



**UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

# **SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE AGREGADOS APLICADO A LA CANTERA BORCONS**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**  
ABRIL ORDOÑEZ MAURICIO BOLÍVAR  
**TUTOR:**  
PhD. OLGA ROA





## **CERTIFICACIÓN FINAL DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del estudiante Mauricio Bolívar Abril Ordóñez, que cursa estudios en la escuela de Ingeniería Civil, dictado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Espíritu Santo, UEES.

### **CERTIFICO:**

Que he revisado el trabajo de titulación con el título: SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE AGREGADOS APLICADO A LA CANTERA BORCONS, presentado por el estudiante Mauricio Bolívar Abril Ordóñez con cédula de ciudadanía No. 0105382741, como requisito previo para optar por el Grado Académico de Ingeniero Civil, y considero que dicho trabajo investigativo ha incorporado y corregido las sugerencias y observaciones solicitadas por los miembros del tribunal, por lo tanto reúne los requisitos y méritos suficientes necesarios de carácter académico y científico, para presentarse a la defensa final.

**Tutor:** Ing. Olga Beatriz Roa Medina, PhD.  
Samborondón, septiembre 2019



## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios, por ser quien me ha dado la oportunidad de cumplir todos los propósitos que me he fijado y a mis padres por brindarme los recursos necesarios para poder cumplir mis metas.

Dedico también mi trabajo de investigación a todos los que me apoyaron en su desarrollo como tal e hicieron posible que culmine el propósito que me propuse al inicio de esta carrera.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por haberme dado la oportunidad de poder educarme en esta universidad y por darme el apoyo en todo momento, estando siempre presentes e inculcándome buenos valores en mi vida para afrontar los retos que se me presenten.

Agradezco a mi abuelo quien fue la persona que me guió a elegir esta carrera de estudio y hoy que la culmino me siento satisfecho de haber escuchado sus consejos.

Agradezco a muchos compañeros y amigos de la carrera con quienes pasamos muchos momentos duros de estudios y me apoyaron cuando necesité de ellos.

De manera muy especial agradezco a mi tutora de tesis, la PhD Olga Roa no solo por el apoyo incondicional brindado en la realización de mi investigación, sino por ser un ejemplo de compromiso, perseverancia y honestidad en el ámbito profesional, valores cultivados que me llevo de aquí en adelante.

Por último agradezco a los profesores de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo que me aportaron conocimiento y permitieron desarrollarme como persona y profesional.



## RESUMEN

El diseño de un sistema de gestión del proceso productivo de una cantera está orientado a las líneas de producción en la empresa BORCONS y se desarrolla como una estrategia base para posibilitar la potenciación de la producción de agregados. El campo de aplicación del diseño se orientó a 3 etapas de producción y a 4 aspectos asociados a la producción (inventarios, recursos humanos, flujos de producción y registros de información). La propuesta parte con la consideración de aspectos legales que rigen cada etapa de producción. Por otra parte se establece una metodología de trabajo basada en objetivos establecidos en las metodologías Six Sigma, Lean Manufacturing, 5s y Kaizen; se implementó entonces un proceso análogo con el proceso productivo en estudio, resultando en una estrategia metodológica para el análisis de los procesos. Se realizó un trabajo de campo basado en visitas diarias para el seguimiento de actividades, realización de entrevistas al personal, documentación de archivos y estructura gerencial existente entre otros. Dicho trabajo permitió recopilar datos para su posterior organización y análisis, lo que derivó en la estructura base del diseño del sistema de gestión y su implementación en una plataforma Web. Mediante el sistema creado se agilizó la gestión de procesos productivos, se mejoró la comunicación externa e interna, se maneja información en tiempo real agilitando las reuniones de trabajo, se optimiza la toma de decisiones inmediatas y a futuro y se espera sirva para el diseño de los planes de mantenimiento y la promoción de la empresa en redes sociales. Adicionalmente se espera incorporar los niveles de administración, ventas y gestión ambiental.

**Palabras claves:** producción de agregados, sistema de gestión, análisis de líneas de producción, canteras



## **ABSTRACT**

The design of a quarry production process management system is oriented to the production lines in the BORCONS Company and is developed as a strategy base to enable the promotion of aggregate production. The field of application of the design was oriented to 3 stages of production and 4 aspects associated with production (inventories, human resources, flows production and information records). The proposal starts with the consideration of legal aspects that govern each production stage. On the other hand, a methodology work based in establish objectives established in six sigma, lean manufacturing, 5s and Kaizen methodologies; An analogous process was then implemented with the productive process under study, resulting in a methodological strategy for the analysis of the processes. A fieldwork was carried out based on daily visits for the follow-up of activities, interviews of employees, documentation of files and existing management structure among others. This work allowed data to be collected for later organization and analysis, which resulted in the base structure of the management system design and its implementation on a Web platform. Through the system created, the management of productive processes was streamlined, external and internal communication was improved, real-time information is handled expediting work meetings, immediate and future decision-making is optimized, and it is expected to serve for the design of the maintenance plans, and the promotion of the company in social networks. Additionally it is expected to incorporate to the levels of administration, sales, environmental management.

**Key words:** aggregate production, management system, production line analysis, quarries

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Aspectos generales de los agregados.....</b>	<b>2</b>
<b>3. La producción de agregados .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Etapas de los procesos de producción de agregados .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Planteamiento del problema (síntomas, causas y consecuencias) .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Metodologías de mejora de procesos para aplicación en proceso de producción de agregados .....</b>	<b>14</b>
<b>6. Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>7. Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1. Objetivo general.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>8. Justificación.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>19</b>
<b>ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTO Y VOLADURAS.....</b>	<b>19</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Metodología para la caracterización y selección de áreas de producción.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Estudio topográfico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Estudio geológico estructural .....</b>	<b>22</b>
<b>3. Diseño de explotación del yacimiento.....</b>	<b>25</b>
<b>4. Planificación de las voladuras.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Proceso de diseño de la voladura: .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Proceso de implantación del diseño de la voladura:.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>37</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DE LA TRITURACIÓN Y CRIBADO.....</b>	<b>37</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>37</b>
<b>2. Proceso de trituración del agregado.....</b>	<b>38</b>
<b>2.1. Trituración primaria.....</b>	<b>38</b>
<b>2.1.1. Especificaciones del equipo utilizado en la trituración primaria .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2. Trituración secundaria .....</b>	<b>40</b>
<b>3. Proceso de cribado y clasificación del material triturado .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1. Representación gráfica del flujo del proceso de trituración, cribado y clasificación del agregado como producto terminado.....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>44</b>

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA CANTERA .....</b>	<b>44</b>
1. Introducción.....	44
2. Descripción de diagramas de flujo de los procesos productivos .....	46
3. Diseño de inventario .....	50
4. Diseño de base de datos de recursos humano .....	51
5. Funciones y descripción de cargos .....	52
6. Diagrama organizacional empresarial (2015 – 2019).....	68
7. Sistema de registro de datos de los procesos productivos.....	71
7.1. Sub proceso 1: Datos de levantamiento topográfico.....	71
7.2. Sub proceso 2: Datos de levantamiento geológico .....	73
7.3. Sub proceso 3: Datos de plataforma de trabajo .....	75
7.4. Sub proceso 4: Diseño de la voladura:.....	77
7.5. Sub proceso 5: Implantación del diseño de voladura .....	79
7.6. Sub proceso 6: Control de ejecución de voladura.....	82
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>84</b>
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WEB .....</b>	<b>84</b>
1. Introducción.....	84
2. Descripción de los niveles diseñados en el sistema de gestión Web .....	84
2.1. Nivel 1: inicio .....	84
2.2. Nivel 2: perforación y voladura .....	86
2.2.1. Levantamiento topográfico .....	86
2.2.2. Relieve y curvas de nivel .....	86
2.2.3. Puntos de referencia, cotas y otros:.....	87
2.2.4. Áreas de afectación, concesión minera y otras:.....	88
2.2.5. Representaciones estructurales del yacimiento.....	90
2.2.6. Posicionamiento de datos geológicos en el mapa.....	90
2.2.7. Determinación de plataforma de trabajo .....	90
2.2.8. Diseño de la voladura.....	90
2.2.8.1. Información preliminar del diseño de la voladura .....	90
2.2.8.2. Puntos de área de voladura:.....	91
2.2.8.3. Voladuras en área:.....	92
2.2.8.4. Volúmenes en área de voladura: .....	93
2.3. Parámetros de perforación y voladura .....	94
2.3.1. Implantación de diseño .....	94
2.3.2. Perforación de barrenos y plan de fuego.....	95
2.3.3. Carga de explosivos en barrenos.....	99
2.3.4. Control de ejecución de voladura.....	99
2.3.4.1. Proceso de encendido .....	99
2.3.4.2. Fragmentación y desplazamiento .....	99
2.4. Nivel 3: Clasificación, fractura y transporte .....	99
2.4.1. Clasificación y separación de material .....	99
2.4.2. Fragmentación de rocas mayores a 60cm de espesor.....	99
2.4.3. Traslado de material fragmentado hacia área de acopio.....	99
2.5. Nivel 4: Trituración, cribado y almacenamiento .....	99
2.5.1. Trituración primaria .....	99
2.5.1.1. Reducción de tamaño y transporte del agregado .....	99
2.5.1.2. Cribado del material y clasificación del agregado en niveles.....	99
2.5.2. Trituración secundaria .....	99

2.5.2.1. Reducción de tamaño y transporte del agregado .....	99
2.5.2.2. Cribado del material y clasificación del agregado en niveles .....	99
2.6. Nivel 5: Ventas .....	99
2.7. Nivel 6: Inventario de equipos .....	99
2.8. Equipos .....	99
2.8.1. Reportes.....	101
2.9. Administración.....	101
2.9.1. Perfiles.....	101
2.9.2. Usuarios .....	103
2.9.3. Submenú de usuario .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>108</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS,.....</b>	<b>108</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>108</b>
1. Discusión de resultados .....	108
2. Conclusiones y recomendaciones .....	111
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1. Introducción

El tema de esta investigación está relacionado con los procesos de producción de agregados procedentes de canteras, para lo cual se toman como referentes las siguientes áreas de conocimiento de Ingeniería Civil: geotecnia, geología, materiales, gerencia de construcción y minas. Se hace énfasis en el proceso de producción de agregados, utilizados para las construcciones civiles.

Los yacimientos son formaciones geológicas donde encontramos metales, minerales o restos fósiles de forma natural, que han sido formados por una concentración de material o restos geológicos sobre la superficie o debajo de ella. La roca es considerada un recurso no renovable y su explotación se asocia a yacimientos no metálicos. Cuando se hace referencia a la explotación a cielo abierto de rocas industriales, ornamentales y áridos se utiliza la denominación de canteras (Herrera, 2006).

En Ecuador existen más de 300 yacimientos de minerales no metálicos (Cornejo, 2016), como marco legal, para su explotación se debe contar con la concesión de producción minera, la cual es otorgada por los respectivos municipios de cada provincia y regulada por diferentes entidades gubernamentales. En el cantón Guayas, actualmente existen 85 concesiones mineras, de las cuales 26 son de minerales no metálicos y 59 de minerales metálicos (Jefatura de Gestión Minera del Municipio, 2018)

El contexto legal del sector minero en Ecuador es regulado por las siguientes entidades gubernamentales, las cuales tienen a su cargo de la gestión minera:

- Ministerio de Minería
- Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)
- Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico (INIGEMM)

- La Empresa Nacional Minera (ENAMI)
- Municipalidades correspondientes de cada provincia

Según el Registro Oficial de la Asamblea Nacional en la Comisión Legislativa y de Fiscalización (2009) la “concesión minera” es el derecho que se otorga, por medio de los tribunales ordinarios de justicia, a una persona o empresa para que explote, explore, funda y comercialice el mineral, dentro del perímetro de un terreno determinado, beneficiándose de los procesos productivos que se realicen sobre el mineral y la comercialización de los productos que de ellos derive, siempre que se cumpla con el interés público que justifica su otorgamiento como dicta la ley en el Ecuador.

La “Dirección de Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil” es la encargada del control de manejo ambiental en la explotación de canteras, ya que se encarga de realizar las auditorias correspondientes de las concesiones mineras y a su vez presenta informes detallados de las inspecciones y visitas realizadas a cada uno de los yacimientos (Navarrete, 2013). Por otro lado, la Jefatura de Gestión Minera del Municipio de Guayaquil es la encargada de otorgar los permisos correspondientes para la explotación de este mineral.

La cantera en la cual se realiza el estudio de producción de agregados, se ubica en el Km 18,5 del sector de vía a Daule en la provincia del Guayas, como se observa en la (Figura 1). El terreno donde se encuentra el yacimiento pertenece a la Agencia Marítima MARGLOBAL S.A., pero la concesión minera es posesión de la Constructora BORCONS Cía. Ltda.

## **2. Aspectos generales de los agregados**

Geológicamente las principales familias de rocas son: ígneas, sedimentarias y metamórficas (Chan, y otros, 2003) y de ellas provienen los agregados. La estratigrafía (rama de la geología) estudia las características y la interpretación de las rocas y sus estratos de manera horizontal y vertical. Mediante la estratigrafía se interpretará los estratos de rocas en canteras que serán útiles en el proceso de extracción del material del yacimiento. (Arellano, y otros, 2011).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil “Cantera BORCONS” (Google Maps, 2018)

Para la extracción de roca se utiliza maquinaria de minería, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: excavadora hidráulica, perforadora o martillo, pala o cargadora, volquetas, buldócer, dril, compresor, entre otras. Luego de la extracción, los agregados pueden ser caracterizados según su tamaño en: agregados finos (arenas) y agregados medios o gruesos (piedras), en ambos casos existen diferentes niveles en función del tamizado.

Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los agregados son: forma, textura, granulometría, porosidad; y absorción, densidad, dureza, adherencia y resistencia respectivamente (Chan, y otros, 2003). Dependiendo de las características de los agregados, estos pueden ser utilizados en diferentes obras de ingeniería civil tales como: elaboración del concreto, elaboración del mortero, en la mampostería, construcción de pavimentos, mejoramientos de suelos, elaboración del concreto asfáltico, mejoramientos en carreteras (construcción de base y sub base) y rellenos en general.

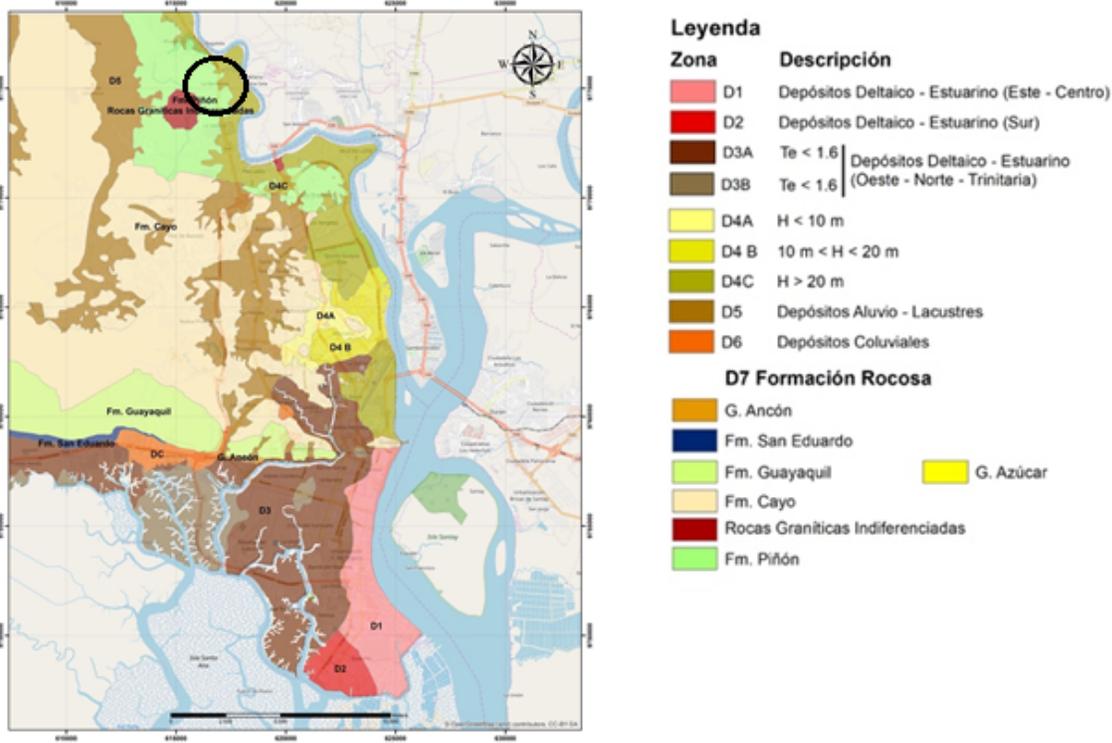
Los costos de los agregados, están directamente vinculados a los costos de producción, cuando existe una mayor producción, el costo es menor, en cambio, cuando la producción es menor, el costo sufre un incremento (Guzmán, 2007). Existen factores importantes que

determinan los costos de los agregados, tales como: el costo hora máquina, las condiciones del sitio donde se extrae el material, el tipo de material que se extrae (material con características de dureza mayor implica un costo mayor), el clima es otro determinante importante que influye en los costos.

El costo del agregado final, siempre está en función de la granulometría y características físicas y mecánicas de los agregados, dependiendo del uso o las necesidades del cliente. El costo de producción del material más fino, siempre será mayor porque requiere de un proceso más largo de trituración y de la utilización de más maquinaria. Por otro lado, el agregado medio o grueso tiene un costo menor ya que su proceso de trituración es más corto.

### **3. La producción de agregados**

Las canteras se clasifican en 3 grupos: subterráneas, de cerro y de río. En esta investigación se analizará el proceso productivo de una cantera de cerro o más conocidas como cantera a cielo abierto (Barragán, 2007). La cantera de estudio se encuentra en la formación geológica denominada Piñón como se observa en la (Figura 2)., la cual presenta rocas de tipo basáltica azulada y verdosa, arcilla roja dura, arcilla gris verdosa, arcilla amarilla verdosa, arcilla con algo de arena, arena café, arena fina en varios espesores y en diversas profundidades (Vásquez, 2013).



**Figura 2.** Mapa de zonificación geotécnico de Guayaquil (Vera Grunauer, 2014)

El propósito de esta investigación es examinar los procesos productivos de la cantera BORCONS, utilizando enfoques de calidad que permitan optimizar tiempos, costos, recursos materiales y recursos humanos, entre otros. Para cada etapa del procesos de producción de agregados, se identificarán no solo las rutas críticas del proceso sino también la calidad de los productos intermedios y finales para optimizar los volúmenes de producción, facilitar la incorporación de nuevas tecnologías y así maximizar utilidades.

### 3.1. Etapas de los procesos de producción de agregados

Diversos autores describen los procesos de producción de agregados agrupándolos entre cinco y siete etapas (Jorge Barragán G, (2007), Juan Herrera Herbert, (2006), Digna Toapanta, (2017), Diana Agual, (2017), Betty Condori, (2016), entre otros):

#### 3.1.1. Primera etapa (Destape)

La primera etapa consiste en remover la capa vegetal. Este material al ser retirado, se lo almacena en un sitio específico para escombros, o también es transportado fuera de la

cantera a botaderos. En la (Figura 3) se observa un corte transversal del cerro, en la parte superior se encuentra el material vegetal.



**Figura 3:** Corte transversal del cerro

Para realizar el destape del yacimiento, primero se tiene que determinar el volumen del material existente, la topografía de la zona en que se va a trabajar, la maquinaria se va a emplear y el personal necesario. La (Figura 4) muestra como se realiza el destape de material vegetal, en una área de la cantera mediante una excavadora de oruga.

### **3.1.2. Segunda etapa (Arranque)**

En la segunda etapa, se realiza la extracción del material pétreo. Se la puede realizar de dos formas: mediante la excavación o por perforación y voladura (Hernández y Almaguer, 2014), se lo realiza por métodos mecánicos, es decir empleando la maquinaria adecuada para extraer el material. Para la excavación se usan máquinas: excavadoras de oruga, tractores de oruga, volquetas, cargadoras, retroexcavadoras. Y para las voladuras se utiliza: máquinas de perforación y uso de explosivos. En la (Figura 5) se puede observar el cargado de explosivos, en una maya de tiro que se ha realizado para efectuar una voladura.



**Figura 4.** Etapa de destape



**Figura 5.** Método de voladuras para extracción del material rocoso

Esta etapa se realiza respetando los diseños de excavación que se han determinado, no se lo puede ejecutar sin un control técnico-operativo respectivo, ya que el yacimiento tiene que ser explotado formando taludes y ángulos generales de forma escalonada, para así lograr estabilidad del cerro, de otro modo este podría desestabilizarse y causar daños materiales y humanos.

Una vez realizada la voladura, el material excedente se coloca a un costado del área que se está trabajando, para así dar paso a una excavadora con martillo para que comience a picar las rocas mayores a 60cm de diámetro. Hay que recalcar que la excavadora no carga más de 900 m<sup>3</sup> de material en una jornada, debido a que la trituradora no procesa un volumen de material mayor a ese. Para este proceso, se necesitan 2 volquetas que abastezcan la planta, ya que la distancia entre el traslado interno de material determina eso.

### **3.1.3. Tercera etapa (Transporte interno)**

En la tercera etapa, el material que ya se encuentra removido y fragmentado, en el caso de haber sido por voladura, se carga en las volquetas y se lo transporta hacia la planta trituradora, donde se tiene que escoger el material acorde al tamaño que procesa la mandíbula de la trituradora. El material tiene que ser hasta 60cm de espesor, para ahí ser clasificado el material en la zaranda (Toapanta, 2017). (Figura 6).



*Figura 6.* Transporte interno de material

### **3.1.4. Cuarta etapa (Clasificación)**

La cuarta etapa se realiza de la siguiente manera: las volquetas descargan el material en la tolva principal, que es la parte superior de la trituradora que recibe el material, luego este material es arrastrado por medio de unos rieles llamados gridders, los cuales arrastran la piedra hacia la mandíbula, la cual se encarga de quebrar la piedra por

movimiento de impacto. Al mismo tiempo el material menor a 6 pulgadas es transportado por la banda de salida, hacia la parte más alta donde lo recibe la zaranda, la cual posee 3 niveles de clasificación. Mediante las cribas que posee la zaranda, el material es cribado y transportado por bandas de salida que dan lugar al agregado terminado de diferentes granulometrías.

El material que no fue filtrado en las cribas por su diámetro mayor, cae por el cono que es otra parte de la trituradora, que se encarga de quebrar el material nuevamente en un máximo de 3/8 de pulgadas. Este material regresa por una banda que se une a la banda de salida de la mandíbula para realiza nuevamente el proceso de cribado en la zaranda, hasta que ese material quede en la granulometría solicitada, que es el agregado final de grava 3/4", grava 3/8" y grava 1/2".



**Figura 7.** Primera parte del proceso el material es recibido en la tolva

Existe otra banda, que transporta parte de este material hacia una zaranda más pequeña, la cual se encarga de clasificar el material separando el material fino menor de 3/8, para convertirlo en base con fino o material selecto. Esta zaranda puede clasificar el material hasta en 2 tamaños (0-5mm y 5 a 10mm), en mallas de menor granulometría y se obtienen el material más fino, denominado cisco o polvillo. En la (Figura 7, 8, 9 y 10) se ve el proceso explicado. La planta trituradora genera de 60 a 70m<sup>3</sup> de material por hora.



**Figura 8.** Alimentación a la mandíbula y transporte de material por bandas



**Figura 9.** Material llevado a la zaranda para clasificación en tamices

En todo este proceso de trituración del agregado existen 2 lugares específicos donde se requiere agua que son: antes de entrar el material a la mandíbula y después que cae el material en el cono hacia la banda de retorno. El agua es empleada por temas de medio ambiente para que no levante gran cantidad de polvo en este proceso de triturar según explica el gerente de la cantera.



**Figura 10.** Obtención del agregado final

### **3.1.5. Quinta etapa (Comercialización)**

Se tiene el agregado de diferentes granulometrías entre los cuales están:

- Piedra cisco (0-5mm)
- Piedra cisco (0-10mm)
- Piedra 3/8" (chispa)
- Piedra 1/2" (chispa)
- Piedra 3/4"
- Piedra 1"
- Piedra 1 1/2"
- Piedra 2 1/2"
- Piedra 3"
- Sub base clase 1-2-3
- Base clase 1
- Cascajo fino
- Cascajo mediano

- Cascajo grueso
- Piedra escollera

Se procede a la venta de este material según los requerimientos de los clientes. En este proceso se comercializa el material. (Barragán, 2007).

El material es despachado usando la maquinaria adecuada que es la Pala mecánica para material triturado y una excavadora de oruga para cargado el cascajo.

### **3.1.6. Sexta etapa (Transporte Externo)**

Esta es la de transporte externo, que básicamente trata del traslado de material desde la cantera a diferentes localidades dentro o fuera de la ciudad. El transporte se realiza en diferentes tipos de volquetas entre ellas: volquetas sencillas, volquetas mulas y también en ciertos casos bañeras que cubican más de 20m<sup>3</sup>.

### **3.1.7. Séptima etapa (Almacenamiento)**

En esta etapa, el material obtenido después de ser triturado es acumulado en sititos de almacenamiento, donde se realiza el stock del agregado para que las bandas de la trituradora sigan generando material sin interrupción, como se observa en la (Figura 11).



***Figura 11.*** Sitios de almacenamiento de agregados

#### **4. Planteamiento del problema (síntomas, causas y consecuencias)**

En la primera etapa del proceso productivo del agregado, el material vegetal que es obtenido después del destape del yacimiento, no posee un sitio determinado para ser almacenado dentro de la cantera en estudio y el costo de traslado de ese material fuera de la cantera es muy alto para la empresa. Al no poseer áreas disponibles de almacenamiento de material de escombros, se produce una acumulación de material por toda la cantera, generando interrupciones en distintas áreas de trabajo y también afectando el flujo de máquinas. Este material de destape que también contiene material arcilloso, se mezcla con el material de roca que se procesa en la planta de trituración, causando un costo adicional en hora máquina y retrasos en tiempos.

Una alternativa de solución a este conflicto es, replantear el área de trabajo que incide en la primera etapa y hacer un estudio previo para que se pueda determinar una zona de almacenamiento de escombros y con esto facilitar el flujo de maquinaria y seguridad de personal. Se tomará en cuenta distintas variables como; volumen de material de escombros, áreas disponibles en la cantera y rutas de maquinarias donde se desplazan.

En la segunda etapa que es la de arranque, una vez que se realiza el proceso de voladura para la fragmentación de la roca, existe una acumulación de grandes bancos de material excedente, mayores a 60 cm de diámetro, lo cual genera una interrupción en el flujo de las máquinas, debido a la falta de áreas disponibles para almacenamiento de este tipo de material.

Además la excavadora de oruga que se utiliza en esta etapa, para cargar el material que es transportado a la planta trituradora, queda subutilizada en un 20%, ya que la planta trituradora solo puede recibir y procesar rocas hasta de un tamaño menor a 60 cm de espesor y en un turno de trabajo la planta trituradora genera hasta 600 m<sup>3</sup> de agregados de diferente granulometría, mientras que la excavadora de 36 toneladas tiene un rendimiento de 900 m<sup>3</sup> en un turno de trabajo.

Debido a la falta de flujo de maquinaria, no se puede introducir una excavadora de martillo, para que pueda romper las rocas grandes y así no se genere un volumen tan grande de material excedente en los espacios reducidos. Estos problemas causan pérdida de tiempo, subutilización de máquinas y pérdidas económicas en la empresa.

En la tercera etapa del proceso productivo del agregado (etapa de transporte interno), existe un deterioro en las vías por las cuales las volquetas realizan el traslado de material hacia la planta de trituración, esto se produce debido a la falta de control en la limpieza de material derramado y al mal diseño de vías en la cantera. Al no existir un control permanente en la limpieza de las vías, las volquetas sufren daños en los neumáticos, provocando riesgos de gran magnitud en el personal operativo y daños en el equipo pesado, a su vez esto aumenta los gastos en el mantenimiento de las volquetas y produce demoras en el proceso productivo.

En la cuarta etapa (etapa de clasificación), se producen daños en sitios específicos de la planta trituradora, debido a la falta de control en el mantenimiento de máquinas y a la falta de conocimiento técnico-operativo de la trituradora. Para prevenir daños y paralizaciones constantes en esta etapa, se debe llevar un control minucioso en el mantenimiento de horas máquina y en el tiempo de vida útil de cada pieza que conforma la trituradora. Además, se debe poseer un inventario en bodega de piezas de reemplazo, ya que muchas de estas piezas de la trituradora, demoran varios meses en los pedidos o en las importaciones, de tal forma que la planta nunca quede subutilizada por problemas de falta de stock de repuestos.

## **5. Metodologías de mejora de procesos para aplicación en proceso de producción de agregados**

Antes de determinar un sistema o una metodología para optimizar recursos y reducir gastos en los procesos productivos de producción de agregados, se deben estudiar las líneas de producción de la cantera en estudio y tener un enfoque y conocimiento detallado de la gestión del proceso actual de producción. Una vez identificado el funcionamiento de todo el proceso, se podrán analizar las metodologías de productividad empresarial que existen, tal que se pueda identificar cual sería la más óptima para ser aplicada en los procesos productivos de la cantera. Se hará un análisis de 4 metodologías muy conocidas como son: Six Sigma, Lean Manufacturing, 5s y Kaizen (Zozaya, 2005).

Todas estas metodologías tienen un objetivo en común el cual es, optimizar los gastos y mejorar los ingresos de una empresa gestionando la calidad de sus servicios y productos, a través de estas herramientas se pueden conseguir mejoras en los procesos productivos. A través de un diseño de gestión, se tendrá que enfocar en los más importantes que son los desperdicios. Se considera desperdicio a toda actividad que consuma recursos (financieros, equipo, humanos) y no genere valor agregado al servicio o producto desde el punto de vista del cliente (Martínez, 2017).

### ***Metodología Six Sigma***

Esta metodología surgió en los años 80 por la empresa Motorola, básicamente se centra en mejora de procesos, utilizada por empresas para reducir las fallas o defectos en sus procesos, a través de análisis repetitivos en sus técnicas, para mejorar la calidad a niveles cercanos de perfección. La metodología plantea una cifra de 3,4 de errores o fallos por cada millón de oportunidades. Lo que diferencia esta metodología de terceras, es la detección de errores antes de ser presentados.

Esta metodología cuenta con 5 fases para su análisis:

- ***Definir:*** definir procesos a ser evaluados en la empresa.
- ***Medir:*** estado actual del problema o defecto que se quiere mejorar.
- ***Analizar:*** Análisis e interpretación de resultados para analizar las causas del problema.
- ***Mejorar:*** acciones necesarias para mejorar el proceso.
- ***Control:*** aplicar medidas necesarias para garantizar eficiencia en el proceso.

### **Metodología Lean Manufacturing**

Es una herramienta metodológica, que surgió en la empresa Ford y fue perfeccionada por la empresa Toyota. Consiste en un sistema de mejoramiento en los procesos, agregando valor a través de la implementación de acciones puntuales para eliminar desperdicios y asegurar un mayor valor agregado en las actividades productivas. Esta técnica permite además, que personal operativo mejore y aprenda, para ayudar a que la

empresa sea más competitiva, buscando el empoderamiento de toda la compañía para una mejora continua.

Entre los defectos que identifica la metodología están:

- ***Sobre producción:*** producir demasiado pronto.
- ***Tiempo de espera:*** pérdida de tiempo en procesos de autorizaciones.
- ***Transporte:*** transporte ineficiente de material, datos de producción o clientes.
- ***Exceso de procesados:*** agregar procesos innecesarios que no requieren la satisfacción del cliente.
- ***Inventario:*** mantener inventarios no terminados.
- ***Movimientos:*** no optimizar al máximo operaciones humanas.
- ***Defectos:*** crear productos defectuosos que aumentan el costo final del producto
- ***Potencial humano subutilizado:*** No utilizar el potencial humano en las empresas.

### ***Metodología 5s***

Es una metodología de gestión japonesa, introducida por Toyota en 1960. Esta herramienta admite tener lugares de trabajo más establecidos, ordenados y limpios para reducir costos, accidentes, tiempos muertos y mejorar la calidad, gestión de tiempos y el compromiso de los empleados. Es una técnica sencilla y efectiva.

Sus etapas son:

- ***Clasificar:*** clasificar lo necesario para eliminar lo innecesario.
- ***Ordenar:*** ordenar u organizar lo que sea necesario.
- ***Limpiar:*** excluir fuentes de desecho (“mejor que limpiar es no ensuciar”).
- ***Mantener:*** mantener lo alcanzado mediante la clasificación, orden y limpieza.
- ***Disciplinar:*** etapa más importante para lograr la eficacia del proceso. Respetar normas de organización en la empresa.

### ***Metodología Kaizen***

Metodología que surgió en Japón en los años 50, que significa una mejora continua. Permite analizar los procesos de producción y buscar soluciones todos los días, tal que se logre mejorar la calidad y disminución de costos de producción con alteraciones diarias. Entre los objetivos de esta metodología están:

- Mejoras en la productividad de cualquier área de una empresa
- Eliminación de desperdicios
- Reducción de los costos
- Mejoramiento continuo ordenado

Sus etapas a seguir son:

- **Planear:** propuesta de una meta, análisis del problema y definición de un plan a realizar.
- **Hacer:** después del plan de operación, se ejecuta y registra.
- **Verificar:** en un tiempo determinado se analiza el resultado que se ha obtenido.
- **Actuar:** obtenidos los resultados, se decide si se modifica para mejorar.

## **6. Formulación del problema**

Los procesos de producción de agregados de roca no solo requieren contar con los equipos y maquinarias pesadas especializadas para tal fin, adicionalmente es indispensable un conocimiento teórico-práctico en términos de: geología, geotecnia, yacimientos, procesos asociados a la ingeniería civil y gestión de recursos. Ante dicha premisa se plantea la siguiente interrogante: ¿cómo mejorar la gestión del proceso productivo de una cantera para optimizar los diferentes recursos y potenciar la producción de los agregados?

## **7. Objetivos**

### **7.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de gestión del proceso productivo de una cantera orientado a las líneas de producción que posibilite la potenciación de la producción de agregados.

## **7.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la situación actual de las líneas de producción identificando puntos críticos, secuencias de flujos, entre otros; para detectar errores globales en los procesos técnicos, administrativos y operativos.
- Definir la relación entre materia prima y productos terminados para replantear las líneas de producción tal que se logre mejorar el proceso productivo.
- Diseñar sistemas de registro de datos técnicos-operativos.
- Cuantificar los recursos necesarios en cada línea de producción.
- Proponer una metodología de mejora de procesos que potencie la gestión de los procesos de producción de agregados.

## **8. Justificación**

El uso de agregados en la ejecución de obras civiles en la ciudad de Guayaquil, tiene una alta demanda, es por esto, que el estudio de su producción es muy importante para la ingeniería civil, ya que esto contribuye a los conocimientos de sus procesos productivos y a la gestión de la calidad del material. El agregado, debe cumplir con estrictas características tanto: físicas, mecánicas y químicas, en el momento de su aplicación en obra.

A través de un diseño óptimo de gestión en los procesos de producción de agregados, se podrá potenciar su productividad y esto permitirá un buen manejo de una cantera.

Con esto se contribuirá a un desarrollo en el sector de la construcción, a la reducción de costos en obras y al buen manejo de producción de canteras.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTO Y VOLADURAS

#### 1. Introducción

Para el análisis de una línea de producción de agregados, en primer lugar se empieza por identificar de qué se dispone y a qué se quiere llegar a través de un proceso productivo, para ello se definen 4 etapas. La primera etapa corresponde a la explotación de la cantera para la obtención de la materia prima requerida para la producción de agregados, dicha etapa se ha estructurado en los siguientes componentes: la caracterización de las áreas de producción y, la planificación de las voladuras.

Posteriormente, la segunda etapa del análisis de la línea de producción se asocia a la clasificación, fractura y transporte del material fragmentado (luego de la voladura) hacia el área de trituración del agregado. El proceso de trituración, cribado y almacenamiento (tercera etapa), consiste en el procesamiento de material pétreo en la planta trituradora desarrollado en 3 etapas: primaria (trituradora de mandíbula), secundaria y terciaria (trituradora de cono), la etapa finaliza con la clasificación y almacenaje de productos terminados, según la escala de tamaño de granos determinando el volumen de producción final. En la etapa final del proceso productivo se realiza el análisis de costos, así como la distribución y comercialización del producto terminado (esta última no desarrollada en esta investigación).

La cantera en estudio se encuentra en el sector norte de Guayaquil, donde existe una configuración geológica de formación Piñón (Vera, Benitez, & Ramírez, 2014), en donde encontramos roca basáltica, adicionalmente existe material de tipo: arcilla roja dura, arcilla gris verdosa, arcilla amarilla verdosa, arcilla con algo de arena, arena café, arena fina en varios espesores y en diversas profundidades (Vásquez, 2013). Dichos materiales son requeridos en diferentes aplicaciones de Ingeniería Civil, tales como: construcción de vías, hormigones, pavimentos, revestimientos, entre otros.

Antes de mencionar la caracterización y selección de las áreas de producción, se tiene que manifestar un aspecto importante en la explotación de canteras que es el estudio de impacto ambiental, un documento requerido para la aprobación de los permisos correspondientes

acorde a la dirección de medio ambiente de la municipalidad de Guayaquil, para ejecutar la explotación y producción de agregados en una concesión minera establecida.

## **2. Metodología para la caracterización y selección de áreas de producción**

La caracterización de las áreas de producción, consiste en el análisis de los estudios preliminares del yacimiento, tales como: representaciones estructurales de los frentes del yacimiento o levantamiento topográfico, caracterización geológica (para determinar la litología y el tipo de roca que existe en el yacimiento) y la determinación de plataformas de trabajo (Recalde & Morante, 2009). Con la información procedente de los estudios preliminares se procede a elaborar mapas físicos, es decir el mapa topográfico, mapa geológico-estructural y los diseños de las plataformas de trabajo.

### **2.1. Estudio topográfico**

Los estudios topográficos se fundamentan en la planificación, organización, dirección, ejecución, supervisión, diseño y análisis de diferentes áreas de medición en proyectos de representación de la superficie terrestre de una región establecida. Para este proceso se utilizan equipos especializados como son:

- Estación total
- El nivel
- El prisma
- Cinta métrica
- GPS (sistema de posicionamiento global)
- Plomada
- Teodolito
- Estacas

Estos instrumentos son utilizados en campo por parte del topógrafo y su equipo para la realización de levantamientos topográficos y replanteos en obras de ingeniería a través de mediciones de distancias, cálculos, recolección de coordenadas, localización de puntos y representaciones gráficas para la elaboración de mapas topográficos. Se utiliza el software de diseño AutoCAD donde se construyen diseños gráficos y mediante CivilCAD se adicionan los perfiles y secciones sobre el mapa topográfico, también con el programa RecMin se hacen modelados 3D con sondeos. Dichos mapas contienen información que detalla el relieve del terreno, las curvas de nivel (diferentes altitudes del terreno), cotas (altitudes de un punto con respecto al nivel del mar), coordenadas geográficas (cualquier

posición de un punto en el mapa), la leyenda (explicación de los símbolos en el mapa), las escalas (numérica y gráfica), además de (linderos, vegetación, suelos, redes hidrográficas, localidades, asentamiento humanos, etc.). Ver (Figura 2.1).

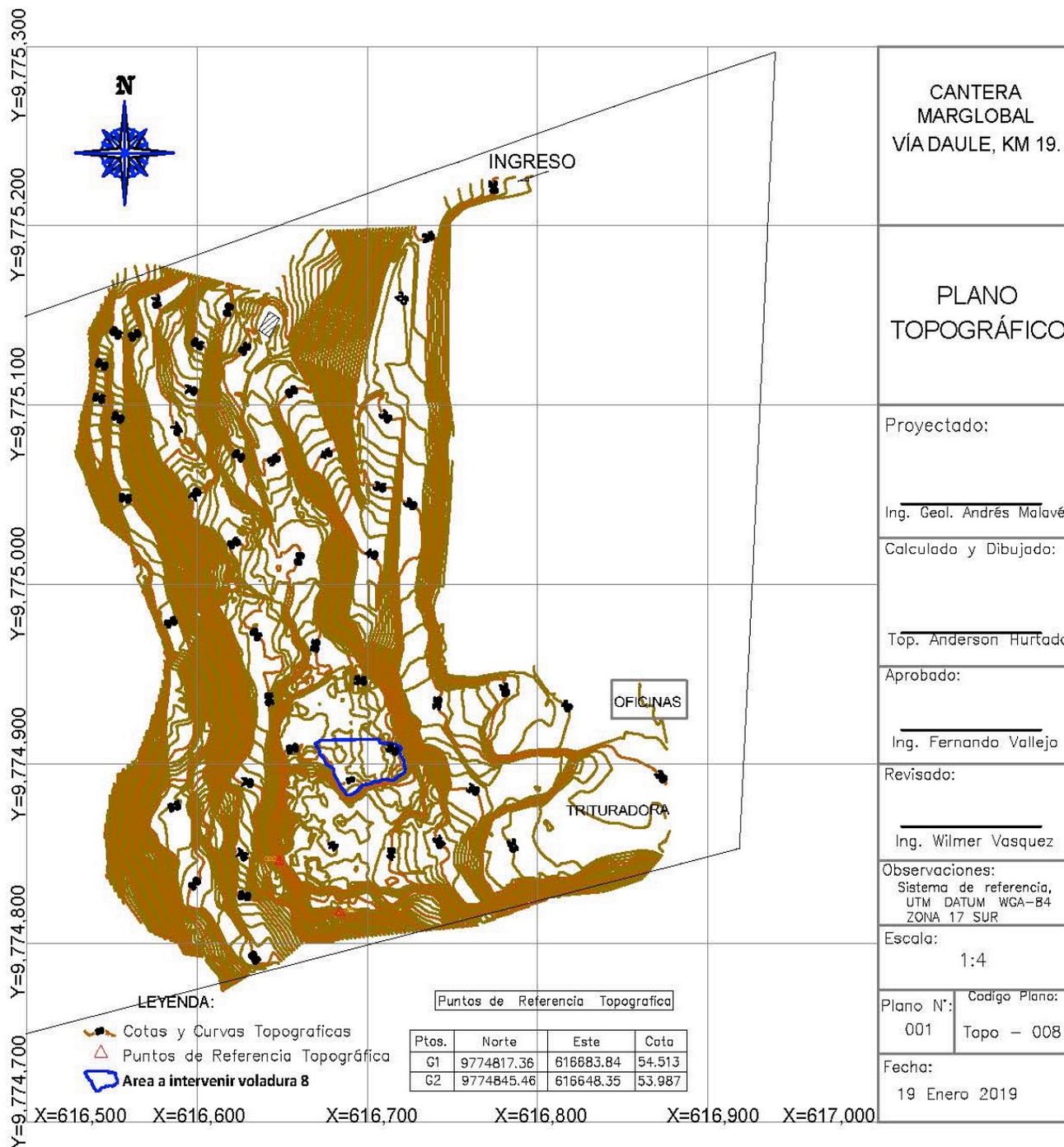


Figura 2.1 Mapa topográfico del yacimiento

## 2.2. Estudio geológico estructural

El estudio geológico estructural consiste en evaluar las condiciones geológicas de una zona establecida, mediante la observación geológica de la superficie, para la recolección de datos como son: tipo de suelo, litología, orientación y características de la masa rocosa, posteriormente se realiza la elaboración de un informe con la información obtenida mediante trabajo de campo, el cual contiene la siguiente información: características geológicas del terreno, geomorfológicas, litológicas, estratigráficas, sedimentológicas, estructurales, tectónicas y sísmicas (Proaño, 2007).

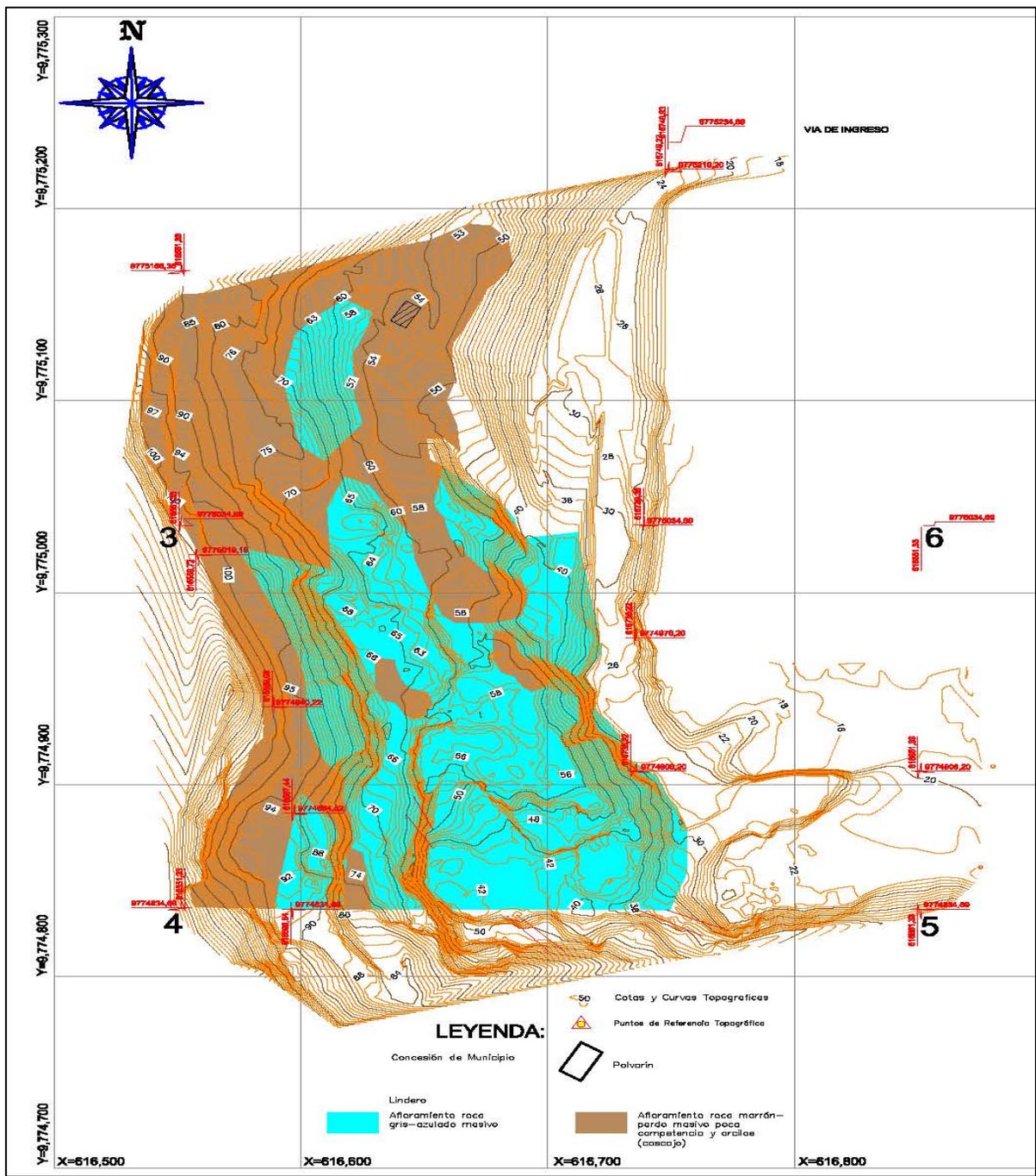
Sobre el mapa topográfico se representa el mapa geológico estructural a través del software de AutoCAD, en él se identifican los accidentes geológicos que surgen en la superficie terrestre, los tipos de rocas y sus edades geológicas, aspectos hidrogeológicos (red de drenaje, fuentes, presencia de agua, etc.), recursos minerales, yacimientos fósiles, estructuras tectónicas (identificando las foliaciones primarias y secundarias del yacimiento) así como, datos de brechas, fallas, ángulos de inclinación, diaclasas, discontinuidades en rocas, presencia de agua, etc. En el siguiente mapa geológico estructural de la cantera se observa únicamente información sobre los afloramientos de roca, el color verdoso azulado representa el tipo de roca basáltica y el color marrón el tipo de roca arcillosa. (Figura 2.2).

Adicionalmente, es necesario el diseño de un plano de vista en planta de la cantera para representar la distribución de los espacios, formas existentes y dimensiones de las áreas de explotación y producción de agregados, igualmente las zonas asignadas para uso administrativo, distribución de vías (flujos de circulación que detallan el movimiento de personal y equipo en diferentes espacios de la cantera), entre otros. (Figura 2.3).

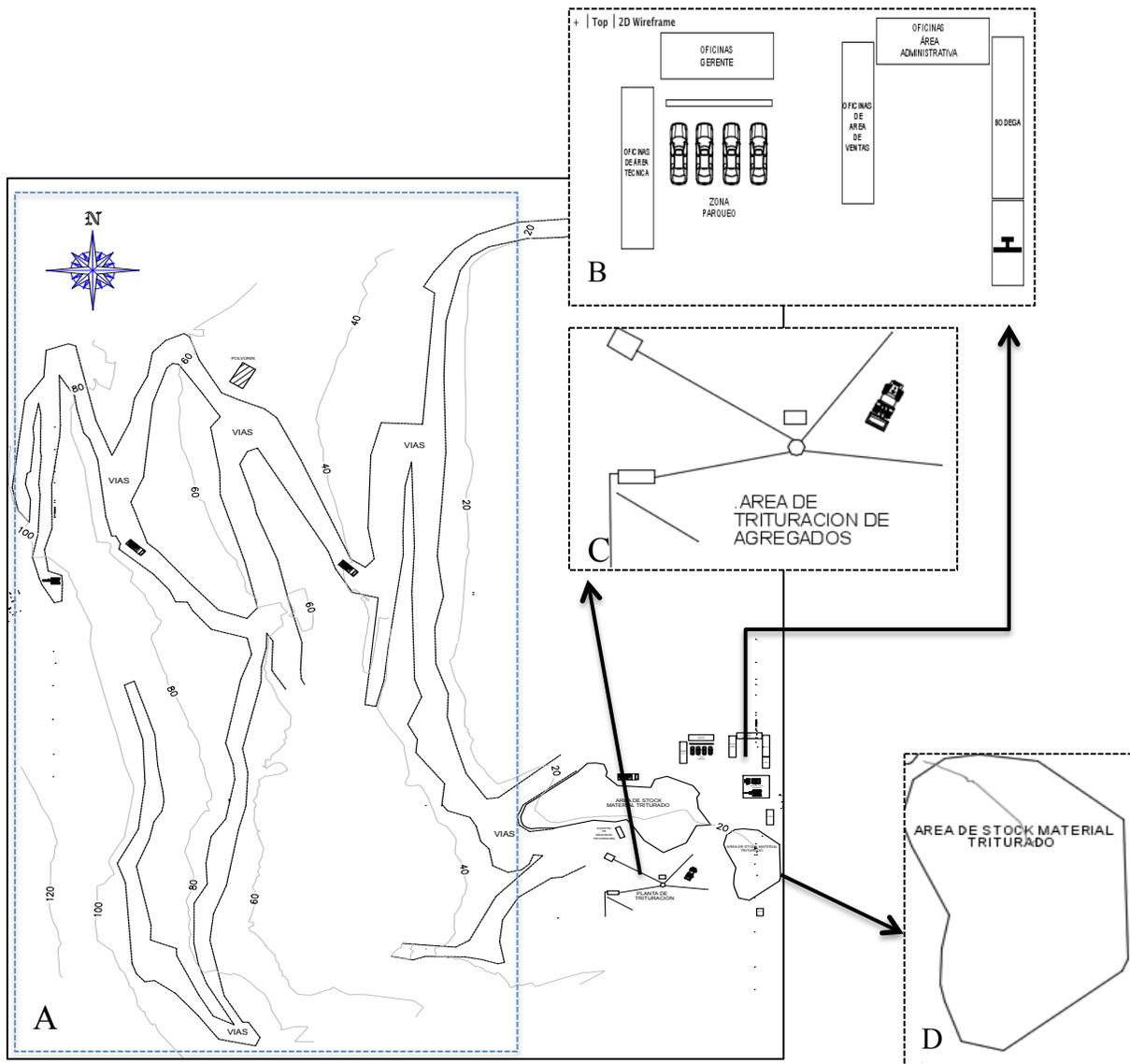
### Determinación de plataforma de trabajo

Para determinar el espacio necesario de las plataformas de trabajo y movimiento seguro del personal y equipo en el proceso de extracción del material, se toman en consideración factores como:

- a) **Área de reserva de material extraído:** espacio comprendido para depósito de material al momento de la extracción con la máquina.
- b) **Berma de seguridad:** es la franja de la cara horizontal de un banco que se forma de acuerdo al ángulo y altura del banco diseñada de tal forma que evite un incidente minero. La berma debe ser mayor o igual a un tercio de la altura del banco.
- c) **Ancho de vía:** es el espacio de maniobra que requieren los equipos y el personal, adicionalmente el área extra de margen de seguridad conveniente. El ancho debe ser mínimo 3 veces mayor al ancho del vehículo que transite.
- d) **Radio de giro para maniobras del equipo:** área que utiliza el equipo para realizar el trabajo de extracción y carguío de material con el respectivo radio de giro.



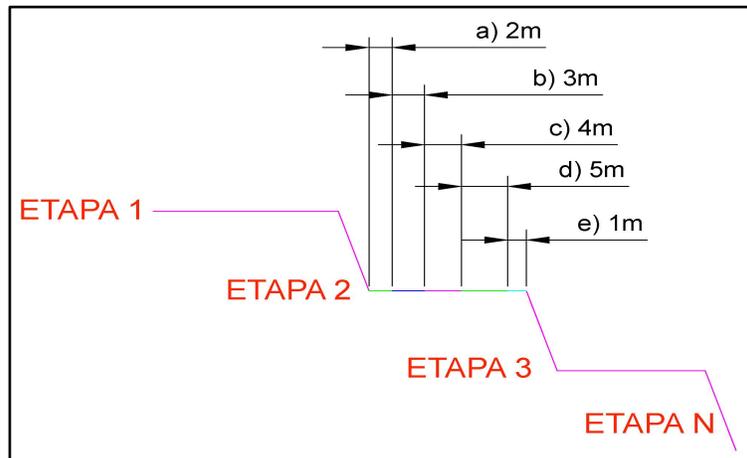
*Figura 2.2* Mapa geológico estructural de la zona en estudio



**Figura 2.3** Vista en planta de la cantera: a) área de yacimiento; b) áreas administrativas; c) áreas de producción de agregados; d) áreas de almacenamiento de material terminado.

e) **Ancho de cunetas:** espacio que se forma al final de la berma, para evitar derrumbes en caso de un deslizamiento.

A partir de dichos factores el ancho de la plataforma de trabajo será igual a la suma de las distancias horizontales. Ver (Figura 2.4).

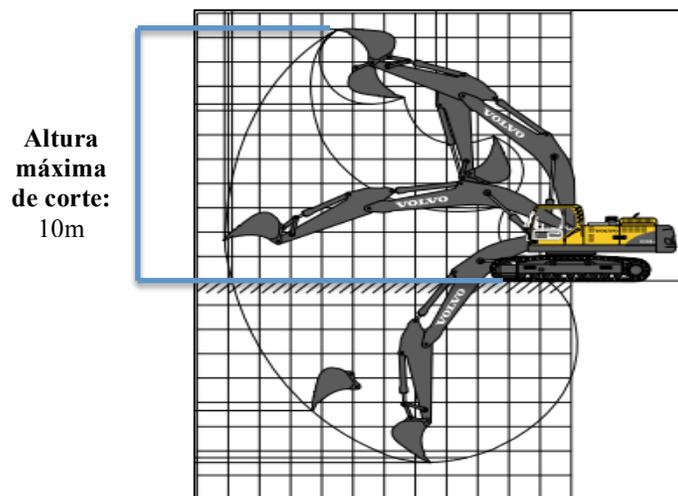


**Figura 2.4** Diseño de plataforma de trabajo: a) ancho de material de reserva; b) berma de seguridad; c) ancho de vía; d) ancho de vía con radio de giro para maniobras del equipo; e) ancho de cuneta.

A partir de la información previa, se realiza un diseño de explotación del yacimiento.

### 3. Diseño de explotación del yacimiento

El diseño de explotación de un yacimiento consiste en un proceso de explotación por etapas descendentes (desde la cota superficial del yacimiento hasta la cota base de proyecto), si la profundidad del yacimiento es de 100 m, por lo tanto se definen 10 bancos de 10 m de altura cada uno ya que el alcance que se logra con la pluma y el brazo de la excavadora alcanza los 10 m de altura. Ver (Figura 2.5), la cantera en estudio posee dos excavadoras para la explotación del material pétreo, una Volvo 330B LC y una Caterpillar 330D L, las especificaciones técnicas de las 2 máquinas se detalla en la (Tabla 2.1).



**Figura 2.5** Excavadora Volvo 330B LC . Adaptado de (Volvo Construction Equipment North America Inc., 2002)

**Tabla 2.1** Especificaciones Técnicas de Excavadoras de Oruga

DETALLE	CARACTERISTICAS	UNIDA	MODELO VOLVO 330B	MODELO CAT
			LC	330D L
<b>Dimensiones</b>	Peso Bruto	Ton	34	36
<b>Totales</b>	L*W*H	m	10.91*3.39*3.19	10.91*3.39*3.19
	Pluma	m	6,1	6,15
<b>Rendimiento</b>	Velocidad de desplazamiento máximo	Km/h	3,3 / 4,5	5
	Capacidad de balde	m <sup>3</sup>	1,64	1,9
	Alcance horizontal	m	10,48	10,31
	Profundidad máxima de excavación	m	6,72	7,25
	Profundidad máxima de excavacion vertical	m	4,88	5,79
	Altura máxima de carga	m	6,83	6,95
	Altura máxima de corte	m	10	10
	Fuerza de desgarre	KN	182	186
<b>Motor</b>	Modelo		Volvo D10B EAE2	CAT. C9ACERT
	Potencia Bruta	kW	198	201
	Capacidad de Tanque Lleno	Litro	565	620
	Energia de motor	KW	184	181
<b>Dimensiones</b>	Altura de cabina	m	3.15	3.1
	Ancho de máquina	m	3.25	3.3
	Radio de giro de la parte trasera	m	3.5	3.5
		mm	6720	6633
<b>Características de plumas</b>	Profundidad máxima de exc.	mm	10070	10023
	Altura máxima de corte	mm	10480	10242
	Alcance máximo a lo largo del nivel del suelo			

Dichos bancos se irán formando acorde a la explotación del yacimiento, se puede visualizar la proyección de los bancos en las etapas de explotación utilizando el software RecMin para el modelado 3D de la cantera (Duval, 2018). El ángulo de talud ( $0 < \Theta < 90$ ) dependerá de la resistencia del material (R) y la altura de banco (h).

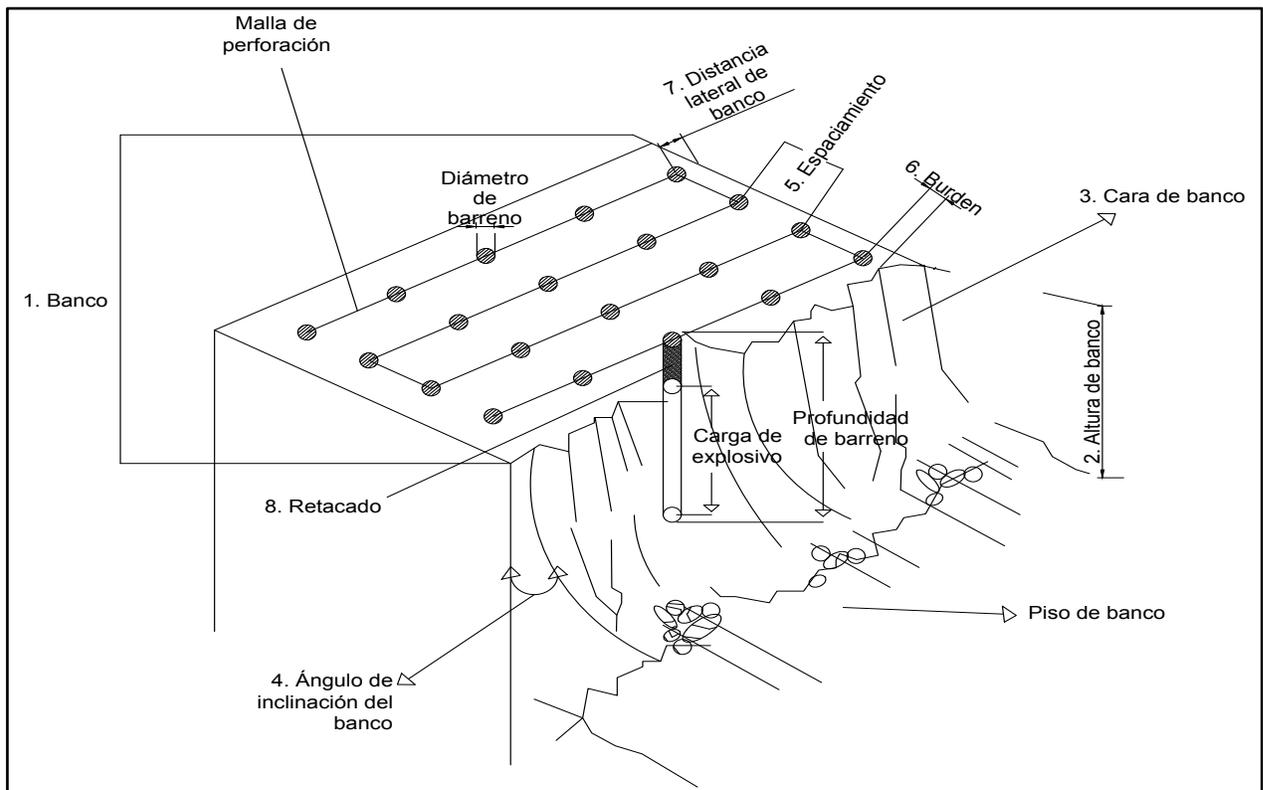
Una vez caracterizadas y seleccionadas las áreas de producción en la empresa, se puede realizar la planificación del primer proceso productivo que corresponde a las voladuras.

#### 4. Planificación de las voladuras

La planificación de las voladuras se desarrolla mediante un proceso diseño de la voladura, implantación del diseño de la voladura, y finalmente de control ejecución de la voladura de tal manera que los resultados sean los óptimos y deseados. Este trabajo se enfoca en una voladura en canteras a cielo abierto, para ello se define como banco al terreno objeto de la voladura donde se posicionan los barrenos. Sobre la cara superior del banco se localizan el total de barrenos que determine el diseño los cuales posteriormente son cargados con material explosivo, que al ser detonado dará como resultado la fragmentación y

desplazamiento de la roca (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013). Otros parámetros relevantes que se identifican en la Figura 2.6 son:

1. **Altura de banco:** es la distancia vertical que hay entre el punto más alto de un banco de terreno hasta el pie del mismo.
2. **Ancho del banco:** es la sumatoria de los espacios que se requieren para el traslado y movimiento de las máquinas.
3. **Cara de banco:** parte frontal del banco que se observa en el corte del yacimiento.
4. **Ángulo de inclinación:** es el ángulo que se forma entre los dos bancos adyacentes el uno vertical y el otro horizontal.
5. **Espaciamiento:** es la distancia entre dos barrenos adyacentes que es paralela al frente de la cara del banco
6. **Burden:** es la distancia perpendicular hacia la cara libre.
7. **Distancia lateral del banco:** es la distancia paralela entre la línea de barrenos mas próxima a la cara lateral del banco.
8. **Retacado:** Consiste en rellenar el agujero de cada barreno con material de granulometría fina (gravilla) aplicando presión mediante una herramienta especializada para el sellado de cada barreno.



**Figura 2.6** Detalle del banco y barrenos en el diseño de voladuras. Adaptado de (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)

Las voladuras son realizadas acorde con las normativas ambientales de explotación del mineral en los capítulos I, VII, VIII y X del “*reglamento ambiental de actividades mineras del ministerio de ambiente*” del Ecuador (Ver anexo 1) y según lo establecido en los procedimientos técnicos de la empresa (Malavé, 2018), para garantizar la seguridad industrial y el menor impacto ambiental.

A continuación se describen los procesos de: diseño de la voladura, implantación del diseño de la voladura, y finalmente de control ejecución de la voladura.

#### **4.1. Proceso de diseño de la voladura:**

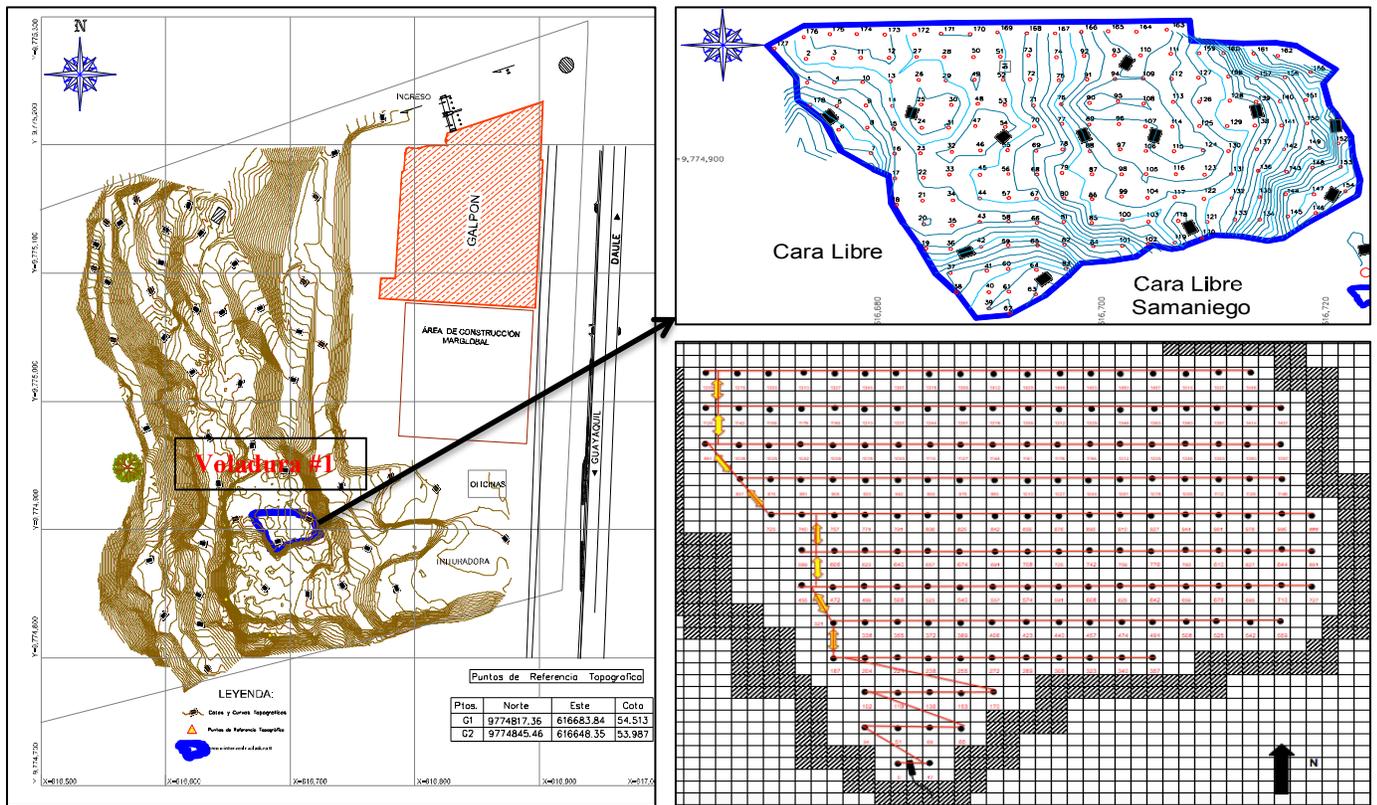
Existen varios métodos teóricos para el diseño de voladura entre los cuales están: método de Langefors, método de Ash, método de López Gimeno, entre otros. Todos estos métodos han sido creados en base a experticia en el campo de explotación de minas y producción de agregados. Antes de diseñar un proceso de voladura es vital conocer la información referente a: tipo de roca y condiciones geológicas (estratificación, fallas, fracturas), propiedades mecánicas de la roca (resistencia a compresión y tensión), volumen de material requerido (área superficial comprendida por el largo de frente, el ancho y la altura de banco), el trabajo de perforación de barrenos (diámetro de perforación, longitud, ángulo y estabilidad), tipo de explosivo a emplearse (dinamita, pentolitas, emulsiones y anfos) y el sistema de iniciación de voladura (mecha de seguridad, cordón detonante, iniciación eléctrica y no eléctrica).

El documento denominado plan de fuego contiene la información referente al mapa de diseño de la malla de perforación donde se indica como será la distribución y localización de los barrenos detallando: distancias entre cada barreno, profundidad de perforación, carga de explosivos y como será la secuencia de encendido que se ejecutará en la voladura. En la (Figura 2.7a) podemos observar el mapa topográfico de la cantera, donde se hace referencia al área que se va a intervenir para la ejecución de voladura (borde azul), en la Figura 2.7b y 2.7c detalla el diseño de la malla de perforación y las secuencias de encendido. Esta información es contenida en el documento plan de fuego.

Además, el plan de fuego también consta de la siguiente información que es validada por un asesor externo:

##### **1. Parámetros de perforación**

- Espaciamiento (S)
- Burden (B)
- Profundidad de perforación (P)
- Sobre perforación = 10% P (ST)



**Figura 2.7** Documento Plan de fuego. a) Mapa topográfico con ubicación de área a volar, b) diseño de malla de perforación y c) secuencia de encendido de explosivos en malla.

## 2. Parámetros de voladura

- **Tipo de explosivo:** varían en su densidad, velocidad de detonación
- **Diseño de salida:** tiempos de salida (marcan hacia donde va el desplazamiento de la voladura, la generación de la próxima cara libre). Metodología que se utiliza para minimizar vibraciones y ondas aéreas es la voladura silenciosa que se aplica con retardos secuencialmente.
- **El taco:** la parte superficial de la columna de perforación que no lleva carga, se tapa con material el barreno (piedra fina para que la detonación se disperse hacia abajo)
- **Carga de fondo y carga de columna:** generalmente se coloca un explosivo mas potente en la parte del fondo del barreno y en la parte media uno menos potente, ya que se necesita mayor potencia abajo que arriba para una mejor fragmentación de la roca.

## 4.2. Proceso de implantación del diseño de la voladura:

### 1. Proceso de perforación de barrenos

Existen varios sistemas que se utilizan en la perforación de barrenos:

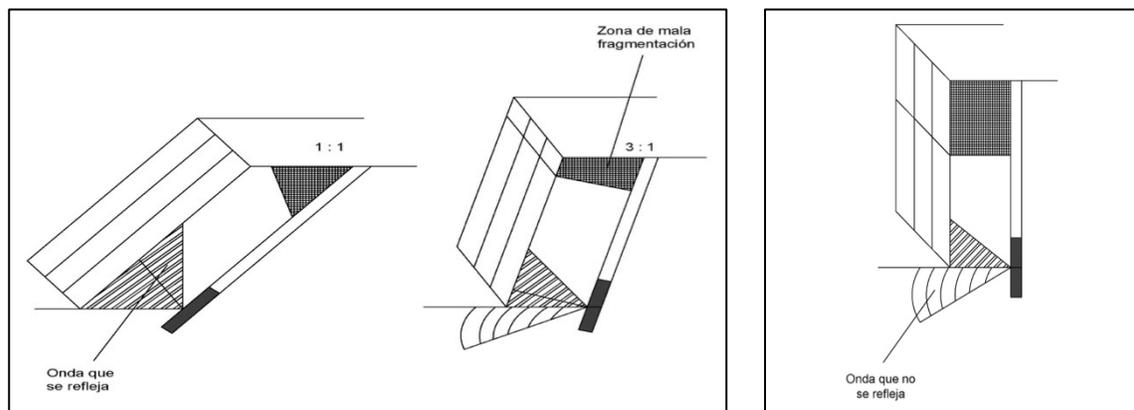
- Sistema de perforación por rotación
- Sistema de perforación por corte
- Sistema de perforación rotativo con tricono

La selección del sistema más adecuado depende del análisis de los siguientes factores: configuraciones geológicas del yacimiento y tipo de roca, propiedades físicas y mecánicas de la roca, del diámetro de perforación y la profundidad de perforación. Una vez culminado dicho análisis tanto en el campo como en laboratorio se comprueba la disponibilidad de equipos de perforación y los costos asociados (operador, traslado, alquiler, otros) para la selección. (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013).

Es un proceso de perforación rotativa, el cual consiste en la fragmentación de la piedra, a través del impacto de una broca en la roca, mediante fuerzas mecánicas de empuje y rotación, a través del eje de perforación que es el medio entre la máquina y la broca, requiriendo de la inyección de fluidos para el enfriamiento de la broca y para la evacuación del material que se está perforando. Como se comentó previamente la perforación de barrenos se puede realizar mediante: un sistema de perforación por rotación, es decir mediante un Drill hidráulico o martillos manuales acoplados a compresores de aire, a los cuales se les acopla brocas de distintos diámetros que tengan las características requeridas de acuerdo a las necesidades técnicas del proceso de perforación de la cantera; sistema de perforación por corte (o de Corona dentada), el cual consiste en la extracción de un cilindro por corte por rotación en barrenos, aquí dependiendo de la dureza de la roca se aplican diferentes tipos de coronas, en rocas suaves los dientes de las coronas son de acero, en cambio en rocas duras son de diamante; sistema de perforación rotativo con tricono, está formado por 3 conos que rotan según el empuje de la máquina, los triconos también varían dependiendo del tipo de roca, al igual que las coronas y los tamaños de los dientes disminuyen en cuanto la roca sea más dura. (González, 2016).

En una voladura en banco, los barrenos son perforados formando una malla, la cual es armada en función de la distancia del frente del banco y la distancia lateral del mismo. De acuerdo al ángulo de inclinación de los barrenos existen dos tipos de voladuras: voladura de barrenos verticales y voladuras de barrenos inclinados. En perforaciones inclinadas es recomendable utilizar una malla más amplia ya que esta reduce el uso de explosivos y a su vez disminuye el retacado, de esta forma la fragmentación de roca no generará sobre dimensionamientos como resultado final; sin embargo un punto en contra de la perforación inclinada es el aumento de uso de equipos y también la dificultad en la correcta alineación de los barrenos según en ángulo de inclinación del talud (Figura 2.7 a). Por otro lado la perforación vertical permite un óptimo resultado en la voladura global, aunque cuando se

realiza la carga de fondo de los barrenos, la energía de vibraciones por debajo del pie del banco aumenta (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013) (Figura 2.7 b).



**Figura 2.7** Posicionamiento de barrenos en perforación inclinada y en perforación vertical (adaptado de (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)).

## 2. Equipo utilizado para perforación de barrenos

En la perforación de barrenos se utiliza un Drill de 15 toneladas y sus dimensiones (largo x ancho x alto) son: 9,4 m x 2,5 m x 2,9 m que permite obtener agujeros de diámetros entre 75 - 115 mm, con una profundidad de perforación de hasta 25 m y una velocidad de desplazamiento de 3,8 km/h, (ver Figura 2.7a). Drill de 12 toneladas y dimensiones de: 8,7 m x 2,5 m x y 2,9 m, que permite obtener agujeros de diámetros entre 65 - 102 mm, una profundidad de perforación de 18 m y una velocidad a desplazarse de 3.8 km/h. (ver Figura 2.7b).

Las características del motor son: el Drill JD-1300E tiene una potencia de salida nominal de 205/2.200 hp/rpm y capacidad de tanque lleno de hasta 350 litros, mientras que el Drill JD-800E tiene potencia de salida nominal de 156/2.200 hp/rpm y capacidad de tanque lleno de hasta 300 litros. Otras especificaciones técnicas de los Driles hidráulicos se presentan en la tabla 2.2.

Actualmente, la cantera cuenta con los siguientes equipos para el proceso de perforación:

- Drill JUNJIN (modelo JD-1300E)
- Drill JUNJIN (modelo JD800E)
- Compresor de aire ELGI-300
- Martillos manuales (acoplados a compresor)



Figura 2.7. a) Drill marca JUNJIN (modelo JD800E), b) Drill marca JUNJIN (modelo JD-1300E)

Tabla 2.2 : Especificaciones Técnicas de Drill Hidráulico

DETALLE	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	MODELO JD-800E	MODELO JD-1300E
<b>Dimensiones</b>	Peso Bruto	Kg	11.900	14.700
<b>Totales</b>	L*A*A	mm	8680*2470*2860	9400*2490*2890
<b>Rendimiento</b>	Rango de Agujero	mm	65 - 102	75 - 115
	Profundidad de Perforación	m	18	25
	Gradabilidad	*	30	30
	Velocidad de desplazamiento	km/hr	0 - 3.8	0 - 3.8
<b>Motor Diesel</b>	Modelo	Cummins	B5.9-C (Tier I)	CTAAB.3-C (Tier II)
	Potencia de Salida Nominal	hp/rpm	156 / 2.200	205 / 2.200
	Capacidad de Tanque Lleno	liter	300	350
<b>Compresor de Aire</b>	Modelo		CF75G(GHH-RAND)	GHH-RAND
	Presión de Trabajo	Kg/cm <sup>2</sup>	10,5	10,5
	Llegada de Aire	m <sup>3</sup> /min	5,7	7,8
	Capacidad del Tanque	m <sup>3</sup>	0,051	0,035

Para áreas con accesos limitados para el ingreso de una máquina Drill, se usan equipos de perforación manual denominados martillos (Figura 2.8a), los cuales se acoplan a un

compresor de aire y realizan la perforación de barrenos (Figura 2.8b). Las brocas que son utilizadas por los martillos manuales, tienen dimensiones de 38 mm de diámetro, además que las brocas deben ser capacitadas para trabajos en roca compacta con densidades de 1.9 y 2.5 ton/m<sup>3</sup>.



**Figura 2.8** Equipo acoplado a compresor de aire para perforación manual de barreno: a) Martillo, b) Compresor de aire ELGI-300

Los rendimientos de perforación son calculados en base a la configuración de la cantera, al tipo de roca que existe y a los equipos utilizados en el proceso. Se debe llevar un registro de rendimientos de perforación estimados para cada tipo de roca en m/h.

### **3. Proceso de carga de explosivos en barrenos y voladura**

1. Se realiza la limpieza de área superficial y nivelación de banco.
2. Antes de cargar los explosivos en los barrenos, se verifica que no haya obstrucciones ni agua, con el fin de evitar atascamientos al momento de colocar la emulsión explosiva encartuchada y la posibilidad de que se humedezca el material explosivo. Si es inevitable eliminar la presencia de agua se debe utilizar un explosivo de tipo impermeable.
3. Se conecta el iniciador de cordón detonante a la emulsión explosiva encartuchada.
4. Se carga el barreno con el detonante determinado de acuerdo a las características físicas y mecánicas de la roca.
5. Se coloca el nitrato después de cargar el detonante para que al momento de la voladura se expanda la detonación.
6. Se realiza el taqueo después de la colocación del nitrato, tapando los barrenos con piedra triturada.
7. Finalmente se abre la mecha en unos 5cm para poder encender el detonante.

En la (Figura 2.9) se puede observar la carga de explosivos que se menciona en la lista anterior.



**Figura 2.9** Proceso de carga de explosivos en barrenos

#### **4. Equipo requeridos para la carga de explosivos en barrenos**

Para esta etapa, el equipo requerido es la emulsión explosiva encartuchada de tipo emulnor (500, 1000, 3000, 5000), la cual esta compuesta de nitrato de amonio + hidrocarburo + emulsificante, los cuales son resistentes al agua. Se utiliza la mecha de seguridad, denominada mecha lenta, que es pólvora negra, la cual transmite el fuego a una velocidad uniforme de dos minutos por metro lineal, con el fin de precautelar la seguridad de la persona que la enciende. En la mecha lenta se añade un iniciador y este a su vez se coloca adentro de la emulsión para darle inicio a la detonación (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013). Para la expansión de la detonación se aplica el nitrato con precaución, ya que el radio de explosión aumentará con el aumento de la cantidad de nitrato. En la Figura 2.10a se puede observar las emulsiones encartuchadas acopladas ya con la mecha de seguridad y el iniciador, y en la Figura 2.10b el nitrato.



**Figura 2.10** Carga de explosivos: a) Emulsión explosiva encartuchada con mecha de seguridad e iniciador, b) Nitrato de amonio

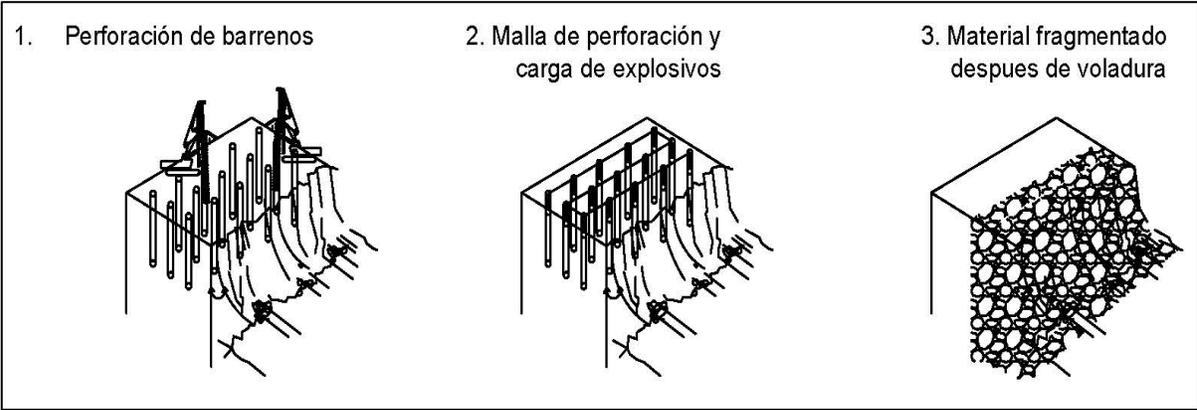
### **Proceso de control ejecución de la voladura**

Un iniciador o detonante es el encargado del desencadenamiento de la detonación dentro de los barrenos, su correcta descarga es importante para que se efectúe en forma secuencial la detonación de los barrenos, sin que se detenga la reacción en cadena. En este proceso, al momento de la detonación, se genera una onda que se difunde a través de las rocas adyacentes a velocidades de 3.000 y 5.000 m/s. La onda genera un efecto de compresión en la roca pero al detonar el barreno adyacente, esta cambia de dirección generando un esfuerzo de tracción (“la resistencia que tienen las rocas a tracción es 10 a 100 veces menor que su resistencia a compresión”), produciéndose la fragmentación de la roca en la tracción (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013). En la (Figura 2.11) podemos ver algunas detonaciones realizadas en la cantera.



**Figura 2.11** Voladura en cantera

En la siguiente representación grafica se presenta el flujo del proceso de perforación y voladura (Figura 2.12).



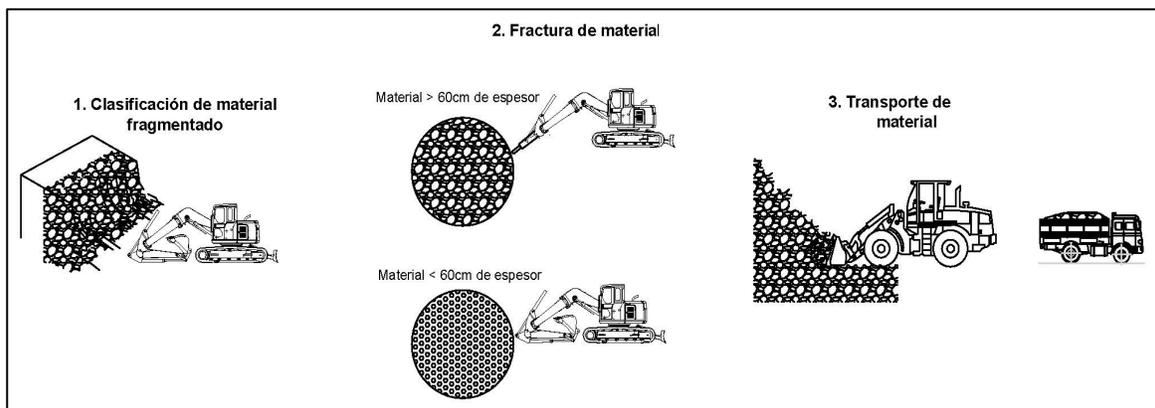
**Figura 2.12** Representación grafica del flujo del proceso de perforación y voladura

## CAPÍTULO III

### CARACTERIZACIÓN DE LA TRITURACIÓN Y CRIBADO

#### 1. Introducción

Una vez que la materia prima es extraída del yacimiento en el proceso de perforación y voladura (etapa 1), se procede a una etapa previa del proceso de trituración y cribado que consiste en la clasificación, fractura y transporte del material fragmentado (etapa 2). Como resultado del proceso de voladura se obtiene un volumen de material fragmentado, el cual deberá ser clasificado por tamaño de grano en un área de 60x90 cm como tamaño máximo, acorde a la capacidad máxima de alimentación en la mandíbula de la trituradora que es de 76.2x106.68 cm. Haciendo uso de una excavadora de oruga se separan las rocas en dos tamaños (mayores a 60cm y menores a 60cm en volumen) en el área de reserva de material extraído, las rocas de volumen mayor a 60cm que son separadas en este proceso, se fracturan utilizando una excavadora con martillo hidráulico. Finalmente, el volumen total de material es cargado y transportado en volquetas desde el área de reserva de material extraído, hacia el área de acopio o planta trituradora, donde se inicia la primera etapa de la línea de producción de agregados denominada etapa de trituración y cribado del agregado (etapa 3) (Figura 4.1).



**Figura 4.1** Representación grafica del flujo de proceso de clasificación, fractura y transporte de material fragmentado

El proceso de trituración consiste en la reducción del tamaño del árido proveniente del yacimiento o poliedro irregular, cuya dimensión máxima se produce mediante fuerzas mecánicas de compresión, impacto, cizallamiento y abrasión que son aplicadas en los equipos de trituración (Rebollo, Correa, Soengas, & Botasso, 2016). Y el proceso de cribado que consiste en la clasificación del agregado a través de la vibración de la zaranda, caída por gravedad y tamizado para la separación de los granos por tamaños determinados (Olguín, 2016).

## **2. Proceso de trituración del agregado**

El factor granulométrico del agregado es muy importante en el desarrollo de las obras civiles, no solo por criterios técnicos sino también por aspectos económicos. El proceso de trituración se desarrolla en dos fases: la trituración primaria y la trituración secundaria.

### **2.1. Trituración primaria**

Consiste en la reducción de tamaño del árido una vez que el material ha sido fragmentado, clasificado y transportado hacia la planta de trituración, el material es reducido en un 76 a 86% en su volumen, en un alcance ajustable de salida de 8cm a 15cm (3.15"-5.9"), para posibilitar el transporte del material a través de las cintas transportadoras. En este proceso se utilizan trituradoras de quijadas o mandíbulas las cuales a través de movimientos de impacto reducen el tamaño del agregado (Valle, Acosta, & Salvatierra, 2011).

#### **2.1.1. Especificaciones del equipo utilizado en la trituración primaria**

Para la trituración primaria de la roca en la cantera se utiliza una trituradora de mandíbula de marca TRIO, la trituradora es de tipo estacionaria y de un tamaño mediano de 2.65 de largo x 2.30 de ancho x 3.11 de alto, el motor que posee es de 150 Hp. La trituradora de mandíbula consta de dos placas de hierro, la una fija y la otra móvil o dinámica que se acerca y aleja de la placa fija en un movimiento elíptico, triturando el material como lo hace una mandíbula. Estas trituradoras son utilizadas

para obtener material triturado de tipo grueso y medio dependiendo de los requerimientos técnicos establecidos, se regula la abertura de la placa móvil para obtener ya sea material más fino o más grueso en rangos de 1 a 15cm. También, se utiliza una zaranda vibratoria #1 de marca TRIO, compuesta por 3 niveles de clasificadoras (Figura 3.2), el tamaño de la zaranda es de 2.10 m de ancho x 5.20 m de largo, posee 24° de inclinación, trabaja con un eje excéntrico y volantes laterales que van con contra pesos, además posee un motor de 30 Hp.

Los niveles de clasificación de la zaranda generan diferentes granulometrías del agregado, teniendo así lo siguiente:

- Tamiz 1 (piso alto): producto terminado de granulometría 1 ½"
- Tamiz 2 (piso intermedio): producto terminado de granulometría 7/8"
- Tamiz 3 (piso bajo): producto terminado de granulometría ½"



**Figura 3.2** Zaranda vibratoria #1 con 3 niveles de clasificadoras

Otro componente importante en el proceso de trituración son las cintas transportadoras, las cuales se conectan entre los diferentes equipos de trituración y permiten el trasladando de grandes volúmenes de material desde la mandíbula hasta la zaranda vibratoria de manera continua. (Figura 3.3).



*Figura 3.3* Cintas transportadoras

## **2.2. Trituración secundaria**

Las cintas transportadoras posicionan en la zaranda vibratoria los agregados procedentes de la trituración primaria, donde por fuerza de gravedad el material cae directamente a la segunda máquina de trituración denominada trituradora de cono. En este segundo proceso de trituración se reduce el tamaño del agregado a un tamaño máximo de 3.15cm ( $1\frac{1}{4}$ ”).

### **1.1.1. Especificaciones del quipo utilizado en la trituración secundaria**

Para realizar el proceso de trituración secundaria se utiliza una máquina que tiene la forma de un cono denominada trituradora de cono (Figura 3.4), las dimensiones de la sección cónica encargada de la recepción del material a triturar tiene un tamaño de 1.30m ( $4\frac{1}{4}$  ft), posee un motor de 200 Hp, un eje recto y otro perpendicular, además tiene un movimiento circulatorio excéntrico y está compuesto internamente por bujes o bocines de bronce y un plato de bronce, tiene una lubricación permanente de aceite mediante un sistema circulatorio. Las trituradoras de conos son utilizadas en canteras para procesos secundarios y terciarios de trituración, los conos secundarios proporcionan una granulometría que va entre 15 y 4cm y los terciarios entre 4 y 1cm. En el caso de que el requerimiento de material sea extremadamente fino se emplean trituradoras de conos ultra finos, los cuales pueden dar hasta granulometrías de 2 a 0.5cm de espesor. La producción de la trituradora de cono en la cantera en estudio es

de  $\pm 100 \text{ m}^3/\text{h}$  siempre y cuando el tamaño de piedra que entre en la mandíbula y en el cono, sea desde  $1.9 \text{ cm}$  ( $\frac{3}{4}''$ ) hacia arriba.



**Figura 3.4** Trituradora de Cono

Otro equipo utilizado en el proceso secundario de trituración, es la zaranda vibratoria #2, la cual posee 2 niveles de clasificadoras (Figura 3.5). Esta máquina genera 2 tipos de tamaño de agregado final: el cisco y la piedra chispa, los dos tipos de agregado son los de menor granulometría en el proceso de producción, sin embargo los de mayor costo operacional ya que tienen el proceso más largo de producción.

### **3. Proceso de cribado y clasificación del material triturado**

Este proceso consiste en la clasificación del agregado o material fragmentado a través de la vibración de la zaranda, donde por gravedad e inclinación de los tamices se produce la separación de los granos de acuerdo a su tamaño (Olguín , 2016). Dicha separación define dos sub procesos, es decir, un subproceso de producto terminado asociado al material más fino pasa por los tres tamices, y otro subproceso donde el material grueso que no pasa el primer tamiz en las cribas de la zaranda cae a la trituradora secundaria (Tipo cono), para ser fragmentado nuevamente y reducir el tamaño del agregado hasta  $1\frac{1}{4}''$  (es decir inferior al tamaño del tamiz 1).



**Figura 3.5** Zaranda vibratoria #2 con 2 niveles de clasificadoras

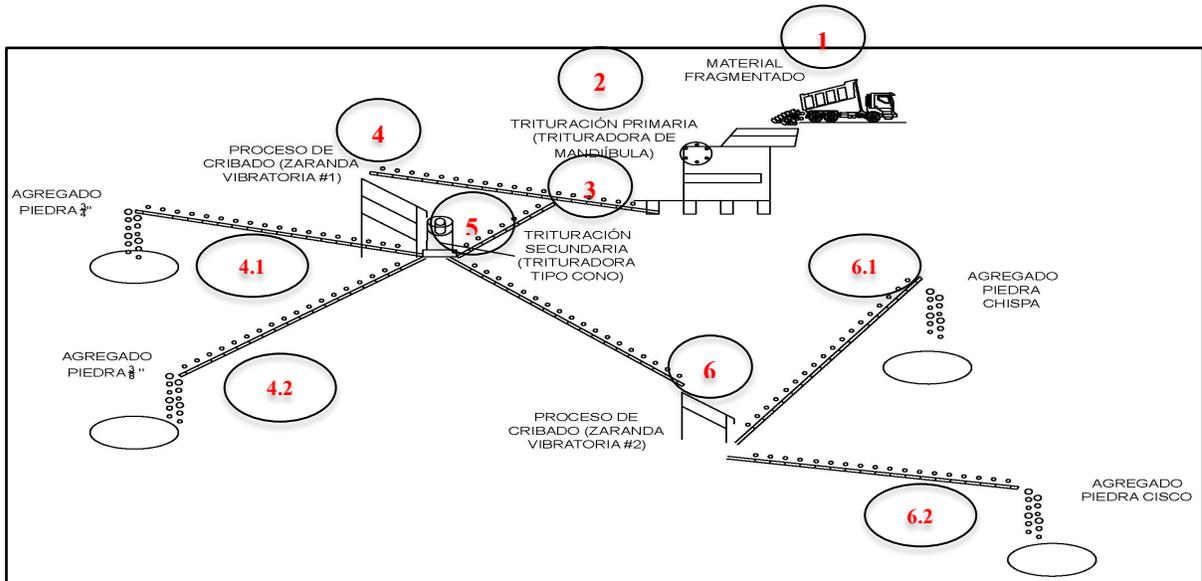
La trituración secundaria constituye un proceso cíclico ya que el material a la salida de esta es transportado a un punto de conexión con el material procedente de la trituración primaria, tal como se indica en la Figura 3.6. (Cedeno & Rincon, 2013).



**Figura 3.6** Flujo del proceso de trituración y cribado del agregado

### 3.1. Representación gráfica del flujo del proceso de trituración, cribado y clasificación del agregado como producto terminado

En el siguiente diagrama se representa el proceso completo de trituración, cribado y clasificación del agregado para la obtención de cuatro productos terminados (Figura 3.7).



**Figura 3.7** Representación gráfica del flujo del proceso de trituración, cribado y clasificación del agregado

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA CANTERA**

#### **1. Introducción**

Se entiende por sistema de gestión como el conjunto de objetivos, estrategias, políticas, métodos y procedimientos establecidos para la adecuada planificación, ejecución y control de los procesos productivos tal que, se logre satisfacer adecuadamente la producción de bienes y servicios. En dicho sistema se requiere conocer la mayor cantidad de información sobre: recursos, procesos, personas, productos, así como el uso de tecnología y su interacción con personas, con el fin de satisfacer la demanda de sus clientes y alcanzar el éxito sostenido en una organización.

En este trabajo se diseña y desarrolla una herramienta web para facilitar la gestión de información asociada a procesos, personas y productos, tal que se puedan reportar datos en tiempo real, de tal manera que se puedan tomar decisiones y corregir fallos, evitando de este forma gastos innecesarios. La finalidad del sistema de gestión es identificar y visualizar todas las áreas de producción de la empresa para que se logre el cumplimiento de los objetivos organizacionales. Es importante que cada área de trabajo tenga bien definido sus etapas y procesos de producción, así como su relación con los objetivos y metas a cumplir. Un sistema de gestión se basa en un ciclo de mejora continua de los procesos productivos los cuales fueron identificados previamente en los capítulos 2 y 3.

La empresa objeto de estudio, no dispone de un sistema de gestión propiamente dicho que le permita identificar y visualizar su estructura organizativa. Por otra parte los procesos productivos desarrollados pueden ser optimizados mediante la identificación de los recursos (distribución de instalaciones y equipos, personal, materia prima, entre otros) y sus relaciones funcionales. Entendiendo a las relaciones funcionales como la interacción entre las personas de diferentes áreas o departamentos e instancias gerenciales dentro de la

empresa donde la comunicación fluye mejor entre los participantes de áreas afines, se transmite mejor el conocimiento y existe mejor armonía de trabajo. En el proceso de planificación, las relaciones funcionales cumplen un rol indispensable, ya que el esfuerzo conjunto coordinado entre todas las áreas permite una mejora significativa al planificar las estrategias para el logro de objetivos.

Por otra parte para dar seguimiento al proceso productivo es necesario, por ejemplo, la identificación de los equipos según su condición (móvil o fijo) y su distribución en las instalaciones, ya que la ubicación define las diferentes áreas de trabajo, sus flujos de transporte y, en caso de proyectos de ampliación se optimizarían los cambios disminuyendo gastos y agilizando los procesos. Adicionalmente, un sistema de gestión simplifica el diseño de planes de mantenimiento y el seguimiento de horas de servicio realizadas entre otros aspectos relacionados con el buen funcionamiento de los procesos.

El sistema de gestión diseñado también incorpora al recurso humano, para ello se identifican y registran los cargos existentes en la empresa y las funciones asociadas. Por tanto, la asignación de personal puede realizarse con mejores criterios, es decir, según su capacitación o formación garantizando implícitamente algunos aspectos de seguridad industrial.

Con respecto a la materia prima, el sistema de gestión debe registrar adecuadamente parámetros de caracterización de la misma, de tal forma que se logre proyectar cuantos tipos de productos se puede derivar, y posteriormente validar las estimaciones con la producción real, estableciendo así estrategias de retroalimentación de información.

En este trabajo para la elaboración de la propuesta del sistema de gestión, se realizan los siguientes pasos:

1. Se identifican los procesos productivos existentes (descritos en los capítulos 2 y 3).
2. Se desarrolla mediante diagramas de flujo las líneas de producción por proceso y la distribución organizacional de la empresa.
3. Se realiza un inventario de equipos por proceso.
4. Se identifica el personal que interviene en cada proceso, sus funciones, su formación, entre otros aspectos de carácter administrativo.

5. Utilizando una metodología cualitativa mediante trabajo participativo y entrevistas, se identifican las funciones y responsabilidades de cada cargo para construir los manuales de funciones y descripción de cargos.
6. Se evalúa el organigrama organizacional (última actualización año 2015) y se realiza una propuesta de actualización a julio 2019.
7. Se evalúa y rediseña el sistema de registro de información de entrada y salida en las diferentes etapas que constituyen a cada línea de producción por proceso.
8. Se diseña una estructura base para la construcción de un sistema Web de información que facilite la gestión de los procesos productivos.

## **2. Descripción de diagramas de flujo de los procesos productivos**

Mediante el uso de diagramas de flujo se realizan representaciones gráficas que explican la secuencia de los procesos productivos que se desarrollan en la cantera. Dichas representaciones facilitan la visualización y comprensión del funcionamiento del sistema productivo en la producción de diferentes agregados.

Se inicia con la identificando de las líneas de flujo que intervienen en cada secuencia según se describió en los capítulos 2 y 3. A partir de lo cual se han construido 3 diagramas de flujo que utilizan 6 simbologías para describir: datos (entrada y salida que deben ser registrados), producto de cada etapa del proceso (planos, reportes y otros documentos), requerimientos para ejecución del proceso (personal, equipos, tiempo), identificación de puntos de toma de decisiones, inicio de proceso y subprocesos.

El primer diagrama representa el proceso de perforación y voladura, el segundo corresponde al proceso de clasificación fractura y transporte; finalmente el proceso de trituración, cribado y almacenamiento (Figuras: 4.1, 4.2 y 4.3).

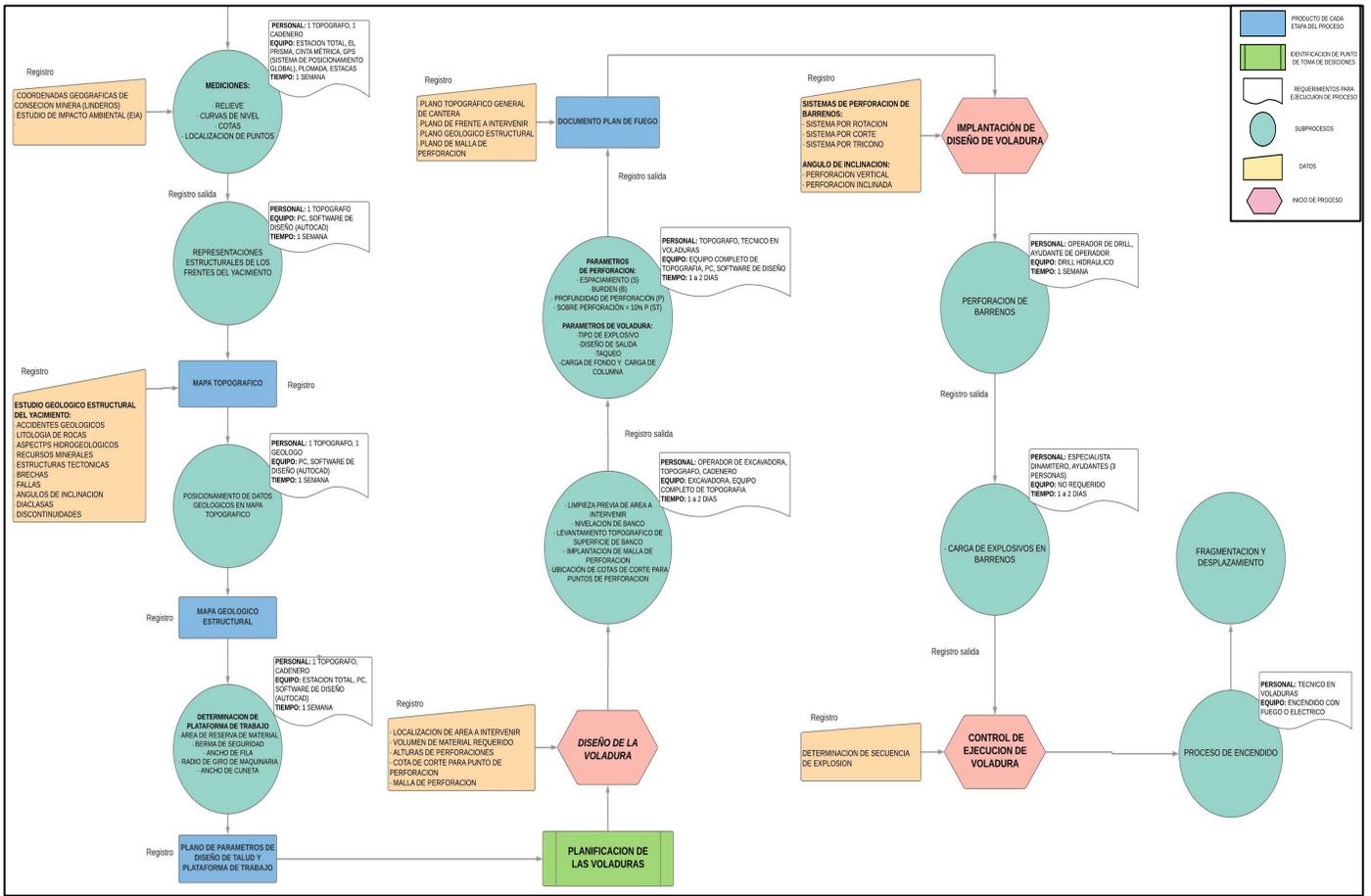
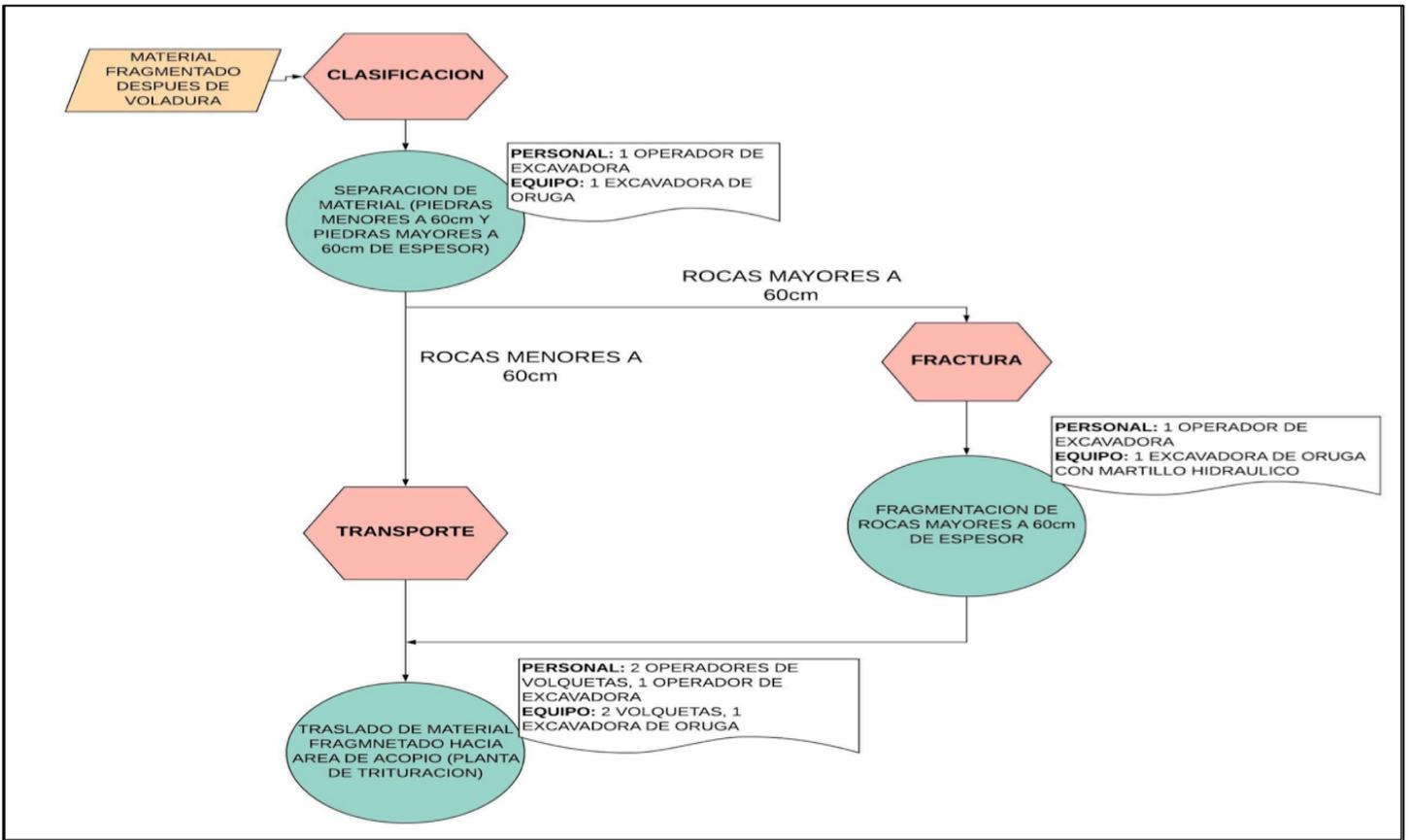
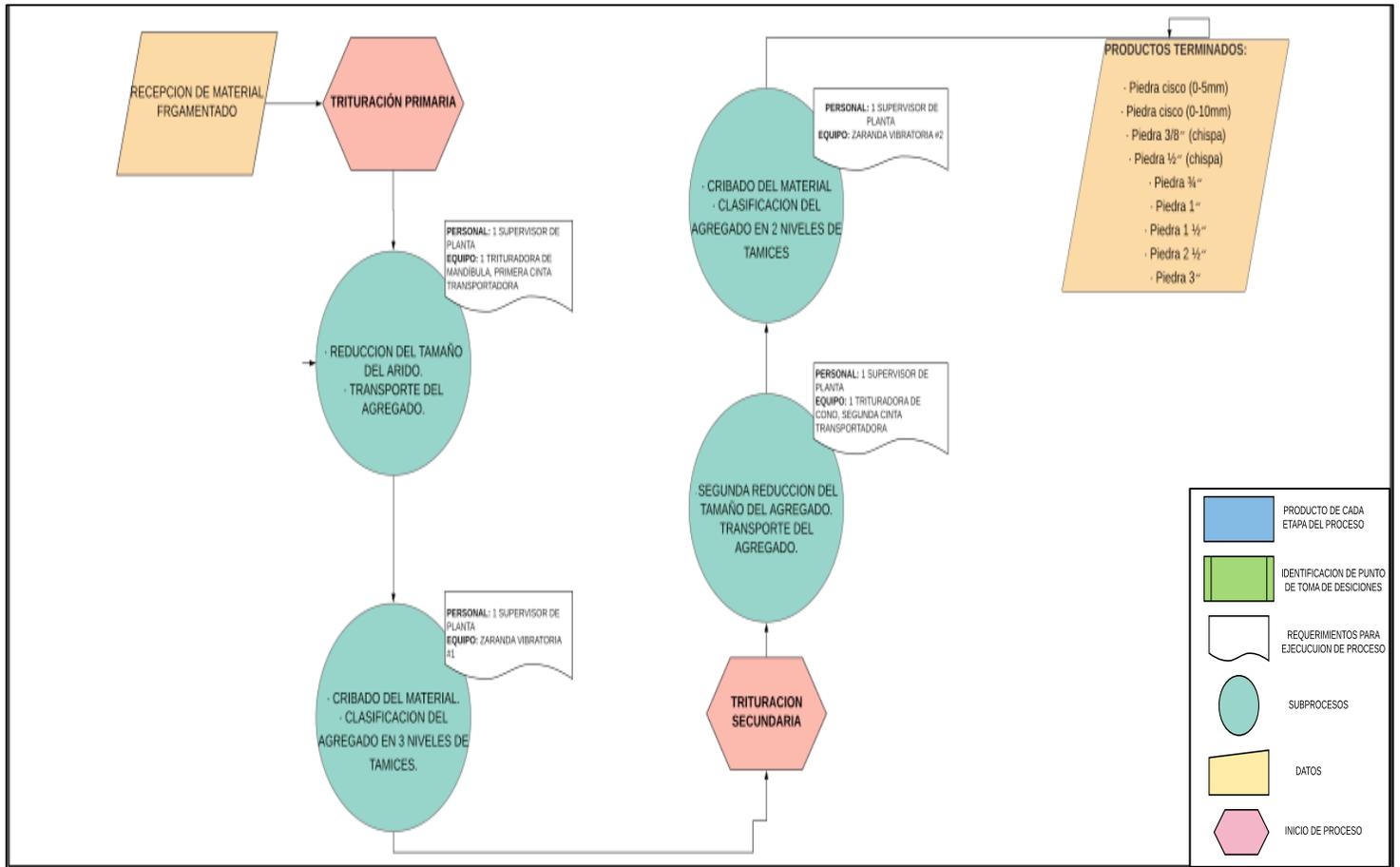


Figura 4.1 Diagrama de flujo de proceso de perforación y voladura



**Figura 4.2** Diagrama de flujo de proceso de clasificación, fractura y transporte



**Figura 4.3** Diagrama de flujo de proceso de trituración, cribado y almacenamiento

Los diagramas de flujos son el resultado de los análisis al proceso productivo y sirven de base en el diseño de la aplicación web del sistema de gestión, estos diagramas detallan las secuencias de cada proceso identificando donde proponer mejoras, optimizar recursos, corregir de errores de procesos, replanteo de información, creación de inventarios, entre otros aspectos.

### 3. Diseño de inventario

Para gestionar al componente tecnológico se diseña un inventario de equipos creado mediante la asociación con los tres procesos identificados. El diseño de dicho inventario es incorporado al sistema web, lo que facilita obtener los requerimientos de información de los equipos que intervienen en los procesos de producción de agregados, en menor tiempo y con una representación mejor estructurada tipo catálogo. Esta recopilación de información ayuda a la empresa desde el conocimiento técnico de los equipos, y de la información asociada a los bienes que posee la empresa (equipos), facilitando la identificación de sus proveedores, costos, mantenimientos, repuestos, entre otros. En el inventario de equipos se construye registrando y codificando para cada etapa y proceso productivo la siguiente información según corresponda:

<b>PRIMERA ETAPA:</b>	<b>SEGUNDA ETAPA:</b>	<b>TERCERA ETAPA:</b>
<b>PROCESO DE PERFORACION Y VOLADURA</b>	<b>PROCESO DE CLASIFICACION, FRACTURA Y TRANSPORTE</b>	<b>PROCESO DE TRITURACION, CRIBADO Y ALMACENAMIENTO</b>
1.-LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	1.- CLASIFICACION	1.- TRITURACION PRIMARIA
2.-REPRESENTACIONES ESTRUCTURALES DEL YACIMIENTO	2.- FRACTURA	2.- TRITURACION SECUNDARIA
3.- DETERMINACION DE PLATAFORMA DE TRABAJO	3.- TRANSPORTE	
4.-DISEÑO DE VOLADURA		
5.-IMPLANTACION DE DISEÑO DE VOLADURA		
6.-CONTROL DE EJECUCION DE		

Información registrada y codificada:

Etapas	Figura del equipo
Proceso	Aspectos generales
Denominación del equipo	Funciones
Modelo	Rendimiento
Cantidad	Motor
Dimensiones y peso	Plumas
Capacidad almacenamiento	Compresor de aire
Precisión	Otros

Ver anexo 2

#### 4. Diseño de base de datos de recursos humano

Para gestionar al componente de recursos humanos se diseña un inventario del personal, y de igual forma se asocia a los procesos de producción de agregados. Este inventario incluye datos de interés para la empresa sobre cada miembro del personal que labora, agrupando dicha información en los siguientes componentes: datos personales, datos profesionales, datos organizacionales y datos administrativos, entre otros tal como se indica en la (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1 :**

DATOS PERSONALES	DATOS PROFESIONALES	DATOS ORGANIZACIONALES	DATOS ADMINISTRATIVOS
Nombres y apellidos	Formación profesional	Proceso de producción asignado	Sueldo IESS
Cédula / pasaporte	Grado de instrucción	Nivel proceso	Sueldo a recibir
Lugar de nacimiento	Cargo Fecha ingreso Tiempo trabajo acumulado	Funciones según manual de cargo	Períodos vacaciones fecha y año
Nacionalidad			Jornada laboral
Estado civil			Archivos digitales de contratos
Licencia conducir			

La empresa en estudio no cuenta a la fecha con manuales de cargo para el personal de planta, administrativo y gerencial, motivo por el cual se realizaron encuestas y entrevistas en base a una metodología cualitativa con el fin de recopilar información detallada de las funciones que desempeñan cada integrante del personal en sus puestos de trabajo. De un total de 45 trabajadores se entrevistó a los empleados del área de producción, (en correspondencia con el objetivo de esta investigación), es decir se realizaron 18 entrevistas y luego de procesar dicha información se describen las funciones y responsabilidades de cada trabajador en los procesos de producción de agregados. El trabajo realizado permite la creación de un manual organizacional y de funciones de la empresa (Anexo 3).

## 5. Funciones y descripción de cargos

Como parte de la información contenida en el manual de gestión de la empresa, se presenta a continuación el formato de registro del perfil de contratación y asignación de cargo, así como las tablas de registro de identificación del tipo de cargo, descripción principal del trabajo en cada tipo de cargo y la descripción de las funciones para cada cargo; todos ellos identificados durante la evaluación del sistema existente.

Perfil de contratación y asignación de cargo 1:

<b>Formación académica</b>
Experiencia profesional
Conocimientos, habilidades y destrezas:
<b>Técnica:</b>
<b>Informática</b>
<b>Idiomas</b>
Otros:

### a. Cargo 1

#### 1. Identificación del cargo 1

<b>Denominación</b>	<b>Jefe de planta cantera</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe Financiero y Operaciones
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operadores de maquinaria y planta trituradora</li> <li>• Choferes de volquetas y camiones</li> <li>• Guardia de seguridad</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistentes de minería y canteras</li> <li>• Auxiliar de despacho de combustible</li> </ul>
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe Financiero y Operaciones</li> <li>• Técnico de operaciones de minas y canteras</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 1:

Coordinar y supervisar las actividades bajo su cargo, de tal forma que garantice el buen funcionamiento de las operaciones en los procesos de producción de agregados y logren cumplir las metas organizacionales de la empresa.

3. Descripción de las funciones del cargo 1:

- Supervisar el trabajo de los perforistas, paleros, choferes, operadores, entre otros, así como el funcionamiento de los vehículos, equipos y maquinaria que se utilizan en la cantera.
- Revisar las condiciones de terreno en zona de perforación designada.
- Determinar la maquinaria requerida para el trabajo de limpieza de frentes o producto de la voladura de rocas.
- Verificar la operatividad de la planta trituradora y el traslado de material interno para abastecer la misma.
- Coordinar actividades de trabajo con empleados y dar el seguimiento de ellas.
- Proponer nuevas alternativas en equipos y procedimientos para optimización de operaciones.
- Realizar reportes mensuales de producción para dar seguimiento al cumplimiento de actividades, evaluando resultados y proponiendo mejoras de ser el caso.

**b. Cargo 2**

1. Perfil de contratación del cargo 2:

<b>Denominación</b>	<b>Operador de Drill</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de planta cantera
<b>Cargo(s) a los que</b>	

<b>supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe Financiero y Operaciones</li> <li>• Jefe de planta cantera</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 2:

Operar y realizar perforaciones en terrenos asignados, respetando las normas de seguridad y realizando el mantenimiento preventivo para alcanzar el mayor rendimiento de la máquina.

3. Descripción de las funciones del cargo 2:

- Inspeccionar niveles de lubricante y refrigerante en el motor del equipo previo a los trabajos de perforación.
- Verificar si existen fugas hidráulicas en el equipo.
- Ejecutar de manera efectiva los trabajos de perforaciones en banco tanto primarias (9 metros) como secundarias (3 a 6 metros).
- Informar al jefe directo sobre avance de trabajos realizados y sobre estado de la máquina.
- Ubicar y estabilizar la máquina (DRILL) para la perforación.

**c. Cargo 3**

1. Identificación del cargo 3

<b>Denominación</b>	<b>Operador de Excavadora hidráulica y martillo</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de planta cantera
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe Financiero y Operaciones</li> <li>• Jefe de planta cantera</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 3:

Manejo, operación y mantenimiento de la máquina excavadora para realizar las funciones de: excavación, movimientos de tierras, movimiento de materiales, cargado de material, entre otras más.

3. Descripción de las funciones del cargo 3:

- Operar máquina excavadora.
- Mantener la máquina en óptimas condiciones asegurando el funcionamiento efectivo.
- Mantenimiento continuo de excavadora.
- Excavar, mover, cargar y aplanar diferentes tipos de materiales.
- Nivelación de áreas previas a perforar
- Demolición de frentes rocosos en taludes de yacimiento
- Rompimiento de suelos rocosos
- Llevar una bitácora diaria sobre la máquina donde detalle: tipo de trabajo realizado, estado general de la máquina, insumos utilizados, horas de trabajo efectivas, horas de recorrido en vacío, horas de mantenimiento y reparación, etc.
- Informar de cualquier desperfecto o falla en máquina a jefe inmediato.

**d. Cargo 4**

1. Identificación del cargo 4

<b>Denominación</b>	<b>Chofer de volqueta y tráiler</b>
Área o dependencia	Área de cantera
Cargo de jefe inmediato	Jefe de planta cantera
Cargo(s) a los que supervisa	
Cargo(s) con los que coordina	• Jefe de planta cantera
Jornada	Completa
Código	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 4:

Operación y conducción de volquetas, transportando material en los diferentes frentes de trabajo.

3. Descripción de las funciones del cargo 4:

- Chequeo periódico de vehículo y mantenimiento del mismo.
- Transportar y distribuir material según rutas e indicaciones previstas.
- Prevenir el desbordamiento de material en vías de circulación para no impedir la libre circulación de maquinaria pesada.
- Desalojo de material hacia áreas de botaderos.
- Llevar una hoja de registro de viajes internos realizados diariamente.
- Trabajos de carga y descarga de material en cantera.
- Informar de algún daño o falla en maquinaria.

**e. Cargo 5**

1. Identificación del cargo 5

<b>Denominación</b>	<b>Guardia de seguridad</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de planta cantera
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe Financiero y Operaciones</li><li>• Jefe de planta cantera</li></ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 5:

Protección y seguridad de los bienes (propiedades, equipos, dinero, personas) en instituciones privadas, públicas o residencias con el fin de velar por la protección e integridad de los mismos.

3. Descripción de las funciones del cargo 5:

- Encargado de control de identidad en el ingreso de personas a la cantera.
- Reporte de novedades sobre la entrada y salida de vehículos.

- Encargado de la vigilancia y protección de los bienes inmuebles de la empresa.
- Reporte de actividades sospechosas en el exterior de la empresa.
- Prevenir robos de la propiedad privada.
- Reportar en caso de surgir algún incidente en turno de trabajo.
- Brindar protección a la empresa y a sus trabajadores.

**f. Cargo 6**

1. Identificación del cargo 6

<b>Denominación</b>	<b>Asistente de minas y canteras</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de planta cantera
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	• Jefe de planta cantera
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo del cargo 6:

Asistir en operaciones simples de minería tales como: clasificar, descargar, apilar, almacenar herramientas, materiales y suministros utilizados en los trabajos mineros.

3. Descripción de las funciones del cargo 6:

- Apoyar a las áreas de operaciones minas y producción en cualquier necesidad requerida.
- Asistir al jefe de planta de cantera y jefe de operaciones.
- Limpiar equipos, herramientas y maquinaria.
- Colaborar con los empleados de cantera en el mantenimiento de maquinaria, equipo e instalaciones que sean requeridos.
- Realizar operaciones auxiliares en trabajo de campo tales como: ayudantes de perforaciones manuales en banco, cargado de material explosivo en barrenos, entre otras más.
- Otras funciones que le sean encomendadas.

### g. Cargo 7

#### 1. Identificación del cargo 7

<b>Denominación</b>	<b>Auxiliar de despacho de combustible</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de planta cantera
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe de planta cantera</li></ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

#### 2. Descripción principal de trabajo del cargo 7:

Suministrar de combustible al equipo minero de la empresa brindando con eficiencia los servicios solicitados.

#### 3. Descripción de las funciones del cargo 7:

- Compra de combustible y traslado del mismo hacia la cantera.
- Abastecer de combustible a todas las máquinas.
- Llenar tanque de combustible de maquinaria pesada y volquetas.
- Llevar un control de combustible suministrado en máquinas.
- Estacionar el vehículo en las áreas asignadas dentro de la cantera una vez que se terminaron las operaciones de trabajo.
- Informar inmediatamente a su jefe inmediato sobre algún daño o suceso ocurrido en vehículo de transporte de combustible.

### h. Cargo 8

#### 1. Identificación del cargo 8

<b>Denominación</b>	<b>Mecánico de maquinaria pesada</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de personal y mantenimiento
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe de personal y mantenimiento</li></ul>

<b>Jornada</b>	Completa
----------------	----------

2. Descripción principal de trabajo del cargo 8:

Ejecutar tareas especializadas de mantenimiento y reparación de maquinaria pesada considerando aspectos de seguridad en el trabajo.

3. Descripción de las funciones del cargo 8:

- Ejecución de trabajos de mecánica básica
- Mantenimiento preventivo en máquinas (carrocería, motor, chasis) y revisiones periódicas de niveles de fluidos, filtros de aire, aceite, entre otros más.
- Detectar daños, reparar y ajustar todo tipo de maquinaria pesada
- Montaje, desmontaje e instalación de piezas de los equipos.
- Notificar al jefe inmediato en caso de requerimiento de repuesto para maquinaria.
- Llevar registro de piezas reemplazadas y reparadas
- Mantener un inventario de herramientas y repuestos utilizados.

**i. Cargo 9**

1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Bodeguero</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de personal y mantenimiento
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe Financiero y Operaciones</li> <li>• Jefe de personal y mantenimiento</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

**2. Descripción principal de trabajo:**

Recibir y revisar todos los productos que ingresan a la bodega de la empresa, almacenando y custodiando las herramientas y equipos así como también llevando un control de inventario de todo.

**3. Descripción de las funciones:**

- Llevar un registro de entrada y salida de equipos, herramientas o materiales.
- Mantener un inventario de todas las herramientas y materiales existentes en bodega.
- Encargado de cuidar y responder por todo el inventario de la bodega.
- Mantener el orden de todos los insumos dentro de la bodega.
- Firmar los documentos en la recepción de insumos.
- Informar a jefe inmediato en caso de pérdida de algún insumo de la bodega.
- Mantener actualizado el inventario de insumos de bodega.

**j. Cargo 10**

1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Ayudante de servicios en general</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de personal y mantenimiento
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	• Jefe de personal y mantenimiento
<b>Jornada</b>	Completa

2. Descripción principal de trabajo:

Encargado del cuidado, aseo y mantenimiento de equipos y oficinas dentro de la empresa, así como también colaborar en encargos u encomiendas requeridas.

3. Descripción de las funciones:

- Encargado de limpieza y el aseo de oficinas y áreas asignadas.
- Informar sobre cualquier novedad existente en equipos u zonas de desempeño de funciones.

- Arreglar y mantener en buen estado las oficinas y equipos dentro de las mismas.
- Responder por los elementos utilizados para el aseo de equipos y zonas establecidas.
- Ayudar en cualquier requerimientos en general.
- Colaborar si se requiere traslado de equipos menores.
- Encargos y encomiendas.

#### k. Cargo 11

##### 1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Electricista</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Jefe de personal y mantenimiento
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	• Jefe de personal y mantenimiento
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

##### 2. Descripción principal de trabajo:

Instalación, mantenimiento y reparación de los servicios eléctricos en la empresa.

##### 3. Descripción de las funciones:

- Interpretar planos eléctricos para disposición de nuevas instalaciones.
- Instalación de equipos eléctricos, garantizando la operatividad segura.
- Instalación y reparación de iluminación y distribución eléctrica como: interruptores, sensores, entre otros más.
- Reparación de generadores eléctricos.
- Revisión de funcionamiento de cableado eléctrico.
- Conexión de equipos de audio y comunicación, así mismo equipos de climatización a la electricidad
- Mantenimientos preventivos en equipos electrónicos.

## 1. Cargo 12

### 1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Técnico de operaciones de minas y canteras</b>
Área o dependencia	Área de cantera
Cargo de jefe inmediato	Jefe Financiero y Operaciones
Cargo(s) a los que supervisa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Topógrafo</li><li>• Ayudante de topógrafo</li><li>• Trabajadores de perforaciones</li><li>• Asistentes de trabajadores de perforaciones</li></ul>
Cargo(s) con los que coordina	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jefe Financiero y Operaciones</li></ul>
Jornada	Completa
Código	

### 2. Descripción principal de trabajo:

Planificación, ejecución y supervisión de las operaciones de perforación y voladura, controlando que estas se desarrollen de acuerdo a lo proyectado y conforme a las reglas y normas de seguridad, con el fin de alcanzar las metas y objetivos empresariales.

### 3. Descripción de las funciones:

- Elaboración del plan de trabajo para trabajos de perforaciones y voladura.
- Asegurar el cumplimiento del plan de perforación y voladura.
- Determinar el área o sitio de banco a intervenir en voladura.
- Controlar el avance en procesos de perforación de barrenos.
- Garantizar la seguridad en las operaciones de perforación y voladura.
- Diseñar parámetros de mallas de perforación.
- Controlar que los parámetros de la malla de perforación establecida se respeten en campo y no se altere la simetría de la malla.
- Controlar y fiscalizar el traslado de equipos de perforación al sitio establecido.
- Control en la salida y asignación de explosivos para voladura.

- Evaluar el disparo de la detonación en función a la fragmentación de la roca, seguridad y situaciones de mejora.

### m. Cargo 13

#### 1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Topógrafo</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Técnico de operaciones minas y canteras
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudante de topógrafo</li> <li>• Operador de Drill</li> </ul>
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe Financiero y Operaciones</li> <li>• Técnico de operaciones de minas y canteras</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

#### 2. Descripción principal de trabajo:

Calcular las posiciones de puntos, coordenadas geográficas, superficies, volúmenes y representar todas las medidas tomadas en campo mediante perfiles y planos, con el fin de proporcionar información indispensable a los ingenieros y técnicos para la realización de sus proyectos civiles.

#### 3. Descripción de las funciones:

- Realizar levantamientos planimétricos y altimétricos de terreno.
- Replanteo in situ de puntos (coordenadas, cotas, distancias) para verificar la precisión de trabajos.
- Realizar cálculos y representaciones gráficas de mediciones topográficas.
- Localización de puntos en levantamientos topográficos.
- Elaboración de planos o mapas topográficos en software de diseño.
- Interpretación de mapas topográficos.
- Cuidado y mantenimiento del equipo completo de topografía.
- Elaboración de informes periódicos de trabajos realizados en campo y oficina.

- Control en colocación de puntos de malla y puntos de corte para perforación de barrenos.
- Realización de informes quincenales de volumen de material existente.
- Levantamiento topográfico trimestral de la cantera y actualización de plano topográfico.

#### n. Cargo 14

##### 1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Ayudante de topógrafo (cadenero)</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Topógrafo
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	• Topógrafo
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

##### 2. Descripción principal de trabajo:

Asistencia en procesos de levantamientos topográficos y traslado de equipos para dichos procesos.

##### 3. Descripción de las funciones:

- Asistencia a topógrafo en actividades en campo.
- Colocación de marcas en puntos de corte para indicar el sitio de requerimiento de perforación.
- Asistencia en el traslado de equipo de topografía a campo.
- Medición de área del balde volquetas (cubicaje)
- Marcación con balizas y tizado de línea de berma.
- Marcación de malla y colocación de corte (perforación).
- Ubicación de puntos(Prisma) para mediciones con estación total.
- Guardar equipo de topografía en bodega una vez finalizada la actividad en campo.

**o. Cargo 15**

1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Perforador de martillo manual</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Técnico de operaciones de minas y canteras
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistente en operaciones de perforaciones</li></ul>
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnico de operaciones de minas y canteras</li></ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo:

Operar martillo hidráulico manual con el objetivo de realizar agujeros de grandes dimensiones en la roca.

3. Descripción de las funciones:

- Determinar previamente área a intervenir en perforación manual.
- Perforación manual de banco para la generación de barrenos.
- Traslado de equipos de perforación hacia área indicada de perforación.
- Cuidado y mantenimiento de los martillos manuales y equipo de perforación.
- Llevar un registro de cantidad de barrenos efectuados diariamente.
- Guardar equipo de perforación en áreas designadas una vez que se haya concluido los trabajos de perforaciones.

**p. Cargo 16**

1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Asistente de trabajos de perforaciones</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	Perforador de martillo
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnico de operaciones de minas y canteras</li><li>• Perforador de martillo</li></ul>

<b>Jornada</b>	ompleta
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo:

Asistir en operaciones de perforación de barrenos y en el traslado de equipos hacia sitios determinados a efectuar el trabajo.

3. Descripción de las funciones:

- Asistencia a operadores de martillos hidráulicos manuales en campo.
- Asistencia en traslado de equipos de perforación.
- Ayuda en el mantenimiento de máquina y equipo (colocación de agua y colocación de grasa en martillos hidráulicos en cada perforación).
- Asistencia en la carga de material explosivo en barrenos, colocación de nitrato y amarre de mecha lenta en explosivos previo a detonación.

**q. Cargo 17**

1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Asesor externo (supervisor de planta trituradora)</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	• Jefe Financiero y operaciones
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	• Auxiliar de servicios relacionados con planta trituradora
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	• Jefe Financiero y operaciones • Jefe de planta de cantera
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

2. Descripción principal de trabajo:

Consultoría y soporte técnico en el funcionamiento de la planta trituradora, con el fin de conseguir mejoras continuas y optimización de recursos en procesos de trituración de agregados.

3. Descripción de las funciones:

- Operar equipos de forma óptima según los procedimientos y manuales técnicos.
- Supervisión técnica de equipos de planta trituradora.
- Supervisión del funcionamiento del proceso de trituración y cribado.
- Realizar modificaciones en equipos en caso de ser requeridos de forma que haya mejoras continuas en la trituración del agregado.
- Coordinación con asistentes de planta trituradora para mantenimientos en equipos de trituración.
- Informar de daños o desperfectos en equipos de trituración a jefe inmediato.
- Informar a jefe inmediato en caso de requerimientos de piezas, repuestos u herramientas para equipos con tiempo de anticipación de tal manera que no se detenga la producción del agregado.
- Revisión periódica de equipos internos y externos de trituración.
- Llevar un registro de visitas realizadas a planta con detalle de actividades efectuadas.

## r. Cargo 18

### 1. Identificación del cargo

<b>Denominación</b>	<b>Auxiliar de servicios relacionados con planta trituradora</b>
<b>Área o dependencia</b>	Área de cantera
<b>Cargo de jefe inmediato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesor externo (supervisor de planta trituradora)</li> <li>• Jefe de planta cantera</li> </ul>
<b>Cargo(s) a los que supervisa</b>	
<b>Cargo(s) con los que coordina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesor externo (supervisor de planta trituradora)</li> </ul>
<b>Jornada</b>	Completa
<b>Código</b>	

### 2. Descripción principal de trabajo:

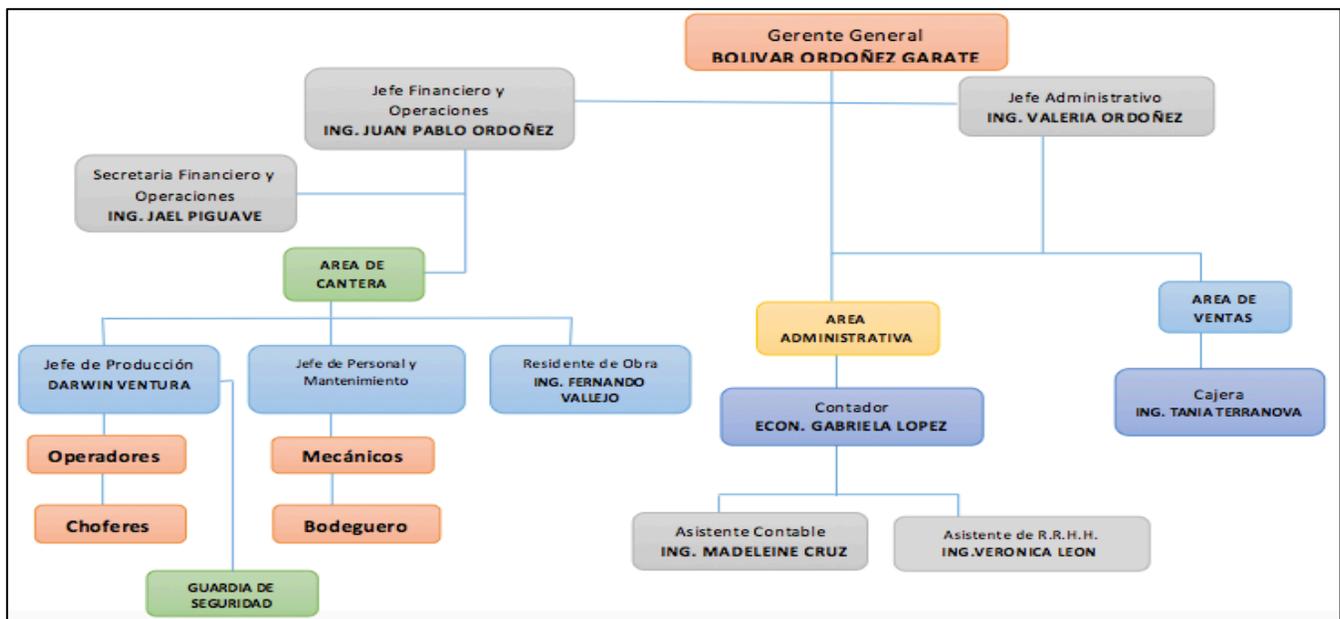
Asistir en operaciones de planta trituradora y en otros requerimientos respectivos del funcionamiento del equipo.

### 3. Descripción de las funciones:

- Coordinar con supervisor de planta trituradora las actividades a realizar en equipos de trituración.
- Mantener el aseo en máquinas y equipos internos de trituración.
- Realizar respectivamente los mantenimientos en equipos de trituración.
- Informar de algún desperfecto en equipos de trituración.
- Realizar informes diarios de producción en planta trituradora.
- Asistir en cualquier orden a jefe inmediato respecto a requerimientos de planta trituradora.

## 6. Diagrama organizacional empresarial (2015 – 2019)

Como parte del manual organizacional y de funciones se presenta el diagrama organizacional de la empresa actualizado hasta el año 2015 (Figura 4.5).

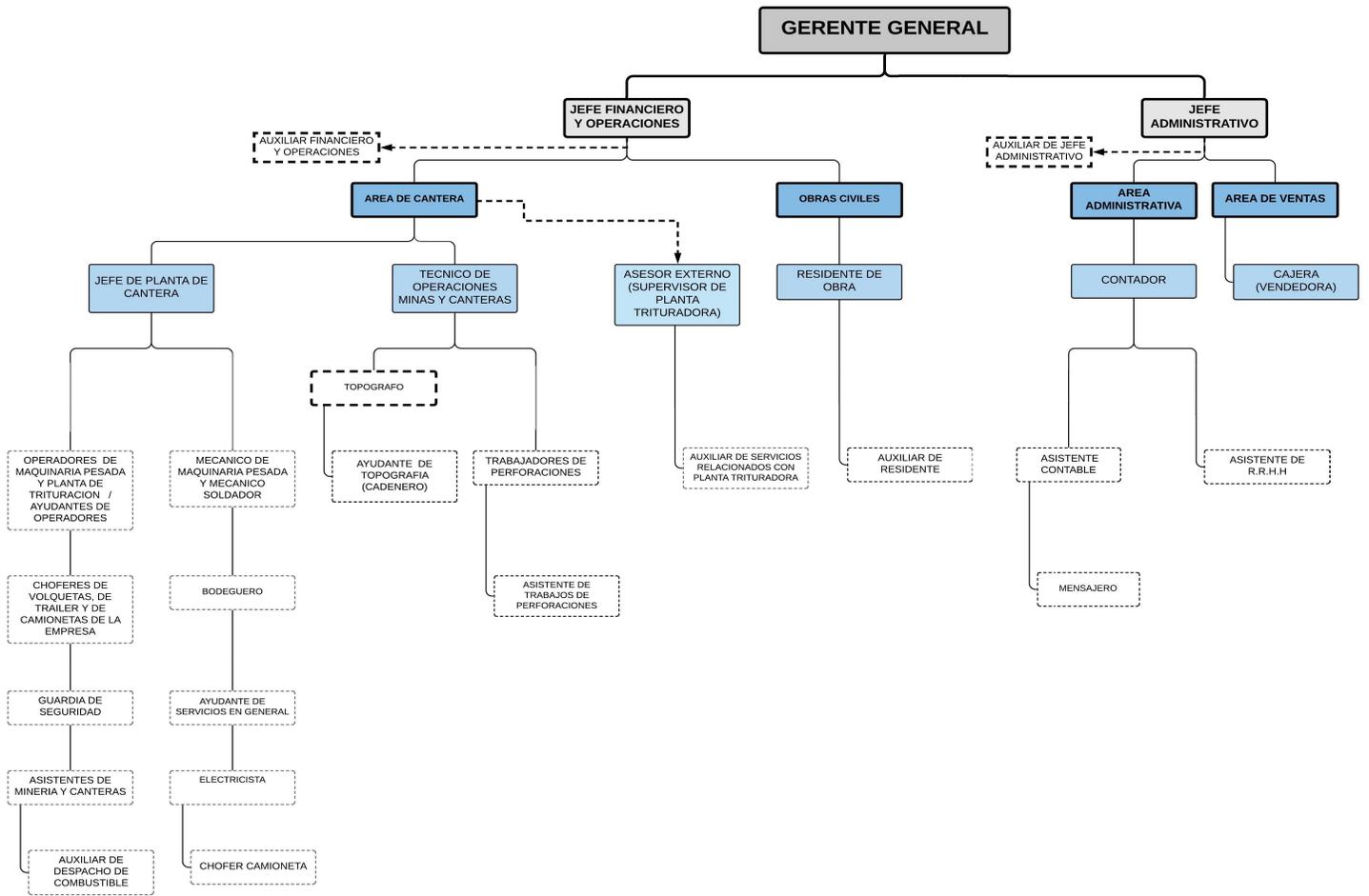


**Figura 4.5** Diagrama organizacional de la empresa actualizado hasta el año 2015

Luego de la evaluación de los procesos se identifican los cambios que deben ser incorporados en el diagrama de la estructura organizacional, lo que genera una versión actualizada al 2019. En esta última versión se aprecian 6 niveles jerárquicos y uno de

asesoría técnica y 4 áreas de desarrollo que a su vez se subdividen en procesos secuenciales. (Figura 4.6)

Es importante resaltar que sobre la base de los diagramas de flujo de procesos, el inventario de personal, el inventario de equipos y la definición de funciones fue posible establecer las relaciones y su representación en el organigrama empresarial.



**Figura 4.6** Diagrama organizacional de la empresa actualizado al año 2019

## **7. Sistema de registro de datos de los procesos productivo**

Para el diseño del sistema de gestión se representaron las 3 etapas de los procesos de producción de agregados (Diagramas 4.1, 4.2, 4.3 en la sección 2), información a partir de la cual se rediseñó el sistema de registro de datos en sub procesos de producción de agregados, creando hojas de registro de entrada y salida de información para facilitar el manejo y control de los procesos productivos de la empresa. A continuación se muestra el sistema de registro de datos en sub procesos de producción de agregados:

### **7.1. Sub proceso 1: Datos de levantamiento topográfico**

#### **1. Datos de concesión minera:**

- a. Estudio de impacto ambiental (informe)
- b. Permisos mineros de explotación (planillas)
- c. Coordenadas geográficas de concesión minera (linderos, PLANILLA: 1X-XXX)

#### **2. Control de mediciones y toma de datos en campo:**

- a. Localización de puntos (arch. digital, PLANILLA: 1X-XXX)
- b. Cotas de terreno (arch. digital, PLANILLA: 1X-XXX)
- c. Curvas de nivel (mapa)
- d. Mapa topográfico (mapa digital)



**DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

FECHA DEL LEVANTAMIENTO:		PLANILLA: 1X-XXX	
UBICACIÓN:			
RESPONSABLE:			
SUPERVISADOR:			
TIPO DE LEVANTAMIENTO:	TOPOGRÁFICO	<input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>
	GEOLÓGICO	<input type="checkbox"/>	
MAPA TOPOGRÁFICO:	NUM: xx	FECHA:	
ARCHIVO DIGITAL (DWG):		CÓDIGO:	
ARCHIVO GENERADO POR ESTACION TOTAL:		CÓDIGO:	

**COORDENADAS DE LA CONSECIÓN MINERA (LINDEROS)**

PUNTOS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE

**CONTROL DE MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO**

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCI A (m)	ALTURA (m)	COTA (m)
	NORTE	EST E			

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DE RESPONSABLE**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
**C.I:**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA DEL SUPERVISOR**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
**C.I:**

## **7.2. Sub proceso 2: Datos de levantamiento geológico**

### **Representaciones geológicas estructurales de los frentes del yacimiento**

Accidentes Geológicos (mapa)

Litología de Rocas (mapa)

Aspectos Hidrogeológicos (mapa)

Recursos Minerales

Estructuras Tectónicas: brechas, fallas, ángulos de inclinación, diaclasas, discontinuidades (mapa)

### **Posicionamiento de datos geológicos en mapa topográfico**

- Mapa geológico estructural (digital)



**POSICIONAMIENTO DE DATOS GEOLÓGICOS**

**CONTROL DE MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO**

FECHA DE LEVANTAMIENTO:		PLANILLA: 2X-XXX
UBICACION:		
RESPONSABLE:		
SUPERVISADOR:		
TIPO DE LEVANTAMIENTO:	TOPOGRÁFICO <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>
	GEOLÓGICO <input type="checkbox"/>	
MAPA GEOLÓGICO:	NUM: XX	FECHA:
ARCHIVO DIGITAL (DWG):	CODIGO (SE CONSTRUYE SOBRE LA BASE DEL NUMERO Y LA FECHA):	

**TRABAJO DE CAMPO**

AFLORAMIENTOS DE ROCA	FOTOS AEREAS DE RELIEVE	IDENTIFICACIÓN DE ROCA	MEDICION DE BUZAMIENTO DE LOS ESTRATOS, LA ESQUISTOSIDAD, FALLAS, ALINEACIONES, ETC.	DATOS OBSERVADOS Y MEDIDOS (BUZAMIENTO, LITOLOGIA, FOSILES, MUESTRAS, ETC)

OBSERVACIONES

**FIRMA DE RESPONSABLE**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
 C.I:

**FIRMA DEL SUPERVISOR**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
 C.I:

### **7.3. Sub proceso 3: Datos de plataforma de trabajo**

#### **2. Determinación de plataforma de trabajo**

Área de reserva de material

Berma de seguridad

Ancho de fila

Radio de giro de maquinaria

Ancho de cuneta

Plano de parámetros de diseño de talud y plataforma de trabajo (mapa



**DETERMINACIÓN DE PLATAFORMA DE TRABAJO**

**CONTROL DE MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO**

FECHA DE LEVANTAMIENTO:		PLANILLA: 3X-XXX
UBICACION:		
RESPONSABLE:		
SUPERVISADOR:		
TIPO DE LEVANTAMIENTO:	TOPOGRÁFICO <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>
	GEOLÓGICO <input type="checkbox"/>	
MAPA DE DISEÑO DE TALUD Y PLATAFORMA DE TRABAJO	NUM: xx	FECHA:
ARCHIVO DIGITAL (DWG):	CODIGO: (SE CONSTRUYE SOBRE LA BASE DEL NUMERO Y LA FECHA):	

**DATOS DE CAMPO**

AREA DE RESERVA DE MATERIAL (m)	BERMA DE SEGURIDAD (m)	ANCHO DE VÍA (m)	ANCHO DE VÍA CON RADIO DE GIRO PARA MANIOBRAS DE MAQUINARIA (m)	ANCHO DE CUNETETA (m)

OBSERVACIONES:

**FIRMA DE RESPONSABLE**

**FIRMA DEL SUPERVISOR**

**APELLIDO Y NOMBRE:**  
C.I:

**APELLIDO Y NOMBRE:**  
C.I:

#### **7.4. Sub proceso 4: Diseño de la voladura:**

##### **a. Levantamiento topográfico:**

- Localización de área a intervenir
- Volumen de material requerido
- Alturas de perforaciones
- Cota de corte para punto de perforación
- Malla de perforación

##### **b. Parámetros de perforación:**

- Espaciamiento (S)
- Burden (B)
- Profundidad de barreno (P)
- Sobre perforación (ST)

##### **c. Parámetros de voladura:**

- Tipo de explosivo
- Diseño de salida
- Taqueo
- Carga de fondo y carga de columna



**DISEÑO DE VOLADURA**

FECHA DE LEVANTAMIENTO:		PLANILLA: 4X-XXX
UBICACION:		
RESPONSABLE:		
SUPERVISADOR:		
TIPO DE LEVANTAMIENTO:	TOPOGRÁFICO <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>
	GEOLÓGICO <input type="checkbox"/>	
MAPA TOPOGRAFICO:	NUM: XX	FECHA:
ARCHIVO DIGITAL (DWG):	CODIGO (SE CONSTRUYE SOBRE LA BASE DEL NUMERO Y LA FECHA):	

ARCHIVO GENERADO POR ESTACION TOTAL:	
--------------------------------------	--

PUNTOS	COORDENADAS		COTA (m)	NIVEL BANCO (m)	CORTE (m)
	NORTE	ESTE			

OBSERVACIONES:

<b>FIRMA DE RESPONSABLE</b> <b>APELLIDO Y NOMBRE:</b> <b>C.I:</b>	<b>FIRMA DEL SUPERVISOR</b> <b>APELLIDO Y NOMBRE:</b> <b>C.I:</b>
---	---

## **7.5. Sub proceso 5: Implantación del diseño de voladura**

### **a. Documentos requeridos del plan de fuego:**

- Plano topográfico general de cantera (digital)
- Plano de frente a intervenir (digital)
- Plano geológico estructural (digital)
- Plano de malla de perforación (digital)

### **b. Implantación de diseño de voladura**

- Sistemas de perforación: rotación, por corte y tricono
- Ángulo de inclinación: vertical o inclinada
- Perforación de barrenos
- Carga de explosivos en barrenos



**IMPLANTACIÓN DEL DISEÑO DE VOLADURA**

**CONTROL BARRENOS DE VOLADURA**

FECHA:		PLANILLA: 5X-XXX		HOJA: X	
UBICACIÓN:		FRENTE:			
RESPONSIBLE:					
SUPERVISADOR:					
MALLA:			TIPO:		
BROCA (pulg):		∅ (°):	DIST. EDIF:		
FECHA DE VOLADURA:		HORA DE VOLADURA:		CONSUMOS ESPECÍFICOS:	
LARGO (m):		ANCHO (m):		PROFUNDIDAD (m):	
				Consumo específico explosivo kg/m3():	
VOLUMEN (m3):		TOTAL METROS PERFORADOS:		TOTAL Kg EXPLOSIVOS:	
				Perforación específica (mlp/m3):	

PUNTO (BARRENO)	COTA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO (PULGADAS)	TACO (m)	CARGA EXPLOSIVA			PRESENCIA DE AGUA		PROFUNDIDAD DE LÍNEA DE AGUA
					BOOSTER 225 (UNIDADES)	EMULFAN (Kg) 2 1/2 X 16	OTRO	SI	NO	

OBSERVACIONES:

**FIRMA DE RESPONSABLE**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
**C.I:**

**FIRMA DEL SUPERVISOR**  
**APELLIDO Y NOMBRE:**  
**C.I:**



## IMPLANTACIÓN DEL DISEÑO DE VOLADURA

### CARGA DE EXPLOSIVOS EN BARRENOS

FECHA:				PLANILLA: 6X-XXX				HOJA: X			
UBICACIÓN:				FRENTE:							
RESPONSABLE:											
SUPERVISADOR:											
MALLA:			TIPO:								
BROCA (pulg):		Ø (°): 0		DIST. EDIF:							
FECHA DE VOLADURA:				HORA DE VOLADURA:				CONSUMOS ESPECÍFICOS:			
LARGO (m):		ANCHO (m):		PROFUNDIDAD (m):		Consumo específico explosivo kg/m3():					
VOLUMEN (m3):		TOTAL METROS PERFORADOS:		TOTAL Kg EXPLOSIVOS:		Perforación específica (mlp/m3):					
PUNTO (BARREN O)	COTA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO (PULGADAS)	TACO (m)	CARGA EXPLOSIVA			PRESENCIA DE AGUA			
					BOOSTER 225 (UNIDADES)	EMULFAN (KG) 2 1/2 X 16	OTRO	SI	NO	PROFUNDIDAD DE LÍNEA DE AGUA	
OBSERVACIONES:											
FIRMA DE RESPONSABLE APELLIDO Y NOMBRE: C.I:						FIRMA DEL SUPERVISOR APELLIDO Y NOMBRE: C.I:					

## **7.6. Sub proceso 6: Control de ejecución de voladura**

- a. Determinación de secuencia de explotación
- b. Proceso de encendido
- c. Fragmentación y desplazamiento



**CONTROL DE EJECUCIÓN DE VOLADURA**

**LIBERACIÓN DE FRENTE PARA VOLADURA**

FECHA DE DISPARO:	HORA DE DISPARO:
-------------------	------------------

UBICACIÓN:	PLANILLA: 7X-XXX
------------	------------------

**AUTORIZACION DE EJECUCIÓN DE DISPARO**

JEFE DE VOLADURAS:

SUPERVISADOR:

TOTAL Kg EXPLOSIVOS:

**DIMENSIONES DE FRENTE**

LARGO (m):	ANCHO (m):	PROFUNDIDAD (m):
------------	------------	------------------

VOLUMEN (m3):	TOTAL METROS PERFORADOS:
---------------	--------------------------

PUNTO (BARRENO)	COTA SUPERFICIAL	PROFUNDIDAD (M)	INCLINACION (∅)	TACO (M)	Carga Explosiva		
					DINAMITA (UND)	NITRATO	OTROS

OBSERVACIONES:

<b>FIRMA DE RESPONSABLE</b> <b>APELLIDO Y NOMBRE:</b> <b>C.I:</b>	<b>FIRMA DEL SUPERVISOR</b> <b>APELLIDO Y NOMBRE:</b> <b>C.I:</b>
---	---

## CAPÍTULO V

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA WEB

#### 1. Introducción

El diseño de un portal para la gestión de procesos productivos de la cantera BORCONS, permite desde la web o dispositivo móvil el seguimiento de los procesos asociados con cada usuario en tiempo real. Esta aplicación incide positivamente en la productividad, disponibilidad y rendimiento de las actividades e información registrada en la aplicación, es decir, datos de personal y sus funciones, inventarios de equipos, flujo de datos generados durante el proceso productivo, mapas, entre otros.

La respuesta oportuna a los problemas se logra mediante la disponibilidad de información actualizada de producto y maquinarias. En este capítulo se detalla el sistema con cada una de sus funcionalidades.

#### 2. Descripción de los niveles diseñados en el sistema de gestión web

##### 2.1. Nivel 1: inicio

El acceso a la dirección web de la empresa le permite al usuario conocer sobre aspectos generales, productos, formas de contacto entre otros ítems de carácter informativo. Para el inicio de sesión se muestra mediante un formulario que permite el ingreso de las credenciales del usuario previamente otorgadas como se muestra en la Figura 1.



The image shows a login interface for BORCONS. At the top is the company logo: a red circle with a white 'B' and the text 'BORCONS EXPLOTACIONES EN MINAS Y CANTERAS'. Below the logo is a horizontal line. Underneath the line are two input fields: the first is for a username, containing '0999999999'; the second is for a password, containing masked characters '.....' and a visibility icon. Below the password field is a blue link that says '¿Olvidaste tu contraseña?'. At the bottom of the form is a red button with the white text 'Ingresar'.

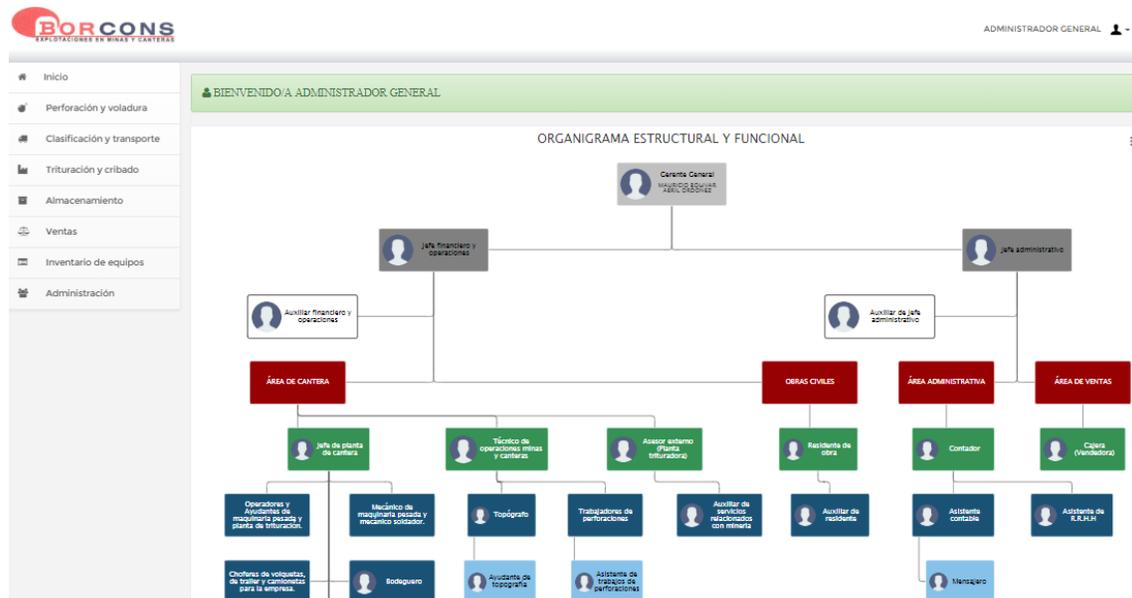
Figura 1: Formulario inicio de sesión

Además, este formulario muestra como opción ¿Olvidaste tu contraseña?, la misma que permite restablecer la contraseña ingresando el número de cédula o pasaporte como se muestra en la Figura 2 izq., y una vez ingresado el identificador y haciendo clic en el botón “Enviar”, se envía automáticamente un correo electrónico que contiene la nueva contraseña restablecida como se muestra en la Figura 2 der.



**Figura 2: izq. Restablecer credenciales de acceso; der. E-mail al restablecer credenciales**  
**Figura 3: E-mail al restablecer credenciales**

Con las credenciales correctas se procede a acceder a la página de inicio, la misma que muestra un menú en la parte izquierda de manera vertical con el cual se puede interactuar y permite el acceso a los diferentes niveles del sistema, también cuenta con organigrama estructural y funcional de la empresa como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4: Página de inicio**

A continuación se describe cada de los niveles del sistema web asociados a procesos.

## 2.2. Nivel 2: perforación y voladura

En este módulo se encuentra todo lo relacionado a la etapa de perforación y voladura (levantamiento topográfico, diseño de voladura e implantación de diseño) como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6: Perforación y voladura**

### 2.2.1. Levantamiento topográfico

Esta opción se encuentra todo lo relacionado al proceso de levantamiento topográfico el mismo que contiene sub-procesos los mismos como se muestra en la (Figura 7).



**Figura 7: Levantamiento topográfico**

### 2.2.2. Relieve y curvas de nivel

Al seleccionar esta opción se muestra una ventana con el diseño del mapa topográfico el cual muestra curvas de nivel, relieves, cotas y localización de puntos como se muestra en la Figura 8.

A medida que se vaya creando las diferentes opciones que se detallan a continuación, el mapa irá generando automáticamente el diseño del mismo y mostrando en la leyenda.



**Figura 8: Plano topográfico**

### 2.2.3. Puntos de referencia, cotas y otros:

Al seleccionar esta opción se muestra una lista del puntos ya sean de referencia, cotas u otros, además de la opción “Crear nuevo punto” mediante un formulario como se muestra en la Figura 9.

**Crear nuevo punto**

---

Punto:	<input type="text"/>
Tipo de punto:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/>
Coordenada norte:	<input type="text"/>
Coordenada este:	<input type="text"/>
Cota:	<input type="text"/>
Nivel de banco:	<input type="text"/>
Corte:	<input type="text"/>

---

**Figura 9: Crear nuevo punto**

Los puntos se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de

acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar” como se muestra en la (Figura 10).

PUNTOS DE REFERENCIA Y COTAS

+ Crear nuevo punto

Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de puntos. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

PUNTO	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS DE NORTE / ESTE	COTA	NIVEL BANCO	CORTE	ESTADO	ACCIONES
Busc	Buscar	Buscar	Busc	Buscar	Busc	Busca	
G1	REFERENCIA TOPOGRÁFICA	9774817.36 / 616683.84	54.51			ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
G2	REFERENCIA TOPOGRÁFICA	9774845.46 / 616648.35	53.98			ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
1	COTAS	9774832.31 / 616742.28	37.56			ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 10: Puntos**

#### 2.2.4. Áreas de afectación, concesión minera y otras:

Al seleccionar esta opción se muestra una lista de áreas mineras como de afectación, concesión y entre otras, además de la opción “Crear nueva área minera” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 11).

**Crear nueva área minera**

---

Nombre de área:

Tipo de área:

Tamaño de área (ha):

---

**Figura 11: Crear nueva área minera**

Las áreas mineras se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar”, además de información complementaria como “Puntos de área minera” se muestra en la (Figura 12).

Al seleccionar la opción “Puntos de área minera” se muestran una lista de puntos que delimitan el área minera previamente seleccionada, además de la opción “Crear nueva punto de área minera” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 13).

Los puntos de áreas mineras se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de

estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, como se muestra en la (Figura 14).

**ÁREAS DE AFECTACIÓN, CONCESIÓN MINERA Y OTRAS**

+ Crear nueva área minera

Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de áreas. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

NOMBRE DE ÁREA	TIPO DE ÁREA	TAMAÑO DE ÁREA (ha)	ESTADO	ACCIONES	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Buscar	Buscar	Buscar	Busc		
PARCELA FRANCISCO	ÁREA DE CONCESIÓN MINERA	6.0	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<a href="#">Puntos de área minera</a>
PARCELA OSWALDO	ÁREA DE CONCESIÓN MINERA	6.0	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<a href="#">Puntos de área minera</a>
ÁREA DE AFECTACIÓN FRANCISCO	ÁREA DE AFECTACIÓN MINERA	3.1915	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<a href="#">Puntos de área minera</a>

**Figura 12: Áreas mineras**

**Crear nuevo punto de área minera**

Punto de área minera:

Coordenada norte:

Coordenada este:

**Figura 13: Crear nuevo punto de área minera**

**PUNTOS DE ÁREA MINERA: PARCELA FRANCISCO**

+ Crear nuevo punto de área

Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de puntos de área minera. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

PUNTO DE ÁREA MINERA	COOR. NORTE	COOR. ESTE	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	
PP	9775234.68	616551.33	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
1	9775234.69	616851.33	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
2	9775034.69	616851.33	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 14: Puntos de área minera**

### 2.2.5. Representaciones estructurales del yacimiento

### 2.2.6. Posicionamiento de datos geológicos en el mapa

### 2.2.7. Determinación de plataforma de trabajo

### 2.2.8. Diseño de la voladura

Esta opción se encuentra todo lo relacionado al proceso del diseño de la voladura el mismo que contiene sub-procesos los mismos como se muestra en la (Figura 15).



**Figura 15: Diseño de la voladura**

#### 2.2.8.1. Información preliminar del diseño de la voladura

Al seleccionar esta opción se muestra una ventana con una lista de áreas de voladura, además de la opción “Crear nueva área de voladura” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 16).

Crear nueva área de voladura

---

Nombre de área de voladura:	<input type="text"/>
Corte de cota en voladura:	<input type="text"/>
Tamaño de área de voladura (m <sup>2</sup> ):	<input type="text"/>
Volumen de área de voladura (m <sup>3</sup> ):	<input type="text"/>

---

**Figura 16: Crear nueva área de voladura**

Las áreas de voladura se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, además de “Diseño de voladura” como se muestra en la (Figura 17).

## ÁREAS DE VOLADURA

+ Crear nueva área de voladura

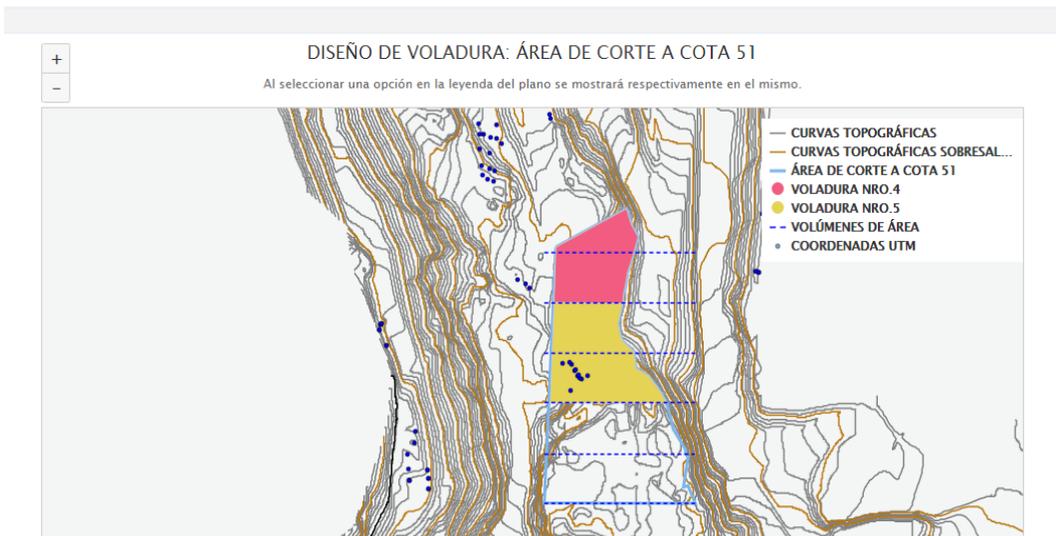
Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de áreas de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

NOMBRE DE ÁREA DE VOLADURA	CORTE A COTA	TAMAÑO DE ÁREA (m²)	VOLUMEN DE ÁREA (m³)	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscc	
ÁREA DE CORTE A COTA 51	51.0	6880.52	45189.82	ACTIVA	<a href="#">Diseño de voladura</a> <a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 17: Áreas de voladura**

Al seleccionar la opción “Diseño de voladura” se muestra una ventana con el diseño del mapa topográfico el cual muestra puntos de área de voladura, voladuras en área y volúmenes en área como se muestra en la (Figura 18).

» [Puntos de área de voladura.](#) » [Voladuras en área.](#) » [Volúmenes en área de voladura.](#)



**Figura 18: Diseño de la voladura**

A medida que se vaya creando las diferentes opciones que se detallan a continuación, el mapa irá generando automáticamente el diseño del mismo y mostrando en la leyenda.

### 2.2.8.2. Puntos de área de voladura:

Al seleccionar esta opción se muestra una lista de los puntos que delimitan el área de voladura previamente seleccionada, además de la opción “Crear nuevo punto de área” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 19).

**Crear nuevo punto de área de voladura**

---

Punto de área voladura:

Coordenada norte:

Coordenada este:

---

**Figura 19: Crear nuevo punto de área**

Los puntos de área de voladura se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, como se muestra en la Figura 20.

PUNTOS DE ÁREA DE VOLADURA: ÁREA DE CORTE A COTA 51

---

Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de puntos de área de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

PUNTO DE ÁREA VOLADURA	COOR. NORTE	COOR. ESTE	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	
1	9775013.45	616654.23	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
2	9775028.82	616685.62	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
3	9775022.4	616687.81	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 20. Puntos de área de voladura**

### 2.2.8.3. Voladuras en área:

Al seleccionar esta opción se muestra una lista de voladuras de un área previamente seleccionada, además de la opción “Crear nueva voladura” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 21).

**Crear nueva voladura**

---

Nombre de voladura:

Tamaño de área (m<sup>2</sup>):

Volumen de área (m<sup>3</sup>):

Fecha de voladura:

---

**Figura 21. Crear nueva voladura**

Las voladuras en área se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, como se muestra en la (Figura 22).

VOLADURAS EN ÁREA: ÁREA DE CORTE A COTA 51

---

Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de voladuras. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

VOLADURA	TAMAÑO DE ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE ÁREA (m <sup>3</sup> )	FECHA VOLADURA	ESTADO	ACCIONES	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar		
VOLADURA NRO.4	3238.25	13107.0	2018-09-29	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<a href="#">Puntos de voladura</a>

**Figura 22. Voladuras en área**

Al seleccionar la opción “Puntos de voladura” se muestran una lista de puntos que delimitan la voladura previamente seleccionada, además de la opción “Crear nuevo punto de voladura” mediante un formulario y para cada voladura las opciones “Modificar” y “Activar/Inactivar” como se muestra en la (Figura 23).

PUNTOS DE VOLADURA: VOLADURA NRO.4

---

Q Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de puntos de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

PUNTO DE VOLADURA	COOR. NORTE	COOR. ESTE	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	
1	9775013.47	616654.23	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
2	9775028.82	616685.62	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 23. Punto de voladura**

#### 2.2.8.4. Volúmenes en área de voladura:

Al seleccionar esta opción se muestra una lista de volúmenes en área de voladura previamente seleccionada, además de la opción “Crear nuevo volumen en área” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 24).

**Crear nuevo volumen en área**

---

Estación:

Coordenada norte:

Área de relleno (m<sup>2</sup>):

Área de corte (m<sup>2</sup>):

Volúmen de relleno (m<sup>3</sup>):

Volúmen de corte (m<sup>3</sup>):

---

**Figura 24. Crear nuevo volumen en área**

Los volúmenes en área se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, como se muestra en la (Figura 25).

**VOLÚMENES EN ÁREA: ÁREA DE CORTE A COTA 51**

---

[+ Crear nuevo volúmen en área](#)

🔍 Usted dispone de 4 criterios de búsqueda para volúmen en área de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

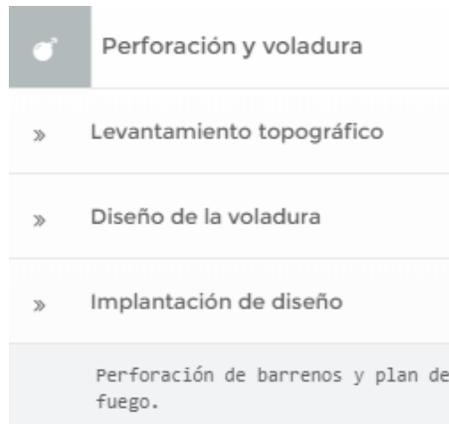
ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO(m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CORTE(m <sup>2</sup> )	VOLÚMEN DE RELLENO(m <sup>3</sup> )	VOLÚMEN DE CORTE(m <sup>3</sup> )	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Busca	
0+020.00	0.0	317.58	0.0	0.0	ACTIVA	<a href="#">🔧 Modificar</a> <a href="#">🔴 Inactivar</a>
0+040.00	0.0	297.95	0.0	6155.36	ACTIVA	<a href="#">🔧 Modificar</a> <a href="#">🔴 Inactivar</a>

**Figura 25. Volúmenes en área**

## 2.3. Parámetros de perforación y voladura

### 2.3.1. Implantación de diseño

Esta opción se encuentra todo lo relacionado al proceso de implantación de diseño de voladuras el mismo que contiene sub-procesos los mismos como se muestra en la (Figura 26).



**Figura 26. Implantación de diseño**

### 2.3.2. Perforación de barrenos y plan de fuego

Al seleccionar esta opción se muestra una ventana con una lista de voladuras disponibles para el plan de fuego, además de la opción “Perforación de barrenos” , como se muestra en la (Figura 27).

IMPLANTACIÓN DE DISEÑO DE VOLADURAS

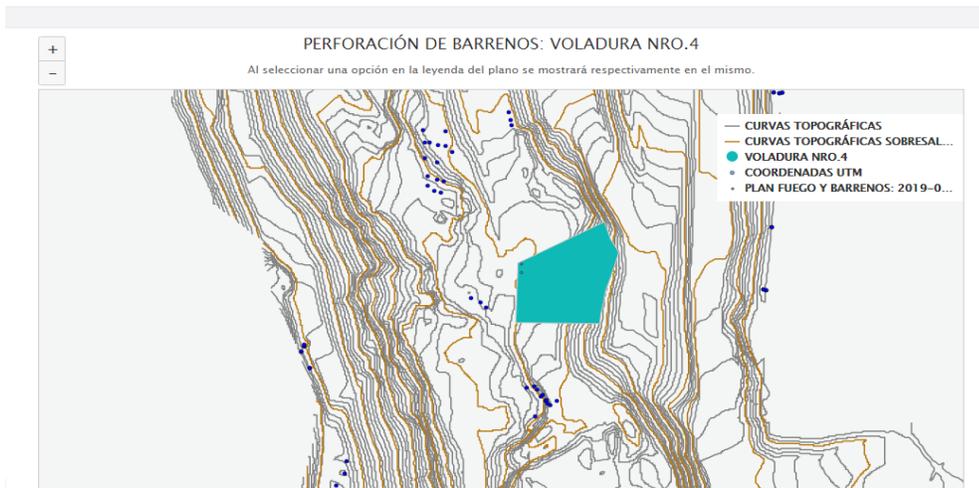
---

🔍 Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de voladuras. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

VOLADURA EN ÁREA	TAMAÑO DE ÁREA (m²)	VOLÚMEN DE ÁREA (m³)	FECHA VOLADURA	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	
VOLADURA NRO.4 - ÁREA DE CORTE A COTA 51	3238.25	13107.0	2018-09-29	<a href="#">Perforación de barrenos</a>
VOLADURA NRO.5 - ÁREA DE CORTE A COTA 51	2011.96	17731.77	2018-10-13	<a href="#">Perforación de barrenos</a>

**Figura 27. Implantación de diseño**

Seleccionando la opción “Perforación de barrenos” re-dirige hacia una ventana con el diseño del mapa topográfico el cual muestra como opción plan de fuego y barrenos como se muestra en la (Figura 28).



A medida que se vaya creando las diferentes opciones que se detallan a continuación, el mapa irá generando automáticamente el diseño del mismo y mostrando en la leyenda.

**Plan de fuego y barrenos:** Al seleccionar esta opción se muestra una lista de los planes de fuego para voladura previamente seleccionada, además de la opción “Crear nuevo plan de fuego” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 29).

Los planes de fuego se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar”, además de información complementaria como “Puntos de barrenos” como se muestra en la (Figura 30).

Al seleccionar la opción “Puntos de barrenos” se muestran una lista de puntos pertenecientes al plan de fuego de la voladura previamente seleccionada, además de la opción “Crear nuevo punto de barrenos” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 31).

Crear nuevo plan de fuego para voladura

Fecha:

Hora:

Largo (m):

Ancho (m):

Profundidad (m):

Volúmen (m³):

Tipo de malla:

Broca (pulg):

Inclinación (θ):

Distancia de edificio (m):

Metros perforados (m):

Kg de explosivos (kg):

Consumo específico explosivo (kg/m²):

Perforación específica (mlp/m³):

Figura 29. Crear nuevo plan de fuego

PLAN DE FUEGO: VOLADURA NRO.4

[+ Crear nuevo plan de fuego](#)

Usted dispone de 4 criterios de búsqueda para plan de fuego de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

FECHA Y HORA	LARGO / ANCHO / PROFUNDIDAD (m)	VOLÚMEN(m³)	TIPO MALLA	METROS PERFORADOS	KG DE EXPLOSIVOS	ESTADO	ACCIONES	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscc		
2019-02-09 - 10:00	9.85 / 25.0 / 0.0	9605.0	CUADRADA	1594.5	4310.3	INACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Activar</a>	<a href="#">Puntos de barrenos</a>
2019-08-20 - 17:00	20.0 / 10.0 / 8.25	2500.25	CUADRADA	3002.2	5350.0	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<a href="#">Puntos de barrenos</a>

Figura 30. Plan de fuego

**Crear nuevo punto de barreno**

---

Punto de barreno:

Coordenada norte:

Coordenada este:

Cota superior:

Diámetro (pulg):

Profundidad (m):

Taco (m):

Dinamita (u):

Nitrato (kg):

Otros:

Presencia de agua:

Profundidad de agua (m):

Cara libre (frente-atrás) :

Cara libre (izquierda-derecha):

---

**Figura 31. Crear nuevo punto de barreno**

Los puntos de barrenos se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar como se muestra en la (Figura 32).

PUNTOS DE BARRENOS: VOLADURA NRO.4

---

**Q** Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de puntos de barrenos de voladura. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

PUNTO DE BARRENO	COOR. NORTE	COOR. ESTE	COTA SUPERIOR	DIÁMETRO (pulg)	PROFUNDIDAD (m)	TACO (m)	DINAMITA (u)	NITRATO (kg)	PRESENCIA DE AGUA	PROFUNDIDAD DE AGUA (m)	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Busca	Buscar	Buscar	Buscar	Bi	Buscc	Busc	Buscar	Buscar	Busi	
1	9775013.02	616655.67	52.82	3.0	9.5	2.8	2	23.4	SI	1.52	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
2	9775009.98	616655.46	52.55	3.0	9.86	2.8	2	25.0	SI	1.52	ACTIVA	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

**Figura 32. Puntos de barrenos**

### **2.3.3. Carga de explosivos en barrenos**

### **2.3.4. Control de ejecución de voladura**

#### **2.3.4.1. Proceso de encendido**

#### **2.3.4.2. Fragmentación y desplazamiento**

## **2.4. Nivel 3: Clasificación, fractura y transporte**

### **2.4.1. Clasificación y separación de material**

### **2.4.2. Fragmentación de rocas mayores 60cm espesor**

### **2.4.3. Traslado de material fragmentado hacia área de acopio**

## **2.5. Nivel 4: Trituración, cribado y almacenamiento**

### **2.5.1. Trituración primaria**

#### **2.5.1.1. Reducción de tamaño y transporte de agregado**

#### **2.5.1.2. Cribado del material y clasificación de agregado en niveles**

### **2.5.2. Trituración secundaria**

#### **2.5.2.1. Reducción de tamaño y transporte de agregado**

#### **2.5.2.2. Cribado del material y clasificación de agregado en niveles**

## **2.6. Nivel 5: Ventas**

## **2.7. Nivel 6: Inventario de equipos**

En este módulo se encuentra todo lo relacionado al control de equipos utilizados para cada uno de los procesos antes mencionados como se muestra en la (Figura 33).



**Figura 33: Inventario de equipos**

## **2.8. Equipos**

Al seleccionar esta opción se muestra una ventana con una lista de equipos del inventario, además de la opción “Crear nuevo equipo” mediante un formulario como se muestra en la (Figura 34).

**Crear nuevo equipo**

---

Nombre de equipo:

Modelo de equipo:

Cantidad de equipos:

Largo (m):

Alto (m):

Ancho (m):

Peso (kg):

Almacenamiento:

Precisión:

Potencia:

Aspectos generales:

Funciones de equipo:

Imagen de equipo:  No...vo

Perfiles que utilizan el equipo en un proceso:

---

**Figura 34: Crear nuevo equipo**

Los equipos se muestran en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar, como se muestra en la (Figura 35).

EQUIPOS

---

🔍 Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de perfiles registrados. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

NOMBRE	MODELO	CANTIDAD	LARGO / ALTO / ANCHO (m)	PESO (kg)	FUNCIONES	IMAGEN	ESTADO	ACCIONES
Buscar	Buscar	Busco	Buscar	Busc	Buscar	Bus	Bus	
CINTA MÉTRICA	TIPO CRUCETA	1	50.0 / null / 0.1	null	MEDICIÓN CONSTRUCCIÓN ING. CIVIL TOPOGRAFÍA		ACTIVO	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>
ESTACIÓN TOTAL	TOPCON ES-105	1	1.71 / null / null	null	MEDICIÓN DE DISTANCIA		ACTIVO	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>

## Figura 35: Equipos

### 2.8.1. Reportes

En esta opción se muestra una lista de reportes los cuales se detallan a continuación: **Equipos y cargos asociados a etapas, procesos y sub-procesos:** Al seleccionar esta opción se muestra un reporte que detalla cada una de las etapas con sus procesos y sub-procesos y a la vez los equipos con el personal que es parte de estos.

## 2.9. Administración

En este módulo se muestra todo aquello relacionado a administración de usuarios y perfiles de usuarios como se muestra en la (Figura 36).

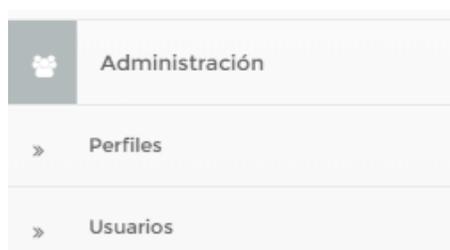


Figura 36: Administración

### 2.9.1. Perfiles

En esta opción se muestra los perfiles de usuario registrados en el sistema, además ofrece la opción para “Crear nuevo perfil” en caso de ser necesario como se muestra en la (Figura 37).

**Crear nuevo perfil**

---

Descripción:

Área o dependencia :

Jefe inmediato :

Cargos supervisa :

Cargos coordina :

Funciones:

Jornada laboral:

---

**Figura 37: Crear nuevo perfil**

Las perfiles de usuario se muestra en una tabla la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” e “Inactivar/Activar” e información complementaria “Asignar permisos” como se muestra en la (Figura 38).

PERFILES DE USUARIOS

🔍 Usted dispone de 4 criterios de búsqueda de perfiles registrados. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

CÓDIGO	PERFIL/CARGO	JEFE INMEDIATO	CARGOS SUPERVISA	CARGOS COORDINA	ESTADO	FECHA CREACIÓN	ACCIONES	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Bus	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Bus	Buscar		
P01	ADMINISTRADOR	GERENTE GENERAL	CAJERA ,JEFE FINANCIERO Y OPERACIONES	JEFE FINANCIERO Y OPERACIONES, CAJERA	ACTIVA	29/04/2019	<a href="#">🔧 Modificar</a> <a href="#">🚫 Inactivar</a>	🔒 Permisos_sobre_opciones
P02	GERENTE GENERAL				ACTIVA	01/05/2019	<a href="#">🔧 Modificar</a> <a href="#">🚫 Inactivar</a>	🔒 Permisos_sobre_opciones

**Figura 38: Perfiles de usuario**

Al seleccionar la opción “Asignar permisos” muestra los permisos de acceso sobre las opciones del sistema según el perfil seleccionado, además ofrece la opción para “Asignar permiso en opción de módulo” en caso de ser necesario como se muestra en la (Figura 39).

**Asignar permisos sobre opciones de los módulos**

---

Opciones de módulos:

Agregar registros:

Generar reportes:

---

**Figura 39: Asignar permisos sobre opciones de módulos**

Las opciones de módulo a las cuales se pueden acceder según el perfil seleccionado se muestra en una tabla con sus respectivos tipos de permisos, además se permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar” y “Eliminar” como se muestra en la (Figura 40).

PERMISOS PARA ACCESO SOBRE OPCIONES DE MÓDULOS

---

PERFIL: ADMINISTRADOR

OPCIONES DE MÓDULOS	TIPO DE PERMISO			
	OPCIONES DE ACCESO PERMITIDAS	AGREGAR REGISTROS	GENERAR REPORTE	ACCIONES
Buscar				
OPCIÓN 99 - USUARIOS	✓	✓		<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Eliminar</a>
OPCIÓN 98 - PERFILES	✓	✓		<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Eliminar</a>
OPCIÓN 97 - EQUIPOS	✓	✓		<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Eliminar</a>
OPCIÓN 01 - RELIEVE Y CURVAS DE NIVEL	✓	✓		<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Eliminar</a>

**Figura 40: Opciones de módulo**

### 2.9.2. Usuarios

En esta opción se muestra los usuarios registrados en el sistema, además ofrece la opción para “crear nuevo usuario” en caso de ser necesario como se muestra en la (Figura 41).

Al crear un nuevo usuario se envía un email de confirmación, el mismo que es generado por el sistema con las respectivas credenciales para el usuario así como se muestra en la (Figura 42).

Los usuarios registrados se muestran en una tabla, la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Modificar”, “Inactivar/Activar” o información complementaria como “Perfiles asignados” tal como se muestra en la (Figura 43).

### Crear nuevo usuario

Foto de perfil:	<input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se ...rchivo
Nombres:	<input type="text" value="Primero"/> <input type="text" value="Segundo"/>
Apellidos:	<input type="text" value="Paterno"/> <input type="text" value="Materno"/>
Género:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/> ▼
Doc. de identificación:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/> ▼
N° de identificación:	<input type="text"/>
Lugar nacimiento:	<input type="text"/>
Fecha nacimiento:	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Nacionalidad:	<input type="text"/>
Dirección:	<input type="text"/>
Correo personal:	<input type="text"/>
Correo institucional:	<input type="text"/>
Teléfono móvil/fijo:	<input type="text"/>
Estado civil:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/> ▼
Licencia conducir:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/> ▼
Empresa a cargo:	<input type="text"/>
Archivo adjunto de contrato:	<input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se ...rchivo
Fecha de ingreso:	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Sueldo IESS:	<input type="text"/>
Sueldo recibe:	<input type="text"/>
Fecha de vacaciones:	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Jornada laboral:	<input type="text" value="Seleccione una opción"/> ▼

**Figura 41: Crear nuevo usuario**



BIENVENIDO / A BRAYAN OSWALDO ORDOÑEZ OÑATE

Se ha restablecido la contraseña para el siguiente registro:

Identificación: 0604661967  
Contraseña: 0604661967.194

[Página de inicio](#)

**Figura 42: Email de confirmación al generar credenciales**

USUARIOS DE SISTEMA

[+ Crear nuevo usuario](#)

Usted dispone de 4 criterios de búsqueda para usuarios registrados. Complete al menos una de las cajas de texto para obtener resultados.

FOTO	Nº DE IDENTIFICACIÓN	USUARIO	CONTRATO	ESTADO	FECHA CREACIÓN	ACCIONES	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
Buscar	Buscar	Buscar	Busca	Busc	Buscar		
	0105382741	MAURICIO BOLIVAR ABRIL ORDOÑEZ		ACTIVO	29/04/2019	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<input checked="" type="checkbox"/> <a href="#">Asignar perfil</a>
	0604661967	BRAYAN OSWALDO ORDOÑEZ OÑATE		ACTIVO	01/05/2019	<a href="#">Modificar</a> <a href="#">Inactivar</a>	<input checked="" type="checkbox"/> <a href="#">Asignar perfil</a>

**Figura 43: Usuarios**

Al seleccionar la opción “Asignar perfil” muestra los perfiles asignados al usuario seleccionado, además ofrece la opción para “Asignar perfil” en caso de ser necesario como se muestra en la (Figura 44).

**Asignar perfil a usuario**

---

Perfil:

---

**Figura 44: Formulario para asignar perfil a usuario**

Los perfiles asignados se muestran en una tabla, la misma que permite realizar búsquedas dependiendo del criterio seleccionado y a la vez cada una de estas dispone de acciones como “Inactivar/Activar” o información complementaria como “Niveles acceso” tal como se muestra en la (Figura 45)(Figura 46).



**Figura 46: Sub-menú de usuario**

En este sub-menú se encuentran opciones como:

**Información personal:** Muestra una ventana con datos personales, formación académica y experiencia profesional del usuario que ha ingresado al sistema, cada uno de estos con las opciones de agregar, modificar, y eliminar en caso de ser necesario como se muestra en la (Figura 47).

> DATOS PERSONALES



**NOMBRES:** ADMINISTRADOR  
**APELLIDOS:** GENERAL  
**GÉNERO:** MASCULINO  
**DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN:** CÉDULA  
**NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN:** 0999999999  
**LUGAR NACIMIENTO:** BUCAY - GENERAL ANTONIO ELIZALDE  
**FECHA NACIMIENTO:** 1995-08-01  
**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA  
**CORREO PERSONAL:** bradzone15@hotmail.com  
**CORREO INSTITUCIONAL:** bradzone15@hotmail.com  
**DIRECCIÓN DE DOMICILIARIA:** JULIÁN CORONEL 787 Y GARCÍA MORENO  
**TELÉFONO MÓVIL/FIJO:** 0999163754  
**ESTADO CIVIL:** SOLTERO/A  
**LICENCIA DE CONDUCIR:** NO  
**EMPRESA A CARGO:**  
**FECHA DE INGRESO:** 1995-08-01  
**TIEMPO DE TRABAJO:** 24Años 1Meses 6Días  
**FECHA DE VACACIONES:** 2019-08-30  
**JORNADA LABORAL:** DESDE CASA

[✎ Modificar\\_datos\\_personales](#)

➤ FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL	INSTITUCIÓN	FECHA DE INICIO	TÍTULO OBTENIDO	LUGAR	ACCIONES
Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	Buscar	
No tiene datos registrados.					
Mostrar: <input type="text" value="10"/> ▼					

[➕ Agregar\\_formación\\_académica](#)

➤ EXPERIENCIA PROFESIONAL

**Figura 47: Información personal**

**Cambiar contraseña:** Esta opción muestra una ventana que permite el cambio de contraseña como se muestra en la (Figura 48).

**CAMBIAR LA CONTRASEÑA**

🔍 La contraseña debe tener de 6 a 12 caracteres y contener una combinación de caracteres y números.

Contraseña actual:  

Contraseña nueva:  

Confirma nueva contraseña:  

[Guardar cambios](#)

**Figura 48: Cambiar contraseña**

**Calendario:** Muestra un calendario interactivo para el usuario como se muestra en la (Figura 49).

**AGOSTO 2019** 

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

**Figura 49: Calendario**

**Salir:** Esta opción permite cerrar la sesión iniciada en el sistema.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo describiré algunos aspectos relevantes relacionados con el desarrollo de las metas propuestas, señalando los beneficios alcanzados y limitaciones.

#### 1. Discusión de resultados

En relación a la propuesta metodológica desarrollada para la elaboración del sistema de gestión, debo enfatizar que a partir de una selección de objetivos establecidos en las metodologías six sigma, lean manufacturing, 5s y Kaizen; e implementado un proceso análogo con el proceso productivo en estudio, propongo un método de gestión y su implementación en el sistema web para la gestión de procesos productivos. Tal que, el método propuesto se basa en:

- Se centra en la mejora continua de procesos, identificando puntos críticos en los procesos mediante análisis iterativo de procedimientos.
- Sistema de mejoramiento en los procesos, a través de la implementación de acciones puntuales para eliminar desperdicios y asegurar un mayor valor agregado en las actividades productivas.
- Busca que el personal operativo de la empresa se empodere haciendo la empresa más competitiva y teniendo mejoras continuas.
- Permite tener lugares de trabajo más organizados, ordenados y limpios para reducir costos, accidentes, tiempos muertos y mejorar la calidad, la gestión del tiempo y el compromiso de los empleados.
- Permite analizar los procesos de producción y buscar soluciones todos los días, de forma que se logre mejorar la calidad y reducir costos de producción con modificaciones diarias.

La metodología híbrida desarrollada en esta investigación busca un fin común, el cual se orienta a la mejora en los procesos productivos de una empresa. Adicionalmente tiene la capacidad de modificarse y agregarle datos de acuerdo al replanteo de nueva información, tener inventarios de información de recursos organizados, ordenados y limpios, logrando que el personal gerencial se empodere de la empresa haciéndola mas competitiva y teniendo mejoras continuas.

La empresa al inicio de esta investigación en estudio no poseía un registro escrito o digital que detalle las etapas de los procesos productivo, ni inventarios de equipos con detalles técnicos de cada uno de ellos, así como su intervención en los procesos productivos. No existían manuales de funciones y descripción de cargos que permitieran realizar un seguimiento del trabajo diario. Los sistemas de registro de datos en los procesos de producción de agregados eran incompletos y escasos.

### **PUNTO CRÍTICO 1. Diseño de plataforma de trabajo**

- Costo de material removido acumulado + el costo de traslado de material fuera de la cantera = costo transporte material

$$(\$/\text{m}^3) \quad (\$/(\text{m}^3 * \text{km})*\text{km}) \quad = \$/\text{m}^3$$

- Interrupción en el flujo de las máquinas por acumulación de bancos de material excedente a 60 cm de diámetro.

- Interrupción en el flujo de las máquinas implica una reducción de los volúmenes de transporte de material

$$\text{m}^3 \text{ en interrupción} \quad \$/\text{m}^3 \text{ material no procesado}$$

**Material 1:**  $10\$/\text{m}^3 \times \text{m}^3 \text{ en interrupción} = \$/\text{interrupción}$

**Material 2:**  $12\$/\text{m}^3 \times \text{m}^3 \text{ en interrupción} = \$/\text{interrupción}$

**Material 3:**  $14\$/\text{m}^3 \times \text{m}^3 \text{ en interrupción} = \$/\text{interrupción}$

**Material 4:**  $16\$/\text{m}^3 \times \text{m}^3 \text{ en interrupción} = \$/\text{interrupción}$

**Material 5:**  $18\$/\text{m}^3 \times \text{m}^3 \text{ en interrupción} = \$/\text{interrupción}$

### **PUNTO CRÍTICO 2. Planificación y diseño de vías**

La inadecuada planificación y diseño de vías acorta la durabilidad de la misma, tal que el deterioro de estas afecta partes mecánicas de las maquinarias (amortiguadores, llantas, entre otros) reduciendo los tiempos e incrementando los costos de los mantenimientos respectivamente.

$$\text{Costo volqueta } \$/\text{h} \times (\text{h/día}) \text{ máquina parada} = \$/\text{día}$$

### **PUNTO CRÍTICO 3. Plan de mantenimiento**

$$\text{Producción de planta trituradora} = \text{m}^3/\text{h}$$

$$\text{Jornada de trabajo (10 horas)} = \text{producción } \text{m}^3/\text{jornada de trabajo}$$

$m^3/h$  (Producción de planta trituradora) x hora (tiempo de paralización) =  $m^3/h$   
(pérdida de producción)

**Material 1:**  $10 \$/m^3 \times m^3/h$  (pérdida de producción) =  $\$/h$

**Material 2:**  $12 \$/m^3 \times m^3/h$  (pérdida de producción) =  $\$/h$

**Material 3:**  $14 \$/m^3 \times m^3/h$  (pérdida de producción) =  $\$/h$

**Material 4:**  $16 \$/m^3 \times m^3/h$  (pérdida de producción) =  $\$/h$

**Material 5:**  $18 \$/m^3 \times m^3/h$  (pérdida de producción) =  $\$/h$

**Para el diseño de un plan de mantenimiento es dispensable conocer:**

- Los flujos de los procesos
- El inventario de equipo
- El material disponible en inventario que posibilite la parada para mantenimiento de equipos
- Conocimiento de la formación de personal encargado

La falta de un plan de mantenimiento incrementa los costos

## **ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO**

$(m^3 \text{ en retención} / \text{ días de la semana}) \times (\$/m^3 \cdot \text{Km})$  (transporte) x 12 Km (distancia botaderos) =  $\$/día$  (costo transporte material)

Costo hora máquina ( $\$/h$ ) x (h/día) máquina parada =  $\$/día$  (subutilización de maquinaria)

**Material 1:**  $10\$/m^3 \times m^3 = \$/día$  (interrupción de volumen de material transportado)

**Material 2:**  $12\$/m^3 \times m^3 = \$/día$  (interrupción de volumen de material transportado)

**Material 3:**  $14\$/m^3 \times m^3 = \$/día$  (interrupción de volumen de material transportado)

**Material 4:**  $16\$/m^3 \times m^3 = \$/día$  (interrupción de volumen de material transportado)

**Material 5:**  $18\$/m^3 \times m^3 = \$/día$  (interrupción de volumen de material transportado)

Costo volqueta  $\$/h$  x (h/día) máquina parada =  $\$/día$  (alquiler de volqueta)

$m^3/h$  (Producción de planta trituradora) x hora (tiempo de paralización) =  $m^3/h$

$m^3/día \times 10 \$/m^3 = \$/día$  (pérdida de producción)

$m^3/día \times 12 \$/m^3 = \$/día$  (pérdida de producción)

$m^3/día \times 14 \$/m^3 = \$/día$  (pérdida de producción)

$m^3/día \times 16 \$/m^3 = \$/día$  (pérdida de producción)

$m^3/día \times 18 \$/m^3 = \$/día$  (pérdida de producción)

Producción planta trituradora (horas)  $m^3$ /jornada de trabajo

$$m^3/\text{día} \times 10 \text{ \$/m}^3 = \text{\$/día Material 1}$$

$$m^3/\text{día} \times 12 \text{ \$/m}^3 = \text{\$/día Material 2}$$

$$m^3/\text{día} \times 14 \text{ \$/m}^3 = \text{\$/día Material 3}$$

$$m^3/\text{día} \times 16 \text{ \$/m}^3 = \text{\$/día Material 4}$$

$$m^3/\text{día} \times 18 \text{ \$/m}^3 = \text{\$/día Material 5}$$

$$\text{\$/día (total \$ pérdidas/producto) / \$/día (producción) \times 100\% = \% pérdida de producción material 1}$$

$$\text{\$/día (total \$ pérdidas/producto) / \$/día (producción) \times 100\% = \% pérdida de producción material 2}$$

$$\text{\$/día (total \$ pérdidas/producto) / \$/día (producción) \times 100\% = \% pérdida de producción material 3}$$

$$\text{\$/día (total \$ pérdidas/producto) / \$/día (producción) \times 100\% = \% pérdida de producción material 4}$$

$$\text{\$/día (total \$ pérdidas/producto) / \$/día (producción) \times 100\% = \% pérdida de producción material 5}$$

Con la implementación de un diseño de sistema de gestión la producción aumentaría en un:

**20,47% su productividad**

## 2. Conclusiones y recomendaciones

### En conclusión:

Se determina la importancia de elaborar los diagramas de flujo en forma detallada para cada etapa del proceso de producción, ya que permite identificar los puntos de registro de datos, los procesos en que se desempeña el personal y los equipos requeridos por proceso. Además la representación gráfica de los diagramas de flujo facilita la identificación y comprensión del proceso productivo ya que las personas aprendemos mejor mediante representaciones visuales. Con una representación visual del proceso se pueden identificar errores y proponer mejoras en los procesos.

El sistema diseñado permite a la empresa alcanzar una mayor eficiencia en sus procesos productivos y un ahorro en costos innecesarios de recursos. Adicionalmente la implementación del sistema de gestión motiva a los empleados, ya que los integra a los procesos otorgándoles un sentido de pertinencia a cada uno de ellos. Se evidencia que con la puesta en marcha del sistema de gestión desarrollado se ha generado el registro de inventario por proceso, subproceso o de equipos propiamente dichos. De igual forma se obtiene el registro de información asociada con el personal de la empresa.

La incorporación de un inventario de equipos facilita gestiones de mantenimiento, compra, necesidades de actualización, optimización de las características físicas, técnicas y operativas de cada uno de los equipos y su relación con cada etapa del proceso productivo. Un inventario de equipos mantiene actualizada la información de cada uno de ellos reduciendo el riesgo de pérdida de los mismos, y si existe el requerimiento de algún equipo el ciclo de compras se optimiza ayudando a las necesidades de la empresa.

El diseño de un manual de funciones y cargos permite llevar un registro de datos personales, profesionales y operativos de cada empleado en la empresa con fines de programación de capacitaciones, ascensos, bonificaciones, entre otros. Con la información del manual de funciones se puede tomar una decisión más objetiva al momento de contratación de empleados en la empresa, ya que se tiene un favorable proceso de selección, evaluación y valoración de cada cargo, así también como se puede hacer una evaluación de desempeño de empleados ya que se informa a los jefes de cada área sobre las funciones que tienen los cargos que están bajo su supervisión y de esta forma llevar un control en rendimiento de empleados.

El sistema de gestión permite hacer un control y seguimiento desde el diseño hasta la construcción de la plataforma de trabajo, previniendo costos adicionales o pérdidas por acumulación de material removido, interrupción en el flujo de las máquina, reducción de los volúmenes de transporte de material.

El sistema de gestión facilita el acceso a las actualizaciones de la topografía de terreno permitiendo planificar o replantear las vías de transporte interno, adicionalmente posibilita el registro del estado de las mismas en caso de requerir mantenimiento.

El sistema de gestión sienta las bases requeridas para el diseño de un plan de mantenimiento industrial, asociado a maquinarias, equipos e instalaciones

El sistema de registro implementado permite llevar un control detallado y supervisado por parte de los niveles gerenciales de la empresa, facilitando el manejo y seguimiento de información en los procesos; todo ello optimiza la toma de decisiones y el manejo adecuado de recursos. Mediante las hojas de registro los datos son recogidos fácilmente y de forma concisa.

La adecuada identificación de los niveles organizacionales existentes facilita la comunicación de los integrantes de la estructura organizacional de la empresa.

Con el sistema de gestión propuesto se pudo determinar un 20,47% de mejoras en el proceso de producción de agregados de la empresa, lo cual se pudo calcular mediante la determinación de los costos que inciden en los puntos críticos de las etapas del proceso de producción frente a la capacidad de producción de agregado que tiene la planta trituradora. Pues una vez que se implemente este sistema de gestión propuesto, no existirán los puntos críticos que de momento presenta la cantera en estudio.

La posibilidad de tener información en tiempo real permite a los responsables del área gerencial definir la relación entre la materia prima y productos terminados. Así como, el

control de los volúmenes requeridos de materia prima para satisfacer los volúmenes de oferta o demanda en términos de productos terminados.

Se logra cuantificar los recursos necesarios en cada línea de producción, es decir, personal, tiempos y equipos. De igual forma se logra el diseño, construcción y puesta a prueba del sistemas de registro de datos técnico-operativo (web).

Facilita el acceso a través del celular, en un evento promocional o una feria para la adquisición de equipos, en reuniones de trabajo, garantizando la información en tiempo real.

**Se recomienda:**

Incorporar al sistema, los análisis de costos asociados a los procesos, sistemas de seguridad, el control de ventas, registros de proveedores y clientes, entre otros que sean relevantes para mejorar la producción.

Diseñar un catálogo de equipos disponibles para prestar servicio externo y de productos para la venta.

Tomar este trabajo como base para el desarrollo de un sistema en red para las canteras a nivel regional y nacional.

Implementar un plan de manejo ambiental (PMA) continuo asociado a los procesos de producción de agregados, de tal manera que la seguridad y salud ocupacional queden integradas con el sistema medio ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, J., Vázquez, G. (2011). *Historia de la Estratigrafía*. UNAM. Recuperado de: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/yacimientosELIA/zonadesplegar/Clase/Clase%2011%20Historia%20de%20la%20Estratigrafia.pdf>
- Barragán, J. (2007). *Explotación a cielo abierto de materiales de construcción*. Taller de capacitación para administradores y trabajadores de canteras. Recuperado de: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36873273/Explotacion\\_de\\_canteras.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528833194&Signature=Y%2BW3ye94FDO1CAGWlbmc2yWK2Lg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DExplotacion\\_de\\_canteras.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36873273/Explotacion_de_canteras.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528833194&Signature=Y%2BW3ye94FDO1CAGWlbmc2yWK2Lg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DExplotacion_de_canteras.pdf)
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). Perforación y voladura de rocas en minería. 256. Madrid, España.
- Cornejo, P. (2016). *Depósitos minerales no metálicos del Ecuador*. Escuela politécnica nacional del Ecuador. Recuperado de: <file:///Users/mauricioabril/Downloads/DepositosMineralesNoMetalicosdelEcuadorV2.pdf>
- Chan, J., y Solís, R. (2003). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto*. Ingeniería, 7. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46770203>
- Duval, A. (Febrero de 2018). Proyecto integrador “diseño de explotación de la cantera “Pacatón”, ubicada en la parroquia san Sebastián, cantón chimbo, provincia de bolívar , 115. Quito, Ecuador.
- Herrera, J. (2006). *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad politécnica de Madrid. Recuperado de: [http://oa.upm.es/10675/1/20111122\\_METODOS\\_MINERIA\\_A\\_CIELO\\_ABIERTO.pdf](http://oa.upm.es/10675/1/20111122_METODOS_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO.pdf)
- Malavé, A. (2018). Plan de perforación y voladuras (Concesiones Oswaldo 790919 y Francisco 790920). Manual Técnico, Guayaquil-Ecuador.
- Navarrete, J. (2013). *Diagnostico y guía ambiental del manejo y disposición final de los escombros solidos desechables generados por las canteras entre Km 10 al 14 vía Guayaquil-Salinas*. Tesis de pregrado. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1752/1/Diagn%C3%B3stico%20y%20gu%C3%ADa%20ambiental%20del%20manejo%20y%20disposici%C3%B3n%20final%20de%20los%20escombros%20s%C3%B3lidos%20desechables....%20Navarrete%20c%20Johnny.pdf>
- Olguín , D. (2016). Proceso de Producción de Agregados Pétreos y su Control de Calidad. Universidad Autónoma de México . México.
- Proaño, G. (2007). Informe geológico de la cuenca del rio Tatala. Técnico, Guayaquil.
- Rebollo, O., Correa, M., Soengas, J., & Botasso, G. (2016). Características de los Procesos de Trituración Utilizados en Áridos Rodados y su influencia en las mezclas asfálticas en caliente. Buenos Aires, Argentina.
- Recalde, E., & Morante, F. (2009). Metodología de Planificación Minera a Corto Plazo y Diseño Minero a Mediano Plazo en la cantera Pifo. Guayaquil-Ecuador.

- Registro Oficial (*Tribunal Constitucional de la República del Ecuador*). (2009). Recuperado de: [https://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley\\_mineria\\_ec.pdf](https://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley_mineria_ec.pdf)
- Reglamento a la ley de Consultoría, Codificación. (2006). Alfredo Palacio González. Recuperado de: [http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2\\_ecu\\_anexo40.pdf](http://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_ecu_anexo40.pdf)
- Somerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. Pearson Education.
- Toapanta, D. (2017). *Diseño de explotación de la cantera “la yunguilla”, ubicada en la parroquia Urbina, cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua*. Tesis de pregrado. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11059>
- Valle, P., Acosta, A., & Salvatierra, C. (2011). Agregados utilizados en obras civiles extraídos de la Cantera San Luis. Guayaquil, Ecuador.
- Vásquez, W. (2013). Avance de la excavación en roca, desalajo de material pétreo, cronograma y metodología de trabajo correspondiente a la primera fase constructiva del proyecto de edificación del complejo de bodegas y centro de distribución Mar global S.A. Informe Técnico, Guayaquil-Ecuador.
- Vera Grunauer, X. (2005). *Estudio Geológico de la ciudad de Guayaquil. Informe final de Investigación y Estudio del comportamiento dinámico del subsuelo y Microzonificación sísmica de la ciudad de Guayaquil*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: M.I. Municipio de la Ciudad de Guayaquil., Guayaquil. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/254974435/Manual-Tecnico-Practico-Zonif-Sismica-Gye>
- Vera, X., Benítez, S., & Ramírez, J. (2014). Proyecto: elaboración del documento de la microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Guayaquil según la norma ecuatoriana de la construcción 2011. Obtenido de Manual práctico para la caracterización geológica, geotécnica y sísmica de la ciudad de Guayaquil : <https://www.scribd.com/document/254974435/Manual-Tecnico-Practico-Zonif-Sismica-Gye>
- Volvo Construction Equipment North America Inc. (2002). Obtenido de [https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/global-site/product-archive/documents/07-crawler-excavators/04-volvo-b-prime-series/v-ec330b/v-ec330b-d10b-eae2-33us14351644-2002-06.pdf?v=2\\_g5Pw](https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/global-site/product-archive/documents/07-crawler-excavators/04-volvo-b-prime-series/v-ec330b/v-ec330b-d10b-eae2-33us14351644-2002-06.pdf?v=2_g5Pw)
- Zozaya, C. (2005). *Metodología para mejora de la productividad en una línea de producción a través de la aplicación del modelo 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales) para la eliminación de desperdicios*. Tesis pregrado. Monterrey, México. Recuperado de: [https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/567467/DocsTec\\_4512.pdf?sequence=1](https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/567467/DocsTec_4512.pdf?sequence=1)

## ANEXOS

### *Anexo 1. Reglamento ambiental de actividades mineras del ministerio de ambiente del Ecuador. Capítulo I, VII, VIII y X.*

#### Capítulo I

##### Del ámbito de aplicación y objeto

**Art. 1.-** Ambito de aplicación.- El presente reglamento, las normas y guías técnicas ambientales incorporadas a él y aquellas que se expidan sobre su base, regulan en todo el territorio nacional la gestión ambiental en las actividades mineras en sus fases de exploración inicial o avanzada, explotación, beneficio, procesamiento, fundición, refinación, y cierre de minas; así como también en las actividades de cierres parciales y totales de labores mineras.

**Art. 2.-** Objeto.- El presente reglamento tiene por objeto promover el desarrollo sustentable de la minería en el Ecuador, a través del establecimiento de normas, procedimientos, procesos y subprocesos, para prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar, remediar y compensar los efectos que las actividades mineras puedan tener sobre el medio ambiente y la sociedad, en todo el territorio nacional.

#### Capítulo VII

##### Disposiciones técnico-ambientales específicas para actividades de exploración inicial o avanzada

**Art. 87.-** Construcción de accesos y/o trochas para actividades de geofísica.- Cuando se requiera en la fase de exploración la construcción de accesos y/o trochas para el desarrollo de actividades geofísicas, su ancho normal será de hasta 1,5 metros. En casos de aumento del ancho referido, se acogerá a las condiciones específicas establecidas en el correspondiente plan de manejo ambiental. El Ministerio del Ambiente analizará la información recibida para su aprobación.

Se removerá la vegetación estrictamente necesaria; toda la madera se usará para el beneficio del proyecto y el material vegetal provenientes del desbroce y limpieza del terreno serán técnicamente procesados y reincorporados a la capa vegetal. Tanto la vegetación cortada como el material removido, en ningún caso, serán depositados en drenajes naturales.

**Art. 88.-** Campamentos.- El manejo de los campamentos volantes, temporales y permanentes que para el efecto se requieran será especificado en el respectivo plan de manejo ambiental y deberán construirse conforme lo establecido en el artículo 66 del presente Reglamento.

**Art. 89.-** Limpieza o destape de afloramientos.- El destape de la cubierta vegetal y/o capa de suelo para exponer y estudiar el estrato mineralizado se realizará sistemáticamente y aplicando técnicas previamente definidas en el correspondiente plan de manejo ambiental.

**Art. 90.-** Ejecución de calicatas, trincheras, perforaciones y galerías exploratorias.- Sobre la base de consideraciones técnicas se determinará el número y profundidad de calicatas, trincheras, perforaciones y galerías exploratorias, que permitan obtener la información geológica, geotécnica, geoquímica o metalúrgica para definir el cuerpo mineralizado. Una vez obtenida la información requerida, las calicatas, trincheras, plataformas de perforación y galerías exploratorias deberán ser rehabilitadas procurando mantener la estructura original del sustrato de manera que garantice la revegetación del suelo; excepto, en caso que sean requeridos para futuras labores de exploración o vayan a formar parte de la actividad de explotación para lo cual además deberán estar debidamente señalizadas.

En caso de que las galerías exploratorias no fueren utilizadas en fases subsecuentes, deberán ser cerradas y rehabilitadas.

Si de las actividades exploratorias, se interseca con acuíferos, aguas subterráneas o aguas cartesianas, las perforaciones deberán ser inmediatamente taponadas por medio de técnicas adecuadas, de todo lo cual deberá reportarse a la Autoridad Ambiental Competente,

Nota: Artículo sustituido por artículo 22 de Acuerdo Ministerial No. 69, publicado en Registro Oficial 795 de 12 de Julio del 2016 .

## Capítulo VIII

### Disposiciones técnico-ambientales específicas para actividades de explotación

**Art. 92.-** Instalación de infraestructura, equipos, maquinarias y servicios.- El área de producción industrial que comprende las instalaciones minero productivas estará ubicada conforme se establezca en el estudio de impacto ambiental, de tal forma que esta no cause efectos nocivos por la generación de polvo, gases, ruido, vibraciones, y otros factores contaminantes. La ubicación e instalación de maquinarias y equipos permanentes se la hará sobre plataformas o pisos firmes o de concreto.

Las emisiones a la atmósfera que produzcan los motores de maquinarias y equipos no deberán exceder los límites permisibles establecidos en las normas técnicas vigentes para tal efecto.

La ubicación del patio de maniobras y mantenimiento de equipos será justificada en el estudio de impacto ambiental, su superficie deberá ser plana y estar afirmada. Dicho patio contará tanto con un sistema de recolección y drenaje de aguas lluvias, con sus respectivas trampas de grasas y aceites, así como de sistemas adecuados de recolección y tratamiento de desechos peligrosos.

**Art. 93.-** Elección y preparación del sitio para escombreras.- El material estéril producido deberá ser depositado en escombreras que estarán ubicadas en superficies convenientemente alejadas de todo tipo de infraestructura y de áreas industriales.

Contarán con un sistema de drenaje apropiado de tal manera que su desfogue sea único, en el cual se realicen mediciones de parámetros sensibles de manera periódica con la finalidad de mantener un registro sobre la calidad de agua del drenaje.

Cuando la escombrera está en operación se deberá caracterizar mineralógicamente los diferentes tipos de estériles y se realizarán pruebas de predicción de Drenaje Acido de Roca (DAR), se aplicarán las medidas ambientales correspondientes de acuerdo al caso. Además, se deberá actualizar periódicamente el plan de monitoreo y cierre de esta infraestructura.

Se deberá contar con el aval técnico del Ministerio Sectorial en el caso de que se fueran a construir nuevas escombreras. Para su construcción se considerará criterios técnicos para lo cual, será necesario presentar el análisis de riesgo de desprendimiento, deslizamiento o hundimiento de los materiales, y su ubicación se realizará, sobre la base de la selección de la alternativa menos impactante, o en un área de sacrificio que ofrezca seguridad y que sea poco visible; no obstante, en ningún caso se destinarán zonas que se hayan identificado como de alta sensibilidad como áreas de sacrificio para ubicación de escombreras.

No se ubicarán las escombreras en sitios que favorezcan la erosión, el deslizamiento de los materiales depositados, ni en lugares que obstaculicen o contaminen los drenajes naturales, o que afecten los flujos naturales de agua, o favorezcan la lixiviación del material y se implementarán las medidas ambientales necesarias para el adecuado manejo del drenaje ácido de roca (DAR).

Durante la vida útil de la escombrera o una vez agotada su capacidad, según corresponda, se deberá aplicar procedimientos de rehabilitación que aseguren la estabilidad física y química de la escombrera, seguido se procederá a colocar sobre ellas una capa de suelo vegetal para su revegetación, el monitoreo será permanente hasta la finalización de la vida útil del proyecto minero.

**Art. 94.-** Preparación de los frentes de explotación.- El diseño y operación de los bancos para la explotación de minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción a cielo abierto se sujetarán a las disposiciones pertinentes determinadas en la normativa que el Ministerio Sectorial emita para tal efecto, además de las consideraciones técnicas que deberán ser presentadas en la descripción del proyecto del estudio de impacto ambiental.

Se evitará la contaminación por polvo generado en las vías por el tráfico vehicular, y en las actividades que se desarrollen en esta fase minera, mediante la aspersion de agua o sustancias amigables con el ambiente de mejor rendimiento, el afirmado de las vías utilizando material estéril químicamente neutro, o mediante cualquier otro método que estará definido en el respectivo plan de manejo ambiental.

**Art. 95.-** Arranque del mineral.- Cuando se utilicen explosivos en el arranque del mineral, se tomarán las medidas para evitar ruidos y vibraciones fuera de los límites permisibles establecidos en las normas técnicas expedidas por la autoridad ambiental para tal efecto, que pudieren afectar tanto a la salud de los trabajadores, como de la población, y a la infraestructura localizada en el área de influencia del proyecto.

**Art. 102.**- Generación de ruido y emisión de gases.- Se dará un mantenimiento adecuado, periódico y preventivo según recomendaciones del fabricante a las maquinarias y equipos, para garantizar su eficiente operación y minimizar el ruido y emisión de gases, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad Minera y en las normas técnicas que la Autoridad Ambiental expida para tal efecto.

**Art. 103.**- Transporte interno de material.- Para transportar material mineral o pétreo entre diferentes infraestructuras dentro de una misma área operativa se deberá considerar lo siguiente:

- a) En caso de acarreo en volquetes, bandas transportadoras o vagones se tomarán medidas para evitar la dispersión de material particulado fuera del área del proyecto.
- b) Las áreas de transporte interno deberán estar adecuadamente señalizadas y delimitadas conforme a la normativa vigente.
- c) En el caso de que la maquinaria pesada de uso interno tenga que movilizarse fuera del área operativa, se deberá contar con un registro de movimientos.

**Art. 104.**- Explotación a cielo abierto.- Los diseños de bancos de explotación en canteras y tajos abiertos, así como escombreras deberán permitir la rehabilitación y revegetación posterior al cierre de operaciones. Se propenderá a diseñar estas instalaciones con un ángulo de liquidación que garantice la estabilidad geomecánica del área afectada.

## Capítulo X

### Disposiciones técnico-ambientales específicas para cierre y abandono

**Art. 121.**- Remoción de obras y rehabilitación.- En caso de que los resultados obtenidos en la fase de exploración inicial o avanzada no justificaren el paso a la fase de explotación, todas las obras de infraestructura que no tengan una utilidad futura deberán ser removidas, las galerías exploratorias clausuradas y todos los destapes, pozos, trincheras, lugares de sondajes, caminos y otros, deberán ser rehabilitados de conformidad con lo establecido en la normativa ambiental vigente y en los planes de manejo ambiental y en particular los de cierre y abandono correspondientes.

Se deberá presentar una Auditoría Ambiental o informe ambiental de cumplimiento según corresponda al tipo de permiso ambiental obtenido para la aprobación por parte de la autoridad ambiental, la cual verificará el cumplimiento de dichas actividades y permitirá finalizar la fase de exploración inicial o avanzada y a su vez la extinción del permiso ambiental.

Nota: Inciso segundo agregado por artículo 25 de Acuerdo Ministerial No. 80, publicado en Registro Oficial Suplemento 520 de 11 de Junio del 2015 .

**Art. 122.**- Término de operaciones y rehabilitación de áreas afectadas: En cualquiera de las fases, el cierre de operaciones y rehabilitación de áreas afectadas, deberá ser planificado desde la prefactibilidad y factibilidad del proyecto, siendo progresivo en las diferentes etapas de la vida útil del proyecto, para minimizar los efectos de erosión/hundimiento, promover biodiversidad y restaurar el hábitat natural. El objetivo del plan de cierre es de retornar las áreas afectadas a un estado físico, biológico y químico estable y en una condición funcional ecológica que aseguren el restablecimiento de equilibrios, ciclos y funciones naturales.

**Art. 123.**-Nota: Artículo derogado por artículo 42 de Acuerdo Ministerial No. 80, publicado en Registro Oficial Suplemento 520 de 11 de Junio del 2015 .

**Art. 124.**- Cierre definitivo y abandono de área: El Titular Minero, previo a la finalización prevista del proyecto en sus fases de explotación, beneficio, fundición, o refinación deberá presentar un plan de cierre del proyecto, en un plazo no inferior a dos años y hasta 6 meses antes del cierre definitivo del proyecto; el plan de cierre y abandono incluirá un cronograma detallado de actividades, presupuesto final, procedimientos operativos definiendo específicas acciones de cierre que incluya la recuperación del sector o área, un plan de verificación de su cumplimiento, los impactos ambientales y sociales, plan de compensación y las garantías actualizadas indicadas en la normativa ambiental

**Art. 125.-** Las actividades de cierre deberán incluir medidas destinadas a alcanzar la estabilidad de los terrenos, la rehabilitación biológica de los suelos, la reducción y el control de la erosión, la protección de los recursos hídricos, la integración paisajística, etc. De esta manera, serán objeto de aprobación entre otros, las actividades referentes a:

- Instalaciones de almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos.
- Control y mitigación de drenaje ácido
- Rehabilitación de escombreras y relaveras: Estabilidad física y química, revegetación, otros;
- Manejo de los lagos artificiales producto de las minas a cielo abierto;
- Rehabilitación de taludes y galerías subterráneas;
- Impactos adversos sobre la superficie y la calidad del agua subterránea;
- Remediación de suelos contaminados;
- Diseño y mantenimiento de las estructuras de gestión del agua superficial;
- Las emisiones de polvo;
- Manejo de flora y fauna afectadas,
- Desmantelamiento y retiro de campamentos, plantas de procesamiento, maquinarias, equipos, obras de infraestructura, servicios instalados, y otros.

Nota: Inciso primero derogado por artículo 26 de Acuerdo Ministerial No. 80, publicado en Registro Oficial Suplemento 520 de 11 de Junio del 2015 .

# Anexo 2

GRUPO	SECTOR DE PROYECTO	SUB-PROYECTO	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION Y PRECIO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	PRECIO	APLICACION DE IMPORTE	COMENTARIOS	REVISIONES	FECHA	ESTADO	COMPROBACION DE OBRAS	OTROS	REVISIONES DE OBRAS	
PRIMERA ETAPA: PROCESO DE CLASIFICACION, FACTURACION Y TRANSFERENCIA			1.1.1.1.1.1.1	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
			1.1.1.1.1.1.2	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.3	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.4	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.5	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.6	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.7	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.8	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.9	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.10	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.11	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			1.1.1.1.1.1.12	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
SEGUNDA ETAPA: PROCESO DE CLASIFICACION, FACTURACION Y TRANSFERENCIA			1.1.1.1.1.1.13	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
			1.1.1.1.1.1.14	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
			1.1.1.1.1.1.15	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
TERCERA ETAPA: PROCESO DE CLASIFICACION, FACTURACION Y TRANSFERENCIA			1.1.1.1.1.1.16	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
			1.1.1.1.1.1.17	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
			1.1.1.1.1.1.18	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			
			1.1.1.1.1.1.19	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			



