe en Caraballeda, estado Vargas. Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo - micáceo -plagioclásico, donde frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico (URBANI & OSTOS, 1989). Las litologías son mármol, cuarcita y diversos tipos de rocas metaígneas (como anfibolita, metagabro, metadiorita, metatonalita y metagranodiorita). El esquisto es de color gris a gris oscuro con tonalidades verdes, meteoriza a tonos pardos, usualmente se presenta muy bien foliado. A escala centimétrica o plurimétrica pueden encontrarse niveles alternos de esquisto y/o gneis con proporciones variables de los minerales esenciales (Urbani et. al. 2015). Descripción estratigráfica de unidades geológicas comprendidas entre Carora y Cabo Codera, adquieren características diferentes en cuanto a color y desarrollo de foliación. El gneis siempre tiene colores más claros que los esquistos, ya que su textura se debe fundamentalmente a la mayor proporción de feldespatos y menor de filosilicatos. Una característica resaltante de ciertos sectores donde aflora el esquisto cuarzo - plagioclásico - micáceo, es que la plagioclasa (albita - oligoclasa) tiene un desarrollo marcadamente porfidoblástico, y cuando su concentración es alta puede enmascarar a la foliación, impartándole a la roca un aspecto moteado. Buenos

ejemplos de esto pueden verse en la cuenca del río Chichiriviche, Vargas (OSTOS 1992), y en la quebrada Vallecito, Carabobo (GRANDE, 1982).

- **Meta granito de Naiguatá**

PDVSA- Léxico Estratigráfico (2015), “...por formar parte de la Asociación Metamórfica Ávila se considera de edad Pre-Mesozoico. La localidad tipo se encuentra en la Fila Maestra de la Cordillera de la Costa en las cercanías del pico Naiguatá, estado Miranda. este tipo de roca, se encuentra como cantos rodados en las quebradas que drenan del pico Naiguatá. WEHRMANN (1972) en su mapa geológico delimita un cuerpo de metagranito en las cabeceras del río Naiguatá, basándose para ello en el hallazgo de cantos rodados de esta roca en el río y la expresión fotogeológica del cuerpo. GARCÍA et al. (1995) y SABINO & URBANI (1995, p. 294) al estudiar el cuerpo ubicado entre Puerta de Hércules y el pico Naiguatá señalan que la roca es un meta-leucosieno granito de grano medio con ligera gneisoidad. La mineralogía promedio es de feldespato potásico (45%), cuarzo (35%), plagioclasa - albíta (15%), biotita (2%) y trazas de epidoto, muscovita, esfena, granate y hematita. Está metamorfizado en la facies de los esquistos verdes, zona de la biotita”.

- **Augengneis de Peña de Mora**

El Léxico Estratigráfico de Venezuela, cita a WEHRMANN (1972); “ amplió la acepción de la “Formación Peña de Mora” definiéndola como un complejo ígneo - metamórfico equivalente lateral, por lo menos en parte, de la “Formación Las Brisas” que prácticamente forma el núcleo de la Cordillera de la Costa, incluyendo augengneis grueso y bandeado, gneis de grano fino a medio, también cuarcita de poco espesor, esquisto cuarzo - muscovítico y ocasionalmente anfíbolita, mármol, así mismo dentro de esa secuencia identifica cuerpos dispersos de rocas metaígneas ultramáficas, máficas y félsicas. Encuentra que el augengneis es de color claro ligeramente verdoso y meteorización marrón claro; los “augen” son mayoritariamente

de feldespatos potásicos, llegando a alcanzar hasta 3 cm de largo y están rodeados por minerales micáceos y cuarzo. Esta unidad se extiende desde la localidad tipo al noroeste de Caracas hacia el oeste hasta la zona de El Cambur en el estado Carabobo, y hacia el este hasta cerca de Chirimena en el estado Miranda. Siempre aflora en zonas de topografía muy abrupta y con grandes pendientes.

- **Fase Tacagua**

PDVSA- Léxico Estratigráfico (2015), “Esta unidad se encuentra ubicada en zonas cercanas a la costa, presentándose como franjas con orientación este a oeste. Ocupa el 6% (135 km<sup>2</sup>) de la región. En los alrededores de Caracas y en el Litoral Central el Esquisto de Tacagua se encuentra cubierto discordantemente con aluvión. Se observa en contacto de falla con las siguientes unidades: Anfibolita de Nirgua, Mármol de Antímamo, Serpentinita, Complejo de San Julián (Falla de Macuto), Augengneis de Peña de Mora y Esquisto de Las Mercedes. Se pueden observar rocas predominantemente verdes por el alto contenido de epidoto y actinolita intercaladas con rocas grises con grafito. Ocasionalmente, el contenido de calcita y grafito aumenta hacia el norte. Son rocas muy foliadas y poco competentes que se presentan aflorando como intercalaciones de esquisto, anfibolita y mármol. La anfibolita puede estar embebida en boudines dentro del esquisto calcáreo. En este conjunto de rocas se encuentran vetas de cuarzo y de calcita. El esquisto calcáreo se caracteriza por su intenso plegamiento de la foliación y por sus vetas de cuarzo y calcita plegadas, de espesor variable entre 1 a 80 cm”.

- **Fase Antímamo**

PDVSA- Léxico Estratigráfico (2015), “Esta unidad se presenta aflorando en cuerpos de variadas dimensiones, métricos a kilométricos, ubicados en mayor proporción en el flanco norte del Macizo del Ávila, siendo más extensos en los alrededores de la región de Carayaca. En general se presenta en cuerpos alargados en



dirección este-oeste. Representa el 2% (55 km<sup>2</sup>) de la zona. El mármol presenta foliación incipiente y en ocasiones se observa embebiendo a boudines de anfibolitas o esquistos epidóticos calcáreos. Frecuentemente se encuentra asociado a rocas anfibólicas. El color predominante del mármol es gris y el esquistos calcáreo con tonalidades más oscuras. En las anfibolitas se observan colores verdes oscuros con puntos rojos de granates. La foliación es variable, observándose mármoles masivos donde la foliación es inexistente y en otros casos se trata de mármoles esquistosos con buena foliación. También se pueden presentar mármoles con bandeamientos gruesos y algo difusos, siendo esta característica más visible en rocas moderadamente meteorizadas. Las anfibolitas son generalmente rocas muy masivas con foliación incipiente, aunque escasamente pueden estar bandeadas con foliación definida”.

### **3.2.CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS**

#### **3.2.1. Drenaje**

“El drenaje presente dentro del área de estudio forma parte de la sub-cuenca del Litoral. La disposición general de los ríos y quebradas en la zona de estudio es de forma subparalela a dendrítica, con una dirección preferencial sur-norte. La parte más alta de los ríos y quebradas bajan encajonados dentro de valles jóvenes con laderas de fuerte pendiente. Hacia la zona costera los ríos principales se ensanchan a causa de la atenuación de la pendiente creando de esta manera depósitos sedimentarios en conos de deyección. Los ríos y quebradas tienen agua todo el año, salvo las quebradas con las menores cuencas entre 12 y 2,5 km<sup>2</sup> como Quebrada Seca, Tanaguarena, Tigrillo, Care y muchas otras menores a 1km<sup>2</sup> presentes en la parte baja y a lo largo de la costa del litoral central. Las cuencas de mayor importancia tienen una extensión en 12 y 26 km<sup>2</sup> y son las de los ríos Cerro Grande, Uria, Naiguatá y Camurí Grande” (Cano y Melo,2001).

### **3.2.2. Relieve**

“El abrupto relieve del Ávila en la costa nor-central de Venezuela posee un desnivel desde 0 hasta 2.765 m (altura del Pico Naiguatá), en una distancia horizontal cercana a los 8 km, teniendo en muchos lugares escarpes que imposibilitan el acceso a ciertas zonas. La línea de cresta de la Cordillera de la Costa, posee una dirección principal E-W, pero a lo largo de su desarrollo presenta una serie de “eses”, producto del patrón de fallamiento NW-SE. En la zona de estudio, el relieve está compuesto por una sucesión de picos redondeados con alturas similares entre los 2.400 y 2.765 m (Pico Oriental, Topo Galindo, Pico Naiguatá, Topo Macanillal y Topo Tacamahaco). Hacia el norte, entre los 1.600 a 2.400 m s.n.m., los ríos son encajonados y las pendientes son cercanas a los 40° producto del sistema de fallas NW-SE. A partir de los 1.600 m hasta llegar a los 300 m s.n.m., el relieve presenta una pendiente de menor ángulo, sin embargo en varias zonas se observan desniveles de hasta 60 m de altura que son representación de escarpes de falla. Luego de los 300 m s.n.m. hasta la costa, la topografía posee formas más redondeadas con pendientes suaves que culminan en zonas de planicies aluvionales y conos de deyección de los ríos principales, existiendo además, zonas de buzamientos altos que representan la terminación de las estribaciones del macizo en la franja costera” (Cano y Melo, 2001).

### **3.2.3. Clima**

Según el Informe Medio-Ambiental del INE, estado Vargas (2013), “La temperatura media de 25,5°C, variando entre 14 - 15 °C en las cumbres del relieve montañoso. Existe una precipitación promedio de 1.057,1 mm., anuales (franja costera) con un patrón de distribución régimen muestra una tendencia bimodal, donde el período lluvioso se desarrolla entre noviembre y diciembre y se descarga el 34,3% de las lluvias, el otro repunte de las precipitaciones es entre julio y agosto y se descarga el 20,7% del total anual; el mes de diciembre es el máximo módulo mensual” (INE, Vargas, 2013).

Los climas presentes en el estado Vargas se clasifican en:

- **Tropical:** Presenta una altitud que varía entre los 0 y 600 m.s.n.m con una temperatura media anual de 25,4 y 26,1 °C. En estos climas han registrado valores medios de precipitación en los siguientes espacios:
  - Puerto Maya - Arrecife (600 mm/anales).
  - Mamo (325 mm/anales).
  - Maiquetía - Anare (600-800 mm/anales).
  - Los Caracas - La Sabana (1.100 – 1.500 mm/anales).
  - Caruao - Chuspa (1.800mm/año).
- **Premontano Bajo y Premontano Alto:** Presenta una altitud que varía entre los 600 y 1600 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 18 y 24°C. En estos climas han registrado valores medios de precipitación en:
  - Carayaca - Petaquire (850 – 900 mm/año).
- **Montano Bajo:** Presenta una altitud que varía entre los 1.600 y 2.400 m.s.n.m.

#### 3.2.4. Vegetación

En el área de estudio se encuentran cinco tipos de vegetación según HUBER (1984), los cuales están íntimamente ligados al relieve, el clima y el suelo, enumerados desde la parte más próxima a la costa hasta la zona más elevada son:

- **Vegetación xerófila:** formada por las especies típicas de las zonas secas (matorrales, plantas espinosas, etc.), sólo encontradas en la falda norte del macizo del Ávila. Esta vegetación se encuentra hasta los 400 m.s.n.m.
- **Vegetación de estación seca:** las especies típicas son arbustos y árboles de madera dura.
- **Bosque de transición:** intervenido por el ser humano, que durante muchos años lo usó para los cafetales, además se han introducido

varias especies no autóctonas para dar sombra y frutas, es común el platanillo. Este tipo de vegetación se encuentra en una pequeña franja que oscila entre los 900 a 1.100 m s.n.m.

- **Bosque nublado:** las copas de los árboles generalmente tienen formas irregulares y no son muy densos, también se encuentran palmas de montaña (araque) y helechos. Gracias a los niveles de humedad altos, las orquídeas y bromelias son abundantes en ramas de las copas de los árboles, esta vegetación se encuentra entre los 1.100 y 2.100 m s.n.m.
- **Sub-páramo:** Esta vegetación es similar al páramo de los Andes, siendo especies de pequeño tamaño muy común, tal como la hierba de páramo.

### 3.3. CONCEPTOS BÁSICOS

#### 3.3.1. Métodos de Explotación a Cielo Abierto

El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente:

- Define los principios generales según los que se ejecutan las operaciones unitarias.
- Define criterios con respecto al tratamiento de las cavidades que deja la extracción.

**Según el “Manual de Minería” (Peru,2010);** La minería a cielo abierto sufrió un importante impulso innovador, al seguir aportando más del 70% de los productos minerales en todo el mundo y la maquinaria que se empleaba paso a evolucionar no tanto en un crecimiento en tamaño, como en la mejora de la fiabilidad de sus componentes y automatización de funciones y mecanismo. Esta evolución se ha traducido en un incremento de los rendimientos, un mejor aprovechamiento

energético, una mayor disponibilidad de la maquinaria y, en esencia, en un abaratamiento de costes.

Entre los métodos de explotación en superficie, se pueden identificar los siguientes:

- Cortas.
- Descubierta.
- Terrazas.
- Contorno.
- Especiales.
- Graveras.
- Canteras.
- Dilución y Lixiviación.
- Dragado.

#### **3.3.1.1. Método Cantera:**

Canteras es el término genérico que se utiliza a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales. Se trata por lo general, de pequeñas explotaciones próximas a los centros de consumo, debido al valor relativamente escaso que poseen los minerales extraídos, que pueden operarse mediante los métodos de banco único de gran altura o bancos múltiples. Este último es el más adecuado, ya que permite realizar los trabajos con mayores condiciones de seguridad y posibilita la recuperación más fácil de los terrenos afectados.

Las canteras pueden subdividirse en dos grandes grupos: el primero, donde se desea obtener un todo uno fragmentado y apto para alimentar a la planta de tratamiento y obtener un producto destinado a la construcción, en forma de áridos, a la fabricación de cemento, etc., y el segundo, dedicado a la explotación de rocas ornamentales que se basa en la extracción cuidadosa de grandes bloques paralelepípedos que posteriormente se cortaran y elaboraran. Estas últimas canteras

caracterizan por el gran número de bancos que se abren para arrancar los bloques y la maquinaria especial de arranque con la que se obtienen planos de corte limpios.

### **3.3.ETAPAS DE EXTRACCIÓN DEL MINERAL**

Las minas a cielo abierto, o también minas a tajo abierto, son las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno, a diferencia de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella. El ciclo de explotación minera se puede definir como una sucesión de fases u operaciones básicas aplicadas tanto al material estéril como el 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. Las fases que engloba el ciclo minero a cielo abierto son, generalmente, las siguientes:

- Perforación.
- Tronadura.
- Carguío y transporte.
- Servicios.

En el caso de EMSOCAMURIVAR, las etapas para la extracción del mineral son tres (3): Arranque, Carga y Acarreo (**“Manual de Minería”; Perú, 2010**)

#### **3.3.1. Arranque**

Es 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.

EMSOCAMURIVAR cuenta con arranque mediante voladuras.

### 3.3.2. Carga

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

EMSOCAMURIVAR cuenta con equipos de carga (Ver Figura 7 y Tabla 1)

Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Capacidad (m3)
Retroexcavadora	1	Shantui	-----	-----
Retroexcavadora	2	XCMG	XE230	1

Tabla 1. Equipos de carga. Elaboración: Propia



Figura 7. Equipo de arranque del mineral (Elaboración: Propia).

### 3.3.3. Acarreo

Esta fase posee 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.

Se base en la extracción o desplazamiento de los diferentes materiales hasta los vertedores, en el caso de los estériles.

Según que el transporte se lleva a cabo dentro de los límites propios de la explotación e instalaciones mineralúrgicas, o fuera de ellas, se incluyen sistemas tales como el realizado por barcos, por ferrocarril, etc.

ENSOCAMURIVAR cuenta con equipos de acarreo (Ver Figura 8 y Tabla 2).

Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Capacidad (m3)
Camión	2	Jac	-----	17
Camión Articulado	1	XCMG	FKY30	-----

Tabla 2. Equipos de Acarreo. Elaboración: Propia



Imagen 8. Equipos de Carga (Elaboración: Propia).

### 3.4.BENEFICIO MINERAL

Proceso o conjunto de procesos por el cual o cuales se separan la mena y la ganga (Según el Servicio Geológico Mexicano,2017).

- **Lavado.** Se elimina el lodo y material orgánico presentes en algunos minerales.



- **Trituración.** Disminución del tamaño de los trozos de roca provenientes de la mina.
- **Molienda.** Reducción del tamaño de partículas relativamente gruesas dejadas por la trituración.
- **Homogenización.** Mezcla de la molienda para compensar las variaciones de la granulometría y composición química.
- **Clasificación.** Separación de una mezcla en dos o más fracciones en base al tamaño.
- **Concentración.** Separación del mineral o metal útil de la ganga.

Actualmente la industria de la construcción depende de forma directa o indirecta de las actividades mineras, ya que los materiales que usan para las edificaciones son agregados de la minería (entre ellos piedra picada, arenas, polvillos, otros), es por ellos que para la venta de estos materiales se debe realizar clasificaciones en sus tamaños, por lo tanto cuando el mineral es extraído del frente de explotación el mismo viene de distintos tamaños y es necesario procesarlo un conjunto de maquinarias que constituyen una plante de beneficio mineral para sacar los tamaños necesarios para su venta.

Cuenta con procesos como:

#### 3.4.1. **Reducción de tamaño:**

Según Kelly (1990). Los métodos de reducción de tamaño pueden agruparse de varias maneras, pero como la reducción ocurre en etapas, el tamaño de las partículas aporta el método primario de agrupamiento. Si el cuerpo mineral es de carácter masivo, el minado o extracción es en realidad la primera etapa de reducción de tamaño, y generalmente se realiza con explosivos, aunque pueden usarse medios mecánicos en los minerales más blandos.

### **3.4.2. Trituración Primaria:**

Es donde se inicia las operaciones de reducción de tamaño, de manera que las máquinas de este grupo deben ser capaces de admitir el trozo más grande de mineral que la mina envíe. Los aparatos que se emplean son diferentes, de acuerdo con la dureza del material a fragmentar, para rocas duras o medianamente duras, se usan las machacadoras de mandíbula y las trituradoras giratorias; para rocas blandas, las trituradoras de cilindro y de impacto. (Peláez, 1981).

La cantera ENSOCAMURIVAR cuenta con una trituradora de mandíbula Hydra.Jaw H3244 Telsmith, la cual realiza la etapa de trituración primaria. Dicha maquinaria cuenta con una apertura de 813 mm x 1,118 mm y puede adaptarse en su reglaje cerrado de 7" (178mm) a 3" (76mm).

### **3.4.3. Trituradora Secundaria:**

Según Peláez (1981), "Proceso que toma el género que descargan las trituradoras primarias una vez clasificados y lo reducen hasta un tamaño que sea apropiado para alimentar los aparatos de molienda o que pueda llevarse a una concentración previa, en tamaño de granzas o gandingas, como es por ejemplo la separación en medios densos. El tamaño máximo de las partículas en la alimentación está comprendido entre 200mm (8") y 100mm (4") mientras que el de la descarga suele ser inferior a 13mm (1/2") si se continúa la fragmentación en molinos. Los equipos que más se utilizan para esta etapa para trituración secundaria fina, donde el objetivo es una 26 gran cantidad de finos (arena artificial, alimentación de molinos, etc.) son los conos y trituradoras de rodillos".

En la cantera EMSOCAMURIVAR en su sistema de trituración secundaria cuenta con una trituradora tipo cono de modelo 44 Telsmith SBS, con un ajuste de alimentación 6- 1/2" (165mm) y una salida desde 1/2" (13mm) a 1- 1/4" (32mm).

#### 3.4.4. Cribado:

Los fines que se persiguen con el cribado o clasificación por dimensión, pueden ser (Según Peláez, 1981):

- Separar del género la fracción mayor de tamaño determinado, como cuando se retiran de las zafras los trozos demasiados grandes para la alimentación de las quebrantadoras o se limita el tamaño máximo de los productos de la trituración secundaria, en los circuitos cerrados.
- Separar la fracción menor de un tamaño dado, por ejemplo, al retirar de la alimentación de las máquinas de trituración lo que no necesita pasar por ellas, por ser ya de tamaño inferior a su descarga, al tiempo que se evita realizar un trabajo inútil el rendimiento.
- Dividir el género en grupos, por tamaños. Esta operación se aplica, por ejemplo, antes de la separación llamada concentración gravimétrica, (donde se separa el útil aprovechando su densidad) pues si cada uno de estos grupos alimenta la correspondiente máquina de concentración esta podrá regularse y trabajar mejor que si hubiese recibido el género sin clasificar.
- Dar productos comerciales en los casos en que el tamaño sea una de las condiciones de venta como ocurre con el feldespató, carbón o la piedra picada para concreto, por ejemplo.

También cuentan con una mesa de cribado cuyo modelo es Telsmith Vibro-King TL, con paños de 1",  $\frac{3}{4}$ " y  $\frac{7}{16}$ ", para la clasificación de tres productos para la venta (Ver Figura 9).



Figura 9. Vista de la planta desde el Alimentador. Elaboración: Propia.

### **3.5.AGREGADO PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Agregado, según la ASTM es aquel material granular el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Los agregados para la construcción que se producen y comercializan en EMSOCAMURIVAR son:

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

### 3.6.INDICADORES CLAVES DE PRODUCCIÓN O KPI

Todas las actividades que indiquen cualquier tipo de organización deben cuantificarse a través de parámetros para la toma de decisiones, con el fin de cumplir con los objetivos planteados y lograr evaluar los resultados de los mismos. Para ellos tenemos los KPI o indicadores clave de producción “son mediciones financieras o no financieras que se utilizan para medir el grado de cumplimiento de los objetivos previamente establecidos, generalmente están contenido en el plan estratégico de la organización y reflejan su rendimiento en un periodo determinado, ...”; (Cano Carlos, 2017).

El manejo de los KPI, está basado en la distribución de tiempos. La base de esta distribución de tiempos es la definición de cada razón de tiempo.

#### **Definición de los tiempos:**

- **Tiempo Operacional (TO):** Este 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. También se conoce como *Tiempo stand by*.
- **Tiempo Total (TT):** Es la suma de TO, TR y TD; También se conoce como horas de presencia.

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

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

$$Dm = \frac{TO}{(TO+TR)} \text{ (Ecuación 1)}$$

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

$$Df = \frac{(TO+TD)}{TT} \text{ (Ecuación 2)}$$

Otros indicadores, utilizados también en esta investigación son:

- **Uso de la Disponibilidad:** es un factor que puede medir el record de cuán eficiente es una operación en la que se hace uso del equipo.

$$Ud = \frac{TO}{(TO+TD)} \text{ (Ecuación 3)}$$

- **Uso Efectivo:** es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.

$$Ue = \frac{TO}{TT} \text{ (Ecuación 4)}$$

## CAPITULO IV

### 4. MARCO METODOLÓGICO

Según Arias (2005) explica el marco metodológico como el “Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.16). Este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medios de investigaciones relacionadas al problema.

#### 4.1. Nivel de la Investigación

Según Arias (2005) “Se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa. En cualquiera de los casos es recomendable justificar el nivel adoptado.

Según el nivel, la investigación se clasifica en:

- **“Investigación Exploratoria:** *es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto poco conocido o estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto”* (Arias, 2005 pag.23)

#### 4.2. Diseño de la Investigación

La investigación que se realizó en la cantera EMSOCAMURIVAR es de tipo Investigación de Campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”. (Arias, 2005)

#### 4.3.Sujeto de Estudio

La presente investigación tienes como objeto de estudio la cantera Camurí Grande de EMSOCAMURIVAR.

#### 4.4. Procedimiento Experimental

Dentro de la investigación, se usaron herramientas en el área de campo como lo fueron, calculadoras, libreta de campo bolígrafos, teléfonos para tomar fotografías, un clinómetro y una cinta métrica.

Se tomaron fotos y videos de las actividades que se realizaban en mina.

A continuación, se presenta en la Figura 10 de cómo se realizaron los diagnósticos en las diferentes áreas de la Cantera:

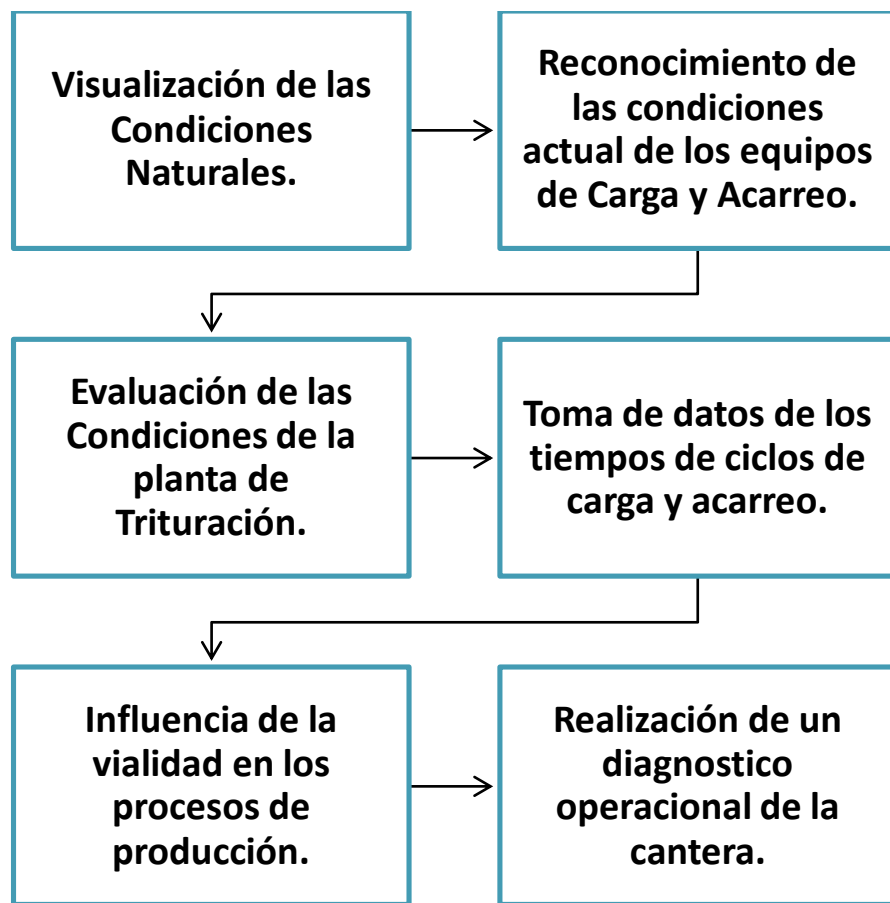


Figura 10. Proceso Experimental realizado en el sitio de estudio, Elaboración Propia.



## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se presentan los resultados de la investigación, aquellos conseguidos mediante la recolección de datos en campo, los cuales se muestran de manera sencilla para exponer lo obtenido en el trabajo y analizar la información conseguida para reconocer si satisface las exigencias de la problemática de la investigación planteada anteriormente.

#### **5.1. Afectación de los factores naturales en las operaciones**

Como se expuso anteriormente la cantera Camurí Grande se encuentra ubicada en el estado Vargas el cual cuenta con un clima seco denominado clima árido, donde las precipitaciones son poco frecuentes, lo cual beneficia directamente la práctica de las actividades mineras.

A pesar de ello la ubicación particular de la Cantera la hace extremadamente susceptible ante cualquier situación climatológica fuera de lo habitual, ya que todas sus instalaciones, aquellas del personal de la mina, la planta de procesamiento de mineral, la planta eléctrica y los equipos, se encuentran entre dos causes de río (Ver Figura 11), que aunque cuentan con un grupo importante de gaviones, son comunes los episodios de crecidas de los ríos que llegan a superarlos y a poner en riesgo todo los bienes de la Empresa. Inclusive la Empresa posee actualmente equipos que se han perdido totalmente por enterramiento a causa de inundaciones que han acontecido y afectado en años pasados.



Figura 11. Cauces que rodean a las instalaciones de la Cantera y su único puente de acceso.

Fuente. Google Earth.

En el periodo comprendido en los meses de febrero, marzo y abril, en el cual se realizó el estudio del presente trabajo, ocurrió inesperadamente un fenómeno de ciclón tropical el cual alteraba profundamente las condiciones climatológicas en la región. Debido a ello se percibieron las afectaciones directas e indirectas a la práctica de la minería y como la Empresa solventa o responde ante sucesos riesgosos fuera de lo común.

En la Cantera sucede que las operaciones como también todos los trabajos que se realizan cesan cuando ocurren precipitaciones, y el periodo de tiempo en el cual no se mantiene operativa la mina depende de la duración de la lluvia y de la cantidad de pluviosidad, y se debe esperar a:

- La vía sea transitable por los equipos de acarreo, ya que esta es solo el suelo desprotegido y tampoco cuenta con ciertos parámetros técnicos que puedan ayudar a la canalización del agua, y al utilizar un camión convencional este no puede operar sin someterse a un contexto de alto riesgo que pueda ocasionar daños o la pérdida del equipo y que ponga en riesgo la salud del operador.
- La planta este apta para el reinicio de su actividad, ya que por la exposición a la intemperie, la antigüedad de los equipos y las muchas y diversas modificaciones que se le han hecho para mantenerla operativa, una pequeña cantidad de agua que ingrese al sistema de trituración mientras se encuentra en funcionamiento puede causar daños en la planta lo que afectaría grandes pérdidas para la empresa, desde el tiempo y recursos que se deben invertir para la puesta en marcha de la planta como el tiempo que no se produciría material para la venta.

En diversas oportunidades estos eventos de lluvias ocasionan la pausa de las actividades en periodos de tiempo entre una a tres horas pero que incluso pueden ser de un turno de trabajo completo.

Además de lo expuesto anteriormente también se observan afectaciones a causa de los factores naturales que van más allá de la pérdida de productividad y la pausa de las actividades, esto sucede cuando las precipitaciones son muy abundantes, generalmente causadas por fenómenos poco comunes pero que se deben tener presentes. En dichas circunstancias las precipitaciones causan crecidas de los ríos que superan todos los muros de gaviones y estas crecidas pueden ingresar a la zona donde se encuentran las oficinas, los equipos, las pilas de material y la planta de trituración, y causar daños importantes.

La Empresa también se hace propensa a la ocurrencia de estos incidentes debido a las prácticas para la apertura de la vialidad, realizadas en el pasado y

llevadas a cabo por anteriores empresas que trabajaron en el yacimiento. Dichas prácticas contaban con una incorrecta disposición de la cubierta vegetal, la cual fue depositada directamente en el cauce del río, como se puede observar en la Figura 12. Esta mala disposición a su vez influye directamente en el flujo del cauce y en su comportamiento, como también en la canalización del agua.



Figura 12. Obstrucción del cauce del río. Elaboración: Propia.

Para evitar lo expuesto anteriormente la Empresa decide retirar el puente de acceso por el que por debajo corre el cauce del río Miquilena, para así no obstruir el flujo del agua y poder canalizar el flujo hacia la salida con el mar. La consecuencia inmediata de esto es que se pierde el acceso a la mina, por lo que posteriormente se debe reconstruir y esto causa la pérdida de al menos un día de trabajo. De la misma forma se debe evaluar la situación de los equipos dentro de la mina y ejecutar las operaciones auxiliares correspondientes para retomar las actividades.

Para desglose de lo previamente expuesto, se presenta la tabla 3 con las posibles consecuencias de un periodo climatológico no favorable:

<b>Sujeto de la afectación</b>	<b>Causa de la susceptibilidad</b>	<b>Consecuencia de la afectación</b>
Vialidad de la cantera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de parámetros técnicos.</li> <li>• Cercanía y cruce con grandes cuerpos de agua.</li> <li>• Realización paupérrima de las operaciones auxiliares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralización de las actividades de acarreo de material.</li> <li>• Necesidad de operaciones auxiliares previas al reinicio de las labores.</li> </ul>
Equipos de la cantera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición directa a la intemperie y falta de un lugar para situar y conservar los equipos, de manera segura.</li> <li>• Modificaciones realizadas a los equipos de la planta de beneficio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralización de la planta de beneficio.</li> <li>• Posibilidad de pérdida de equipos por enterramiento.</li> </ul>
Instalaciones de la cantera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación desfavorable de las instalaciones.</li> <li>• Desarrollo de accesos con carencia de factores técnicos.</li> <li>• Obstrucción del flujo de los causes de río.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de inundación de las instalaciones.</li> <li>• Posible necesidad de demolición y reconstrucción del acceso a las instalaciones.</li> </ul>
De manera general	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de planificación.</li> <li>• Falta de equipos adecuados para las operaciones auxiliares.</li> <li>• Mala praxis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdidas en la productividad, tiempo y capital de la empresa.</li> </ul>



Tabla 3. Consecuencias de periodo climatológico no favorable. Elaboración: Propia.

## 5.2. Condición actual de las vías y el frente de explotación.

En la figura 13 se puede apreciar la longitud y tramos en los que está dividida la vía de acceso desde la planta de beneficio mineral hasta el frente de explotación.

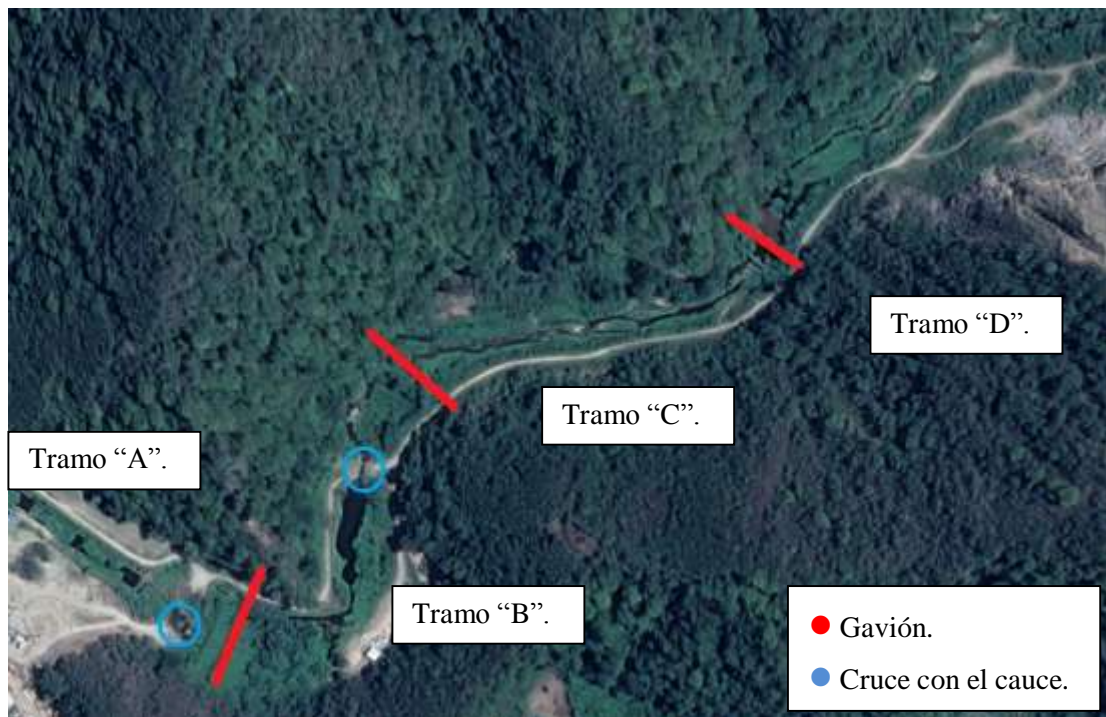


Figura 13. Tramos de la vía que conecta la planta de trituración y el frente de explotación. Fuente, Google Earth.

La vialidad interna de la Cantera es sencilla y cuenta con una sola vía adyacente al cauce del río que conecta la planta de beneficio mineral con el frente de explotación con una longitud total de 1.114 metros y un ancho promedio de 6 metros, esta vía se desglosa en cuatro tramos que son separados entre sí debido a la presencia de los muros de gaviones. Los muros de gaviones causan pendientes muy pronunciadas debido a que hay una diferencia importante de altura de la vía con respecto a estos muros que generan pendientes de entre 16% a 18%. Estas pendientes

no son un problema para el viaje de los camiones cuando no acarrean material, pero en el retorno de estos el camión tiende a deslizar (Figura 14) por lo que el operador requiere experticia para evitar cualquier incidente, también ocurre lo mismo en la pendiente del primer tramo justo al inicio y en la llegada al lugar de descarga de material.

En la siguiente tabla 4 se muestran las características de cada uno de los tramos para un mejor entendimiento de lo anteriormente descrito.

<b>Vialidad hacia el frente de explotación</b>					
Tramo	Longitud (m)	Pendiente (%)	Pendiente en el gavión (%)	Drenaje	Berma
A	238	4	17	NO	NO
B	302	5	18	NO	NO
C	338	5	17	NO	NO
D	236	8	16	NO	NO

Tabla 4. Descripción de las vías. Elaboración: Propia 2018.



Figura 14. Vialidad por donde deben ser conducidos los equipos a través del cauce del río. Elaboración: Propia.

También se deben reconocer dos aspectos que influyen en la vía y que determinan si la vía es transitable o no. Primero, como se observa en la figura 13, la vía cruza dos veces el río por lo que los equipos deben ser conducidos a través del propio cauce del río, como se puede ver en la figura 14; segundo, además de ello, la cercanía del río con la vía, la falta de ciertos parámetros técnicos en la misma para la canalización del agua y la altura relativa del agua, hacen susceptible a la vialidad ante cualquier circunstancia que ocasione que no pueda ser transitada, como también que sufra daños que tengan que ser solventados antes de poder volver a ser transitable, como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Altura relativa del agua del cauce con respecto a la vialidad. Elaboración: Propia.

Por otra parte, el frente de explotación, donde se realizan actualmente las operaciones de carga y acarreo de material se encuentra en una situación indeseable y



muy lejos de lo que la Empresa traza como objetivo. La Cantera tiene como intención acondicionar el frente de tal modo que se pueda ejecutar una minería por el método de canteras para la obtención de bloques de mármol de calidad que puedan posteriormente ser trabajados con facilidad, para lo cual se requiere un frente bien definido y lo más homogéneo posible.

La situación actual de la Cantera consta de un frente no definido y cubierto casi en su totalidad por rocas de tamaños muy diversos que en la mayoría de los casos son imposibles tanto de cargar y acarrear como de triturar en la planta, por lo que se debe realizar una selección previa a la carga del material al camión, lo que a su vez retrasa el trabajo de limpieza del frente. En la figura 16 se puede apreciar la dimensión de algunos de los bloques de rocas que se encuentran en el frente de explotación con respecto a los equipos utilizados para las operaciones unitarias en la mina y de cómo se organizan estos bloques para poder retirarlos para su aprovechamiento.



Figura 16. Vista lateral del frente de explotación. Elaboración: Propia.

Estos tamaños de bloques fueron ocasionados por una voladura realizada en agosto de 2016 de la cual se aprecian vestigios en algunos bloques de roca como se puede apreciar en la figura 17. Para poder trabajar estos bloques de gran tamaño la empresa plantea la utilización de un martillo hidráulico para posteriormente continuar con el retiro del material que cubre el frente como se realiza de manera usual.



Figura 17. Vestigio de voladura realizada en la cantera Camurí Grande. Elaboración: Propia.

De la misma forma, en el frente de explotación se puede percibir con facilidad la forma de “P” que posee el relieve. Por encima del patio de operaciones, en la parte superior del banco que se muestra en la figura 16, se llega a estar por debajo del relieve de la roca, es decir, el ángulo del talud llega a los  $90^\circ$  y supera el umbral de la verticalidad a medida que se continua la elevación, lo que representa una situación de inseguridad y una posible condición de inestabilidad. Para ello la empresa se encuentra aperturando una vía que tiene como meta la apertura de un nuevo frente, como también alcanzar el tope de la montaña para poder modificar el perfil topográfico mediante la realización de perforaciones en el tope de la montaña para separar el tope de pendiente abrupta y dejar caer el material para posteriormente ser retirado del frente y finalmente poder continuar con mayor facilidad las labores de adecuación del frente de explotación.

### 5.3. Equipos para las operaciones unitarias

Para la realización de las operaciones de carga y acarreo de material, como la apertura de nuevos frentes y las operaciones auxiliares, la Cantera cuenta con los siguientes equipos para cada una de las diferentes actividades que se requieran, véase tabla 5.

Equipo	Cantidad	Operativos
Retroexcavadora XCMG-XE-230	2	2
Retroexcavadora SHANTUI	1	1
Camión Jac 16m	2	2
Camión articulado XCMG-FKY30	1	0
Minicargador CAT 226B	2	1

Tabla 5. Equipos existentes en cantera Camurí Grande. Elaboración: Propia.

Para describir el desempeño, tanto de forma cualitativa como cuantitativa de cada uno de los equipos de manera sistematizada, a continuación, se describen cada una de las labores que desempeñan cada uno de los equipos para posteriormente presentar los resultados de los indicadores clave de producción y lograr una descripción plena.

- **Excavadoras XCMG-XE-230 Y SHANTUI**

Las retroexcavadoras que se utilizan en la Cantera efectúan labores diferentes y en ubicaciones distintas, en el caso de las excavadoras XCMG-XE-230, este si tiene contacto con el material de interés y realizan operaciones de carga, mientras que la excavadora SHANTUI es utilizada para las labores de apertura del próximo frente de explotación. La excavadora SHANTUI es el único equipo que realiza este tipo de labores en la Empresa por lo que el progreso de la construcción de la nueva vía depende completamente de este equipo.



Las excavadoras XCMG-XE-230 son utilizadas para la carga del material, una excavadora trabaja en el frente de explotación y la segunda trabaja en la planta de beneficio mineral. La excavadora que opera en el frente de explotación no solo realiza labores de carga, sino que también el operador debe seleccionar y clasificar el material en el frente de explotación para ubicar el material de granulometría tolerable por la trituradora separado del material no admisible por está y así cargarlo en el equipo de acarreo, así como se aprecia en la figura 18. La segunda excavadora de este tipo opera junto a la alimentadora de la planta y solo cuenta con dos tareas, la primera, situar y posicionar el material acarreado de forma que sea cómoda la carga y depositación de ese material dentro de la alimentadora, la cual es su segunda tarea.



Figura 18. Excavadora clasificando el material por tamaños, a su izquierda el considerado admisible por la planta. Elaboración: Propia.

#### **5.4.Equipos de acarreo.**

Años atrás la Cantera contaba con camiones articulados XCMG-FKY30 los cuales con el pasar del tiempo se deterioraron y fueron siendo reemplazados con

camiones convencionales Jac de 16 m<sup>3</sup>, actualmente la Cantera cuenta con un solo camión articulado que se propone restaurar. Los camiones convencionales Jac no permanecen en la Cantera durante las horas fuera del turno de trabajo y la responsabilidad del equipo recae en el operador el cual utiliza el camión para dirigirse diariamente a la cantera. Las operaciones de acarreo constan básicamente de dirigirse al frente de explotación, cargar el material y depositarlo próximo a la planta de trituración. El tiempo promedio que se requiere para realizar un ciclo completo es de 25 minutos con 16 segundos, el cual se desglosa en la tabla 6 mostrada a continuación:

<b>Distribución de tiempos promedio de ciclo</b>	
<b>Acción</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Viaje sin material	7,18
Maniobra	0,85
Carga	9,47
Viaje con material	6,2
Descarga	2,25
Retrasos	0,43
<b>Total</b>	<b>26,38</b>

Tabla 6. Distribución de tiempos promedio de ciclo. Elaboración: Propia.

### **5.5.Equipos para las operaciones auxiliares.**

Las operaciones auxiliares en la Cantera son competencia de los minicargadores CAT 226B, de los cuales la Empresa actualmente solo dispone de uno de ellos debido a que el otro equipo se encuentra en reparación. Estos equipos generalmente se ocupan de mantener la zona donde se encuentran las instalaciones de la mina, la vialidad, la planta de trituración y las pilas de material, de manera adecuada y favorable para la ejecución de las otras operaciones. El equipo funciona convenientemente, aunque presenta un inconveniente particular y se debe al tamaño

del equipo el cual es muy reducido por lo que generalmente en las zonas de alta inclinación en la vialidad es inviable realizar estas operaciones con este equipo, por lo que en algunos casos muy particulares y en los que no se pueda solucionar la situación con el minicargador, se suele utilizar la excavadora SHANTUI para solventar eficientemente.

### 5.6. Indicadores clave de producción de los equipos de la cantera Camurí Grande

Mediante la recolección de datos en campo se obtuvo la información que se muestra en la tabla 7 a continuación:

<b>Equipo</b>	<b>Tiempo de operación (TO)</b>	<b>Tiempo de reparación (TR)</b>	<b>Tiempo disponible (TD)</b>	<b>Tiempo total (TT)</b>
<b>Retroexcavadora XCMG-XE-230 (A)</b>	1665	155	580	2400
<b>Retroexcavadora XCMG-XE-230 (B)</b>	920	137	1343	2400
<b>Retroexcavadora SHANTAI</b>	1440	140	820	2400
<b>Camión Jac (A)</b>	1350	740	310	2400
<b>Camión Jac (B)</b>	840	345	1215	2400
<b>Camión articulado XCMG-FKY30</b>	0	2400	0	2400
<b>Minicargador CAT 226B (A)</b>	1020	152	1228	2400
<b>Minicargador CAT 226B (B)</b>	0	2400	0	2400

Tabla 7. Tiempo de los programas y actividades estudiados. Elaboración: Propia.

Con la utilización de los datos presentados anteriormente se efectuó el cálculo de los indicadores clave de producción de los equipos de la Cantera y se obtuvieron los resultados que se presentan en la tabla 8 a continuación:

<b>Equipo</b>	<b>Disponibilidad mecánica (Dm)</b>	<b>Disponibilidad física (Df)</b>	<b>Uso de la disponibilidad (UD)</b>	<b>Uso Efectivo (UE)</b>
<b>Retroexcavadora XCMG-XE-230(A)</b>	91.48	93.54	74.16	69.38
<b>Retroexcavadora XCMG-XE-230(B)</b>	87.04	94.29	40.65	38.33
<b>Retroexcavadora SHANTAI</b>	91.14	94.17	63.72	60.00
<b>Camión Jac (A)</b>	64.59	69.17	81.33	56.25
<b>Camión Jac (B)</b>	70.89	85.63	40.88	35.00
<b>Camión articulado XCMG-FKY30</b>	0.00	0.00	-	0.00
<b>Minicargador CAT 226B (A)</b>	87.03	93.67	45.37	42.50
<b>Minicargador CAT 226B (B)</b>	0.00	0.00	-	0.00

Tabla 8. Indicadores clave de producción. Elaboración: Propia.

Subsiguiente al cómputo de los indicadores clave de producción y evaluando la ejecución de las operaciones y el uso de los equipos, de forma cuantitativa y cualitativa mediante el análisis de los resultados y la observación en campo respectivamente, se reconoce que:

1. Los valores obtenidos de la disponibilidad mecánica demuestran que los equipos pasan poco tiempo en reparación, esto se debe a que no se realiza un mantenimiento preventivo de ninguno de los equipos en la Cantera y solo se actúa sobre el equipo cuando este aparenta algún fallo o avería.
2. Considerando solo los equipos operativos se nota una alta disponibilidad física promedio igual a 88,41%, aunque este valor tiende a caer por la baja disponibilidad física de uno de los camiones Jac de la Cantera.
3. Finalmente con respecto al uso de la disponibilidad y al uso efectivo de los equipos podemos considerar que, a pesar que la cantera goza de los equipos como



para realizar un trabajo eficiente este se ve afectado por la falta de organización y planificación, y también por la gran cantidad de fallas e interrupciones que sufre la planta de trituración, ya que a esta interrumpir su proceso de beneficio generalmente no se continúan las labores de acarreo de material al menos que en la zona de almacenamiento se requiera mucho material.

En general se podría pensar que solo con una mejor organización de las actividades diarias aumentaría la capacidad de producción de la Cantera, pero es verídico que por el hecho de que el sistema de trituración no funciona correctamente, los equipos que efectúan las operaciones unitarias dentro de la empresa tienden a caer en inactividad. No obstante, con una mejor planificación este tiempo de desocupación de los equipos se reduciría notablemente.

#### **5.7.Determinación de la capacidad productiva de la planta y KPI de la planta**

La cantera Camurí Grande cuenta con una planta de beneficio mineral diseñada para una producción teórica de 300 ton/hora, o de 120 m<sup>3</sup>/hora, conformada por los equipos: (1) Alimentador 42x18 VDF Telsmith; (2) Mandíbula Telsmith H3244; (3) Clasificador Telsmith Vibro-King TL; (4) Cono 44 Telsmith. La disposición de los equipos que conforman el sistema de trituración se ejemplifica en la figura 19 a continuación.

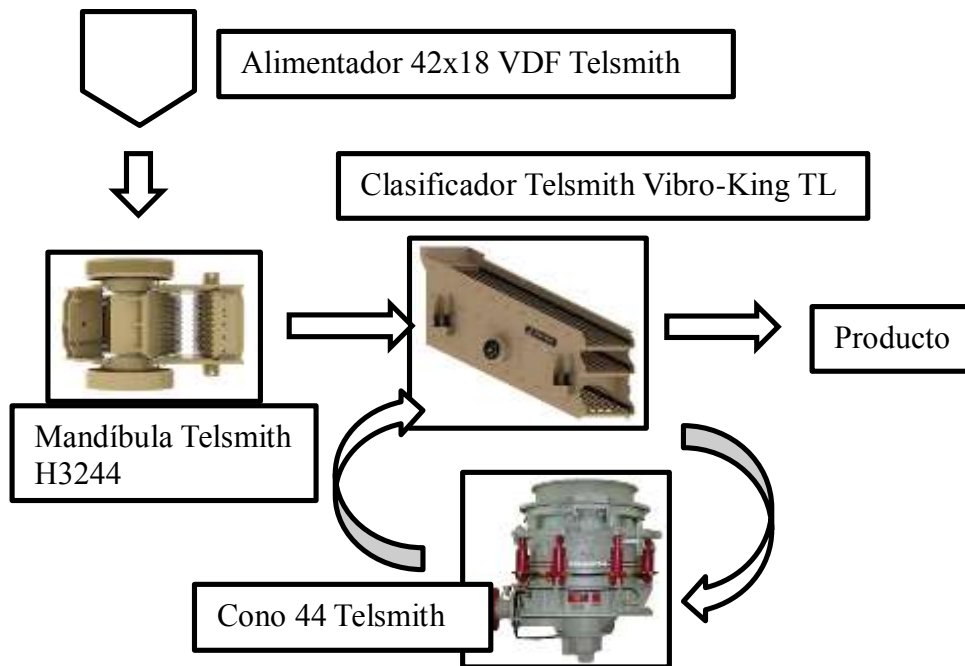


Figura 19. Sistema de trituración. Elaboración: Propia.

La planta de beneficio no se mantiene encendida durante todo el turno de trabajo, la planta pudiese llegar a funcionar continuamente sin presentar fallas mecánicas a lo largo de dos turnos, pero generalmente se debe detener tanto la alimentación como el funcionamiento de la trituradora de mandíbula y del clasificador, ya que el material satura la trituradora de cono y esté rebosa. Estas interrupciones en el funcionamiento del sistema de trituración se deben a que se acumula una cantidad de carga circulante, que aumenta progresivamente, que no puede ser correctamente triturada por la trituradora de cono. Estas situaciones ocurren debido al gran desgaste que presentan los equipos que conforman el sistema, se observa que la mandíbula no realiza la trituración, véase figura 20, y gran cantidad del material sin ser triturado fluye a través de las placas, por lo que continúa directamente al clasificador y posteriormente al cono. Además de ello, el clasificador debe soportar la caída de material con una granulometría mayor a la que se pretende sobre sus mallas, dicho material causa roturas en las mallas y trae como consecuencia deficiencias en la clasificación del producto final.



Figura 20. Desgaste presente en la trituradora de mandíbula. Elaboración: Propia.

La excavadora XCMG-XE-230 que tira material en el alimentador, vierte un promedio de quince veces al cabo de una hora lo que equivale a  $15\text{m}^3$  de material, lo que equivale a un 12,5% de uso de la capacidad instalada, el cual es un valor inaceptable, que evidencia el mal funcionamiento del sistema de trituración a causa de su situación de precariedad. De la misma forma se pudiese pensar que en un turno de trabajo completo se produciría un aproximado de  $120\text{m}^3$ , lo cual no sucede ya que la Empresa limita su producción al volumen total de los encargos de material que tenga la Empresa para la semana.

## CONCLUSIONES

Cumpliendo con los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación, hemos logrado concluir que:

- Una mala ubicación de los accesos al sitio de estudio como, por ejemplo, el mismo se encuentra entre dos cauces de ríos, es un gran impedimento para realizar operaciones luego de acontecimientos naturales tales como ciclones, lluvias torrenciales, etc.
- La obstrucción de los cauces y la forma actual en la que se presenta el relieve en el frente de explotación, representan un gran riesgo para la Cantera, por lo que son situaciones que deben ser solventadas de manera inmediata.
- La falta de mantenimiento en los equipos operacionales, es una falla que a la larga afecta el avance en cuanto a productividad, ya sea por escasos presupuestos o simplemente porque no se hay forma de repararlos, por ser equipos obsoletos o proveedores fuera del país.
- En cuanto a niveles de producción obtuvieron indicativos que, a pesar de las condiciones de los equipos de carga y acarreo (equipos operacionales), demuestran una alta disposición para la producción, solo que su uso efectivo no es tan alto.
- A pesar de estar ubicada y ensamblada para una alta producción, la planta de trituración solo cuenta con el 12,5% de su carga de trabajo por hora, debido a la saturación por la carga circulante dentro del sistema, y a pesar de ello comúnmente la producción no alcanza dicho valor.

- Se considera que los niveles de producción de la Cantera podrían ser elevados luego de tomarse un tiempo para evaluar y crear un plan de reestructuración de las actividades que se realizan en la Mina y un plan de mantenimiento preventivo, ya que los equipos debido a sus condiciones no están aptos para trabajar en su totalidad, aunque haya disponibilidad física, el uso y la situación de los mismos también lleva al deterioro lo que finalmente hace que la reparación sea casi imposible, logrando con esto bajos niveles de producción.
- Finalmente se piensa que la Cantera requiere un vasto esfuerzo e inversión para la adecuación de las áreas de trabajo para la realización correcta de labores mineras en un entorno seguro, las cuales puedan producir un beneficio para la empresa de manera eficiente, de otra forma no se debería prologar la ejecución de las labores si se le hace omisión a dichas condiciones.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un inventario de las condiciones de los equipos de carga y acarreo, como también un plan rutinario de mantenimiento en donde se pueda cuantificar el nivel de deterioro de los mismos y si es posible determinar su reemplazo.
- Se recomienda el reemplazo de equipos de acarreo con nuevas adquisiciones las cuales puedan trabajar eficientemente, para garantizar una mayor disponibilidad y uso efectivo de los mismos.
- Realizar un uso adecuado de la disposición de la cubierta vegetal, ya sea como donación para áreas recreativas de la Universidad Simón Bolívar, sede del Litoral.
- Construir e implantar parámetros técnicos para la canalización de agua en la Cantera, así como la realización de torrenteras.
- Corregir la condición de inestabilidad, considerando los parámetros técnicos para la realización de taludes estables, presente en el relieve adyacente al frente de explotación.
- Al realizar el reemplazo de los equipos que integran la planta de trituración, realizar un estudio de caracterización para comprar forros resistentes a la abrasión.
- Acondicionar la vialidad con los parámetros técnicos necesarios, con la finalidad de alargar la vida útil de los equipos de carga y acarreo y mantener un ritmo de producción constante.

- Supervisar constantemente a los operadores de los equipos de carga y acarreo, para disminuir los tiempos de demora y garantizar la correcta ejecución de las labores.
- Dictar talleres del uso correcto y eficaz de los equipos, logrando con ellos la concientización, con respecto al uso, mantenimiento e importancia de los equipos para la producción de la Cantera.
- Se recomienda adiestrar a los operadores de los equipos, así como también al personal para la restauración y mantenimiento de los equipos, o en su defecto incorporar personal mecánico.

## BIBLIOGRAFÍA

Cano y Melo (2001). *Reconocimiento Geológico Entre Las Cuencas De Quebrada Seca y Río Care, Estado Vargas* (Tesis en PDF). Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Consultada: mayo 2018.

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

Errol Kelly (1990). Introducción al procesamiento mineral

Fidias Arias (2005). Proyecto de investigación, introducción a la Metodología Científica

Huber O. 1984. Mapa de vegetación de Venezuela. Oscar Todtmann editores, Caracas, s/p.

Instituto Costarricense del cemento y el concreto (2017). *Normas ASTM para cemento y concreto*. (Archivo PDF)

Léxico Estratigráfico (SFDP) *Formaciones Geológicas*, Disponible en: [www.pdv.com/lexico/2edic/a330e.html](http://www.pdv.com/lexico/2edic/a330e.html) (Fecha de consulta: mayo de 2018).

Manual de Minería, Perú (2010). *Métodos de Explotación a Cielo Abierto*. (Archivo en PDF).

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

Servicio Geológico Mexicano (2017). *Beneficio Mineral*. Disponible en: [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones\\_geologicas/Beneficio-y-transformacion--minerales.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Beneficio-y-transformacion--minerales.html) (Consultado: mayo de 2018).



Situación física del estado Vargas (2013). (Página web en Línea). Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/documentos/see/sintesisestadistica2013/estados/vargas/documentos/situacionfisica.htm>

Urbani Franco (2002). *Integración de la geología del estado Vargas y del flanco Sur del Macizo del Ávila al norte de Caracas*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/49180566\\_Integracion\\_de\\_la\\_geologia\\_del\\_estado\\_Vargas\\_y\\_del\\_flanco\\_Sur\\_del\\_Macizo\\_del\\_Avila\\_al\\_norte\\_de\\_Caracas?\\_sg=Yz9t3z8iuo6Ik00Mwm9vz7bgBJM3UyL\\_8odvxubqH2fmsJxY7-q5813upz92CVzM2Bbcu175vQ](https://www.researchgate.net/publication/49180566_Integracion_de_la_geologia_del_estado_Vargas_y_del_flanco_Sur_del_Macizo_del_Avila_al_norte_de_Caracas?_sg=Yz9t3z8iuo6Ik00Mwm9vz7bgBJM3UyL_8odvxubqH2fmsJxY7-q5813upz92CVzM2Bbcu175vQ) (Consultado: junio de 2018).