

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE UNA PLANTA DE
AGREGADOS - CASO CANTERA CACHIBÍ

ALOMIA CAICEDO WILDEMAN ALONSO
CUERVO HERNANDEZ RUBEN

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMATICA
PROGRAMA DE INGENIERIA TOPOGRAFICA
SANTIAGO DE CALI
2018

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE UNA PLANTA DE
AGREGADOS - CASO CANTERA CACHIBÍ

Trabajo de tesis para optar al título de Ingeniería Topográfica

ALOMIA CAICEDO WILDEMAN ALONSO
(Código 9812731)
CUERVO HERNANDEZ RUBEN
(Código 9812730)

DIRECTOR
Ingeniero. EDUARDO PEÑA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMATICA
PROGRAMA DE INGENIERIA TOPOGRAFICA
SANTIAGO DE CALI
2018

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	12
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4. JUSTIFICACIÓN.....	17
5. ANTECEDENTES.....	18
6. MARCO TEÓRICO	24
Sistema de Información Geográfica	24
6.1 Modelo de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.....	25
6.2 Bases de datos relacionales.....	25
6.3 Modelo entidad-relación ER	26
6.4 PostgreSQL y PostGIS	26
6.5 Servidor de Mapas	27
7. METODOLOGIA	28
7.1 Análisis de requerimientos.....	28
7.2 Obtención Datos Cantera.....	29
7.2.1 Características De La Planta (Captura De Los Datos)	29
7.2.2 Características Físicas Georreferenciadas.....	29
7.3 Diseño del SIG	29
7.3.1 Planificación	30
7.3.2 Análisis	30
7.3.3 Diseño	30
7.3.4 Implementación	31
7.3.5 Pruebas	31
7.3.6 Mantenimiento	31
7.3.7 Integración del SIG.....	32
7.3.8 Determinación de los Metadatos	32
7.4 Desarrollo e implementación de aplicación SIG	32
7.5 Uso y mantenimiento del SIG	35
8. DESARROLLO METODOLOGICO	35
8.1 Ubicación zona estudio.....	35
8.2 Situación Actual Planta Cachibi.....	37
Método de explotación actual	38

Productos	44
8.3 Análisis de requerimientos.....	46
8.4 Obtención de datos	47
8.4.1 Características De La Planta (Captura De Los Datos)	47
8.4.2 Características físicas Georeferenciadas	48
Zona 2	58
Zona 3	59
Zona 4	61
Zona 5	62
Zona 6	63
Zona 7	65
Zona 8	66
8.5 Diseño del SIG	67
8.5.1 Análisis de requerimientos y alcances del SIG.....	67
8.5.2 Modelo de datos	69
8.5.3 Descripción del sistema.....	69
8.5.4 Desarrollo e implementación de aplicación SIG	70
8.5.5 Mantenimiento del SIG y Aplicativo web	71
9. RESULTADOS.....	72
9.1 Datos	72
9.2 Diseño e Implementación del SIG	72
Modelo de Datos	74
Arquitectura del SIG	78
9.3 Integración En El Ambiente Web.....	82
10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	87
11. DISCUSIONES.....	90
12. CONCLUSIONES.....	92
BIBLIOGRAFIA.....	94
ANEXO 1. Tablas suministradas por la Cantera Cachibi.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 . Ubicación general Cantera Cachibi	12
Figura 2. Diagrama simplificado proceso productivo de una cantera.	14
Figura 3. Proceso de trituración y clasificación en la planta de agregados.	16
Figura 4. Sistemas de información de James Senn (Fuente: (Senn, 2010, 2da Ed.)).	25
Figura 5. Metodología implementada.	28
Figura 6. Ciclo de vida de un SIG Modelo Cascada	29
Figura 7. Modelo Cliente-Servidor.	35
Figura 8. Ubicación Planta Cachibi. Fuente: Imagen tomada de Google Earth.	36
Figura 9. Distribución espacial real de procesos cantera Cachibí. Fuente: Imagen tomada de Google Earth.	37
Figura 10. Situación Actual de la zona de estudio	38
Figura 11. Proceso de extracción de material útil.	39
Figura 12. Zonas de explotación.	40
Figura 13. Zona 1 de explotación	40
Figura 14. Zona 2 de explotación.	41
Figura 15. Zona 3 de explotación	41
Figura 16. Perforación de Banco	42
Figura 17. Desabombe con Buldócer.	43
Figura 18. Cargue de Material.	44
Figura 19. Planta de Agregados	44
Figura 20. Diagrama Flujo Planta de Agregados. Fuente: Modificado de: Diagrama Nueva Planta de Agregados Cachibí.	45
Figura 21. Planta de Asfalto	46
Figura 22. Fases de la cadena productiva de la planta de agregados Cachibi.	46
Figura 23. Mapa Geología Local	49
Figura 24. Mapa de zonificación para perfiles del suelo.	57
Figura 25. Zonas de explotación.	58
Figura 26. Columna estratigráfica para la Zona 2.	59
Figura 27. Columna estratigráfica para la Zona 3.	60
Figura 28. Columna estratigráfica para la Zona 4.	62
Figura 29. Columna estratigráfica para la Zona 5	63
Figura 30. Columna estratigráfica para la Zona 6.	64
Figura 31. Columna estratigráfica para la Zona 7.	66
Figura 32. Columna estratigráfica para la Zona 8.	67
Figura 33. Código de Consulta SQL.	71
Figura 34. Edición de Capas en Geoserver.	72
Figura 35. Modelo Entidad / Relación.	73
Figura 36. Modelo Relacional SIG.	74
Figura 37. Flujo de datos a través de los modelos del SIG.	75
Figura 38. Entidad CANTERA.	75
Figura 39. Entidad BANDAS	76

Figura 40. Tabla de la entidad Mallas.	76
Figura 41. Entidades Trituradoras.	77
Figura 42. Entidad Clasificadoras.	77
Figura 43. Entidad Producto Crudo.	77
Figura 44. Entidad Producto Final.	78
Figura 45. Arquitectura del SIG Cantera Cachibi.	79
Figura 46. Caso de uso Jefe de producción.	80
Figura 47. Caso de uso Operador.	80
Figura 48. Caso de Uso Administrador.	81
Figura 49. Caso de Uso Cliente.	81
Figura 50. Página de Inicio.	82
Figura 51. Página SQL.	83
Figura 52. Consultas SQL.	83
Figura 53. Usuarios 1. Operarios.	84
Figura 54. Usuario 2. Clientes.	84
Figura 55. Usuarios 3. Jefes de Producción.	85
Figura 56. Proceso productivo – Mallas.	85
Figura 57. Proceso productivo – Mallas Resultado consulta.	86
Figura 58. Página Proceso productivo – Trituradoras.	86
Figura 59. Página Proceso productivo - Trituradoras. Resultado consulta.	87
Figura 60. Consulta Zona A Las Que Pertenecen Las Mallas De Origen Del Producto G12 Vendido Al Cliente 51 del Despacho 38.	88
Figura 61. Resultado consulta Figura 54.	88
Figura 62. Consulta Mallas De Origen Del Producto Pp2 Vendido Al Cliente 51.	89
Figura 63. Resultado consulta Figura 56.	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entidades espaciales de Cantera que componen la Base de Datos.....	48
Tabla 2. Perfil de meteorización.....	56
Tabla 3. Criterios de búsqueda del sistema predefinido.	68
Tabla 4. Criterios de búsqueda del sistema Avanzado.	68

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE UNA PLANTA DE AGREGADOS - CASO CANTERA CACHIBÍ

ALOMIA WILDEMAN ALONSO (Código 9812731)

CUERVO RUBEN (Código 9812730)

Resumen:

La construcción es la bien llamada “la locomotora de la economía nacional”, los materiales de construcción se constituyen en el potenciador de la minería de nuestro país dado que estos son la materia prima para este sector, en Colombia existen aproximadamente 3.565 títulos mineros que se dedican a la explotación de los insumos para infraestructura y vivienda. Esta operación extractiva tiene el panorama despejado, ya que son grandes los recursos que posee el país en el subsuelo para su explotación, las canteras que más aportan a la producción agregados están en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Bolívar, Caldas, Cauca, Córdoba, Santander, Norte de Santander, Guajira, Meta, Huila, Tolima y Valle del Cauca. La cantera de Agregados y Mezclas Cachibí es una empresa que se dedica a la extracción, procesamiento y comercialización de rocas ígneas tipo basaltos, los cuales se utilizan en la elaboración de mezclas de mortero, concreto rígido, asfaltos rellenos etc. En este trabajo se decidió diseñar un sistema de información geográfica para el mejoramiento de la cadena productiva de esta cantera de explotación de materia prima, donde se relacione la información espacial y alfanumérica referente a este proceso, trabajando con las principales propiedades de la cantera que son sus capas litológicas y las características de la roca. La necesidad de esta implementación se dio básicamente por la ausencia de un sistema digital de información espacial o georreferenciado que permitiera optimizar el método de explotación o sus diferentes procesos, convirtiéndolo en una herramienta efectiva para la toma de decisiones. Metodológicamente se propone Integrar a un ambiente WEB controlando por medio de una interfase toda la información del proceso productivo de la cantera contenida en las bases de datos; esta información se integró utilizando un sistema de gestión de base de datos como lo fue PostgreSQL con su extensión espacial PostGIS para el almacenamiento de los datos y manejo de las bases de datos relacionales orientadas a objetos, permitiendo este la creación del SIG; para la edición y publicación de los datos contenidos en las bases de datos y su interpretación geoespacial se utilizó el Geoserver siendo este un servidor de código abierto escrito en Java el cual admite compartir estos datos con los diferentes usuarios del sistema, donde con la evaluación de las características de la planta y las características físicas de las mallas se manejaron de una manera sistemática los datos referentes al proceso productivo de la cantera, obteniendo como resultados información y datos estadísticos de los materiales producidos por la planta, estableciendo datos volumétricos de rendimientos, tratando de una manera muy importante el seguimiento y control de explotación de los materiales

producidos para así no perder la trazabilidad del proceso extractivo para lograr identificar las zonas de explotación de interés.

Palabras clave: *Cantera, Sistema de Información Geográfica, Cadena Productiva, Agregados, Postgres, Postgis, Mapserver, Geoserver.*

1. INTRODUCCIÓN

A la explotación minera que generalmente se hace a cielo abierto se le llama cantera. En ellas se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos. Algunas rocas obtenidas y casi principales son: mármoles, granitos, calizas, pizarras y agregados para la construcción. Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto (La Cartilla Sobre La Explotación De Materiales De Construcción (Canteras Y Materiales De Arrastre – Ministerio de energía y medio ambiente).

En las canteras se llevan a cabo un conjunto de labores con la finalidad de explotar el material útil. En este caso hablamos de recuperar las rocas duras para clasificarlas y transformarlas en arena, ripio, molones, material de base y sub base, etc.

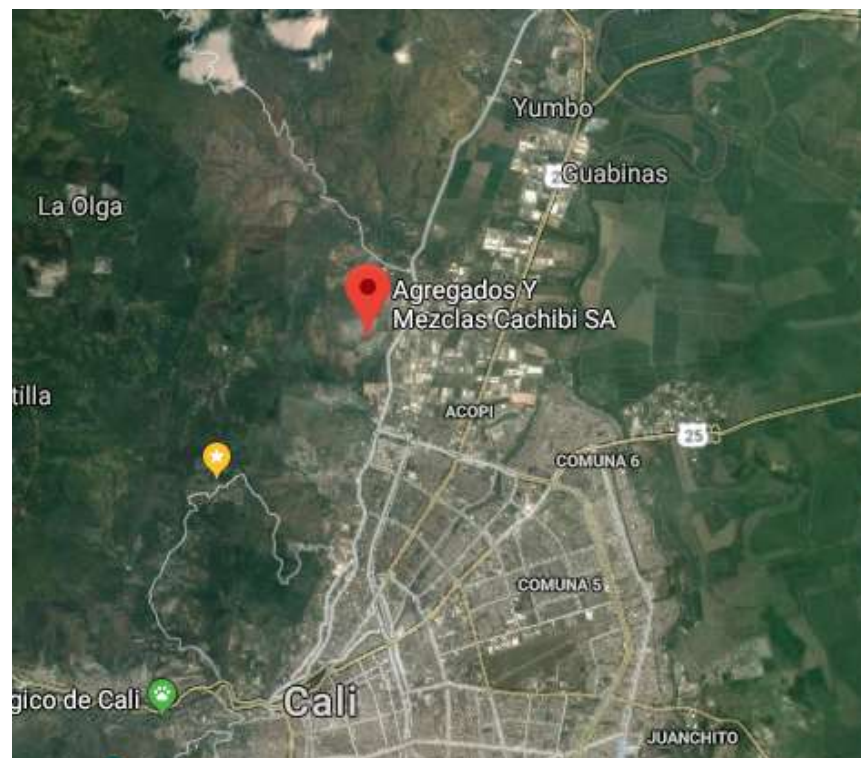


Figura 1 . Ubicación general Cantera Cachibi

En este proyecto se analizaron los procesos y mecanismos utilizados para la explotación de materiales a cielo abierto, enfocándonos en la cantera de Agregados Cachibí ubicada en el municipio de Yumbo para así desarrollar un sistema de información geográfica que permita mejorar la productividad general de todo el proceso de los productos analizando su distribución y tecnología, considerando que la explotación en esta cantera se hace en forma semi-mecanizada.

La cantera Agregados y Mezclas Cachibí es una empresa constituida en el año 1979, está ubicada en la antigua vía Cali – Yumbo y cuenta con tres títulos mineros que suman aproximadamente 100 Has. Esta empresa que se dedica a la extracción, procesamiento y comercialización de rocas ígneas tipo basaltos, los cuales se utilizan en la elaboración de mezclas de mortero, concreto rígido, asfaltos rellenos etc.

Actualmente la cantera no posee un modelo sistematizado del macizo rocoso que explota, ni posee un sistema digital de información espacial o georeferenciada que le permita optimizar el método de explotación o sus diferentes procesos para que sea una herramienta efectiva para la toma de decisiones.

El objetivo de este proyecto es desarrollar una aplicación Web que integre y relacione la información espacial y alfanumérica referente a la cadena productiva de una planta de agregados. Trabajando con las principales propiedades de la cantera que son sus capas litológicas y las características de la roca. Así como también modelar todos los procesos desde la explotación, transporte material, trituración y clasificación hasta la elaboración de su producto crudo y final. Todo, georeferenciado, llegando hasta el cliente final.

Se utilizarán herramientas de software libre, que cumplen los estándares del mercado, y que son reconocidas y muy utilizadas para esta clase de proyectos: el sistema de gestión de bases de datos relacional Postgres con su extensión espacial Postgis y Mapserver o Geoserver como plataforma para publicar datos espaciales y aplicación de mapas interactivos en la web.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La cadena de valor o cadena productiva de una empresa envuelve fases muy complejas que requieren de todos los departamentos de la empresa: gerencia, producción, ventas, ingeniería, contabilidad etc. Un sistema de información geográfica se puede enfocar en el proceso productivo (Figura 2), dejando la posibilidad de **escalar la aplicación** a todos los elementos de la cadena de valor. En las canteras se llevan a cabo un conjunto de labores con la finalidad de explotar el material útil. En este caso hablamos de recuperar las rocas duras para clasificarlas y transformarlas en arena, ripio, molones, material de base y sub base, etc. El siguiente esquema da una idea simplificada de la cadena productiva de una cantera de agregados.



Figura 2. Diagrama simplificado proceso productivo de una cantera.

Si se divide el proceso productivo en tres etapas, siguiendo un modelo lineal de producción: entrada, proceso y salida se obtiene que la etapa de entrada corresponde a alimentar el sistema con la materia prima que sería para nosotros la roca explotada proveniente de la cantera; la segunda etapa correspondería al proceso de clasificación y trituración y la tercera etapa es la salida de los diferentes tamaños de grava a través de las bandas conectadas a las clasificadoras donde por cada banda específica sale un producto crudo y una extensión de este proceso sería mezclarlos para elaborar el producto de valor agregado que son los diferentes tipos de bases, sub-bases y asfaltos.

Una descripción un poco más detallada del proceso es la siguiente:

- El macizo es explotado por medio de voladuras mediante la construcción de mallas poligonales en un área entre 100 y 500 metros cuadrados aproximadamente, sobre las cuales se marcan los puntos de perforación donde se introduce la dinamita a una profundidad establecida por la cota de banca de llegada.
- Según la localización de la malla y teniendo en cuenta las propiedades del macizo (textura, durabilidad, resistencia, etc) se necesita conocer los porcentajes de material procesado que una determinada voladura puede proveer, así como su ubicación final para poder llevar un control de calidad.
- Luego de que una voladura es hecha el material es recogido por medio de volquetas y llevado a la triturada de mandíbula (trituradora principal) ésta es la puerta de entrada al proceso de trituración y clasificación donde el producto final

son los diferentes tipos de materiales. Se necesita conocer los rendimientos de cada trituradora y cada clasificadora para así determinar la cantidad de material por tipo que sale de una voladura.

- De la trituradora 1 el material es apilado en un montón que se conoce como pila pulmón 2 y llevado por intermedio de bandas a la clasificadora 2 de la cual sale un porcentaje de material como polvillo, otro porcentaje sale a la pila pulmón 3, otro a la pila pulmón 4 y el resto va a la trituradora 2 la cual inicia un proceso de retorno del material, es decir la trituradora 2 devuelve a la pila pulmón 2 el material que no fue clasificado. De la pila pulmón 3 el material sigue a la clasificadora 3 la cual saca los productos grava $\frac{3}{8}$, arena de trituración y grava de $\frac{1}{2}$ y el material no clasificado va a la trituradora 3 para iniciar el proceso de retorno y reclasificación del material. De la pila pulmón 4 el material va a la clasificadora 4 y salen los productos grava $\frac{3}{4}$ y polvillo, el resto va a la trituradora 4 para el proceso de retorno.
- Luego de clasificado el material se obtiene el producto final para ser distribuido a los diferentes clientes, quienes tendrán también una localización espacial para poder determinar el tiempo que tarda un producto en llegar al cliente final desde su pedido. También se le pedirá que haga un estimado de la calidad del producto vendido para así conocer de qué parte de la cantera proviene el producto de mejor o peor calidad.

Basados en la información anterior es evidente que la Cantera de Cachibi necesita llevar un registro de las mallas y el volumen de los productos que se obtienen en cada voladura y la ubicación final que tienen estos productos. Esto con el fin de tener un registro de los productos de valor agregados (bases, sub-bases y asfaltos) los cuales tienen un tratamiento especial como pruebas de laboratorio y mezclas de aditivos y ciertos porcentajes de los productos crudos. Se necesita registrar también el cliente que adquiere dichos productos para que de una evaluación de la calidad por uso.

Es así que dando respuesta a estas necesidades en este proyecto se creara una base de datos, se dará ubicación espacial a los elementos geográficos disponibles para la explotación, a partir de lo cual se elaborara un diagrama de flujo para la elaboración de la herramienta SIG y establecer un diseño para la base de datos y así poder desarrollar un modelo y una metodología de procesamiento para llegar un análisis de resultados exactos y precisos.



Figura 3. Proceso de trituración y clasificación en la planta de agregados.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un ambiente web que integre y relacione la información espacial y alfanumérica referente a la cadena productiva de una planta de agregados.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer una zonificación y Preclasificación de la cantera con las principales propiedades de la roca y su litología.
- Desarrollar un sistema de información geográfica que responda a los principales requerimientos del proceso productivo de la planta.
- Crear un aplicativo que permita efectuar un grado de trazabilidad efectivo del proceso de conversión de la materia prima a producto final en las manos del cliente.

4. JUSTIFICACIÓN

La planta de agregados Cachibí no tiene un registro organizado de sus procesos desde la explotación hasta el cliente final, ni mucho menos un sistema que responda a las principales problemáticas de la empresa. Los departamentos de producción, ventas, ingeniería están pobremente conectados entre sí.

En el caso de estudio de la cantera de agregados Cachibí es muy importante la componente espacial, tanto de la cantera como de los diferentes módulos de la planta, ya que lo que se busca es poder identificar de donde viene la materia prima, por qué procesos pasa y en qué instancia del proceso está un determinado producto antes de convertirse en producto final.

La importancia que una cantera posea un sistema de información geográfica, es que permita responder las principales cuestiones de sus procesos y no tiene precedentes en nuestros días, ya que es una gran herramienta de gestión y planificación para la toma de decisiones. Además, darle la característica espacial depende si es importante o no la componente espacial.

El control de los productos minerales recurre a las verificaciones de peso y de calidad. Estos controles pueden efectuarse en diferentes etapas del ciclo de vida del producto, incluyendo el lugar de extracción o de transformación, los almacenes, las instalaciones de carga y descarga, El seguimiento del control de calidad del producto, es muy importante para el posicionamiento estratégico de una empresa y sostenimiento en el mercado. Sin embargo, cuando un producto vendido a un cliente sale de pobre calidad, la empresa, difícilmente puede determinar de qué parte de la cantera provino ese material ya que sus registros son desorganizados y no tiene una componente espacial. Esto se debe a que no existe una base de datos maestra que conecte el proceso productivo con los procesos administrativos.

Los datos iniciales y de valor más relevantes que serán utilizados como fuente primaria son los que se obtendrán a través de una revisión de la información existente en la cantera Agregados y Mezclas Cachibí. Debido a que la información necesaria ya ha sido tomada por la empresa se hará una revisión de datos geológicos, topográficos, sondeos, ensayos de materiales existentes y los registros de archivo de la información perteneciente a las mallas (voladuras). De tal manera que se puedan utilizar en la preclasificación física del macizo y en el modelamiento del mismo reduciendo tiempo y recursos en toma de datos que ya han sido revisados y aprobados por entidades oficiales para poder obtener los diferentes permisos dentro de los marcos legales.

Los datos de rendimientos de las clasificadoras, trituradoras y maquinaria necesaria para el proceso productivo serán obtenidos del Departamento de Ingeniería el cual lleva un registro, así como la información geoespacial necesaria.

5. ANTECEDENTES

La economía colombiana viene creciendo en cada uno de los sectores, sin embargo, la construcción, es uno de los que más se ha reactivado, especialmente el de vivienda, en ciudades grandes como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla. Además de las grandes obras de infraestructura vial como carreteras, viaductos, puentes, túneles y obras de geotecnia, en donde todas ellas, requieren de la utilización de grandes cantidades de materiales y agregados para su construcción. (Canteras Y Materiales De Arrastre – Ministerio de energía y medio ambiente).

En Colombia el material de construcción de cantera es explotado principalmente en las zonas de cordillera como las del Altiplano cundiboyacense, los Santanderes, los departamentos de Valle del Cauca y Nariño. En Antioquia, Huila, Caldas, Quindío, se explotan calizas, areniscas, shertz y conglomerados, en donde la extracción del mineral, constituye una fuente importante de empleo en todas las regiones y provee la materia prima al sector de la construcción. (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011). En busca de información que aterrizara y contextualizara la investigación referida al diseño de un SIG para el mejoramiento de la cadena productiva de una Cantera de Agregados, se encontró:

Trabajo de grado referido “Creación de la herramienta SIG para el seguimiento de los planes de Manejo Ambiental en explotación de Canteras de Agregados Pétreos en Cundinamarca aplicada a la Cantera “El Pencal” ubicado en el Municipio de Mosquera” (HERNÁNDEZ & BULLA, 2015), realizado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales; en esta investigación que fue desarrollada por estudiantes de ingeniería topográfica se enfoca en la normatividad colombiana en proyectos de explotación minera a cielo abierto, para lograr el objetivo de su investigación estos tesisistas en compañía de sus tutores se enfocaron en los aspectos generales de la bases de datos, los cuales se centraron en el diseño del modelo conceptual y el modelo entidad-relación, así como en los tipos de relación, los modelos lógico y físico y finalmente el sistema de gestión de bases de datos. En el trabajo del sistema de información geográfica trabajaron con las funciones frecuentes en una aplicación SIG, el subsistema de SIG, la entrada, manipulación y administración de datos, así como en las búsquedas y análisis que pudieran hacer con el SIG (Cantor & Bulla, 2015).

Una evaluación ambiental desarrollada por el Banco Mundial, 1991 (World Bank, 1991) tuvo como objetivo principal asegurar al planificador que las opciones de desarrollo sean ambientalmente adecuadas y sustentables, por tanto, toda consecuencia ambiental debe ser reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo. Para ello resulta de vital importancia que el planificador tenga en cuenta el conjunto de elementos del sistema ambiental, los cuales puedan permitirle un análisis holístico de la situación a evaluar tomando en cuenta las potencialidades y oportunidades con las que cuenta, además este tipo de evaluación identifica maneras de mejorar ambientalmente los proyectos y minimizar, atenuar, o compensar los impactos adversos, logran también alertar

pronto a los diseñadores del proyecto, las agencias ejecutoras y su personal sobre la existencia de problemas, en resumen las evaluaciones ambientales presentan las siguientes características: posibilitan tratar los problemas ambientales de manera oportuna y práctica, reducen la necesidad de imponer limitaciones al proyecto porque se puede tomar los pasos apropiados con anticipación o incorporarlos dentro del diseño del proyecto, finalmente ayudan a evitar costos y demoras en la implementación producidos por problemas ambientales no anticipados. Así mismo la evaluación ambiental permite ponderar las oportunidades de mejoramiento en la calidad y equilibrio de un sistema en función del factor antrópico que se ve afectado positiva o negativamente, pero de manera directa. Por otra parte, (Salvador, 2010) determinó que la evaluación de impacto ambiental es ante todo y como su propio nombre lo indica: una valoración de los impactos que se producen sobre el ambiente por un determinado proyecto, nunca puede ser objetiva ya que tiene siempre connotaciones subjetivas debido a que la referencia es la calidad ambiental, un concepto subjetivo. La ciencia o una visión puramente objetiva del ambiente, aunque puede proporcionar las herramientas necesarias para justificar un argumento, no sirve para realizar la valoración en sí, ya que los factores éticos se escapan del ámbito científico y por lo tanto, no pueden considerarse objetivos, aunque no por ello deban ser arbitrarios.

La metodología utilizada para crear la herramienta SIG para el seguimiento a los planes de manejo ambiental en proyectos de explotación minera a cielo abierto fue definida por variables de Seguimiento las cuales se dividieron en 4 aspectos básicos: físicos, bióticos, de gestión social y técnicos. Las anteriores variables generaron unos *Indicadores de Seguimiento* del Plan de Manejo Ambiental, y estos a su vez debieron ser *Ubicados espacialmente* evaluando su cumplimiento en dicho plan. Finalmente la *Evaluación de Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental* en Proyectos de Explotación Minera a cielo abierto se refiere a un Formato de cumplimiento del plan de manejo ambiental.

Otro aspecto principal en esta investigación se refiere al diagrama de flujo en la elaboración de la herramienta SIG que es principalmente el diseño de la base de datos, analizando a profundidad el modelo conceptual, modelo entidad relación, modelo lógico y el modelo físico con sus variables que son la elección del software, base de datos geográfica, gráfica y alfanumérica. Las características principales para este proyecto se basaron en la capacidad de manejo de datos, la facilidad por el modelamiento de datos espaciales y la capacidad de realizar análisis, sin embargo, para llevar a cabo esta aplicación se debe contar con datos confiables y de calidad para no presentar errores en la ejecución de la herramienta. Para la ejecución, de la herramienta SIG, se tomó como referencia los parámetros expresados en la Guía Minero Ambiental de Explotación establecida por los Ministerios del Medio Ambiente, de Minas y Energía (resolución 18-0861 de 2012), y el Plan de Manejo Ambiental de la cantera de Agregados Pétreos “El Pencal” ubicada en el municipio de Mosquera-Cundinamarca, en la cual se orienta hacia las políticas y estrategias a nivel nacional, departamental, municipal y regional, lo que

permite abordar la problemática ambiental de una forma eficaz logrando participar en los esfuerzos para el desarrollo ambiental sostenible de esta zona de explotación minera.

Otra referencia obligada y fundamental para el desarrollo de nuestro proyecto es **“La Cartilla Sobre La Explotación De Materiales De Construcción (Canteras Y Materiales De Arrastre)**, que se hace dentro del marco del Contrato Interadministrativo GGC N° 81 de 2013, celebrado entre el **Ministerio de Minas y Energía** y la **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - U.P.T.C.**, con el objeto de implementar un programa de formación complementaria dentro de la política de seguridad minera (RINCÓN BASTIDAS, CEDEÑO, & MARTÍNEZ, 2013). Este manual básicamente sirvió de apoyo en la información, normas y técnicas referidas a los títulos y actividades que determinamos que van a aportar información valiosa para el desarrollo metodológico de nuestra aplicación, tendremos muy en cuenta esta literatura dado que esta cartilla es el manual oficial del gobierno nacional referido a este tipo de actividades, a saber:

1. **Importancia De Los Materiales De Construcción.**

Muestra la utilización del material en diferentes campos de la construcción e industria. (Capítulo 1 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011))

2. **Etapas De La Minería**

Narra de forma clara los periodos que tiene un proyecto minero desde la consecución del título minero hasta la terminación de una explotación con el plan de cierre y abandono. (Capítulo 3 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011))

3. **Métodos Extractivos**

Hace una explicación sobre los métodos más importantes que se deben tener en cuenta al realizar una explotación a cielo abierto, bien sea para canteras o material de arrastre. (Capítulo 6 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011))

4. **Operaciones Mineras**

Muestra los pasos y procesos a seguir en toda actividad minera para el desarrollo de una explotación. (Capítulo 7 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011))

5. **Beneficio Y Transformación**

Denota la importancia de realizar un proceso de beneficio a los materiales de construcción teniendo en cuenta los equipos a utilizar para mejorar la calidad y generar un mayor valor agregado al producto. (Capítulo 8 (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2011))

Analizando lo anterior podemos decir que la información citada es necesaria para el estudio que pretendemos realizar en la cantera Agregados y Mezclas Cachibí. Dado que en nuestra investigación el interés fundamental está referido al modelamiento, construcción e integración de una base de datos espacial que permita mejorar la cadena productiva de la planta, manifestamos, que nuestro modelo no se va condicionar al aspecto ambiental, aclarando que no se va a desconocer la

importancia y la normatividad ambiental exigida en nuestro territorio para proyectos de explotación de este tipo.

Por otro lado, en el estudio realizado por (Dile, Daggupati, George, Srinivasan, & Arnold, 2016) se presenta una nueva interfaz de usuario SIG de código abierto para el modelo SWAT; El (SWAT) es un modelo de herramienta de evaluación de suelo y agua constituyéndose en una herramienta robusta de modelado de cuencas hidrográficas. Por lo general, utiliza la interfaz ArcSWAT para crear sus entradas. ArcSWAT es un software de dominio público que funciona en el entorno autorizado de ArcGIS. La interfase objeto de estudio en este artículo, es la interfaz QSWAT. El objetivo de este documento es desarrollar una interfaz de usuario de fuente abierta para el modelo SWAT el cual tiene como zona de estudio la cuenca hidrográfica llamada cuenca Gumera. La cuenca del río Gumera se encuentra en la cuenca del lago Tana, que es la fuente de la cuenca del Nilo Azul Superior en Etiopía. El modelo de herramienta de evaluación de suelo y agua (SWAT) (Arnold, y otros, 1998) (Arnold & Fohrer, SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling. , 2005) es un modelo de cuenca hidrográfica basado en la física que opera en un paso de tiempo diario. Es un producto de cuatro décadas de esfuerzos de modelado del Servicio de Investigación Agrícola del USDA, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del USDA y la Universidad de Texas A & M. Fue desarrollado para predecir el impacto de las prácticas de gestión de la tierra en el agua, los sedimentos y los rendimientos químicos agrícolas (por ejemplo, fertilizantes y pesticidas) en grandes cuencas hidrográficas complejas con suelos, usos del suelo y condiciones de gestión variables durante largos períodos de tiempo.

Como parte integral del desarrollo de este modelo (QSWAT) los autores asumen procedimientos que describimos a continuación: El *Diseño* lo ejecutaron sobre QSWAT, que está escrito en Python, es un lenguaje de programación de alto nivel, moderno y cada vez más popular (www.python.org), Python está diseñado para admitir la legibilidad del código, que es un activo útil para un proyecto de código abierto como QSWAT. QSWAT se instala como un complemento para QGIS, y la arquitectura conceptual se muestra en la figura 1. Para que QSWAT se instale y se vuelva funcional, primero se debe instalar QGIS. El diseño de QSWAT se divide en dos partes: (1) Control QSWAT, que contiene todo el código que reacciona a las entradas interactivas de los usuarios, y (2) Funciones QSWAT, que contiene código para realizar ciertas tareas, como fusionar sub cuencas o puntos de ajuste a la red de flujo. Para *Delineación de cuencas hidrográficas* el programa QSWAT usa TauDEM esta extensión proporciona un conjunto de programas para realizar diversas funciones de geoprocésamiento (Tarboton, 1997). QSWAT utiliza algunas de las capacidades de TauDEM como eliminación de pozo (depresión) usando el enfoque de inundación, cálculo de trayectorias de flujo y pendientes, cálculo de áreas contribuyentes usando métodos de dirección de flujo único y múltiple, delineación de redes de flujo usando el umbral de área contribuyente, delineación de cuencas hidrográficas y subcuencas, áreas que drenan a los segmentos de la

corriente y la asociación entre la subcuenca y los atributos del segmento de la corriente.

Posteriormente, el modelo SWAT funciona modelando áreas supuestamente homogéneas llamadas Unidades de Respuesta Hidrológica (HUR, por sus siglas en inglés). Una HUR tiene una subcuenca particular a la que pertenece y tiene una combinación particular de uso de suelo, suelo y rango de pendiente. Las HUR en QSWAT se crean utilizando capas de datos de uso del suelo y suelo y tablas de búsqueda asociadas. Cada HUR pertenecerá a una subcuenca particular, y cada celda dentro de ella tendrá el mismo uso de suelo, suelo y rango de pendiente. Para enlazarse con el *Editor SWAT*, QSWAT crea varias tablas de base de datos a partir de la delineación de cuencas y los pasos de creación de HUR. Estas bases de datos se usarán como entrada para el Editor SWAT, a partir de entonces crea archivos de texto legibles SWAT de las bases de datos. Además, ayuda a crear archivos de texto para datos meteorológicos y edita varias bases de datos. También ejecuta el modelo SWAT y lee y exporta salidas SWAT. Finalmente, el ArcSWAT actual no incluye visualizaciones de salidas, por lo cual las visualizaciones son necesarias para descubrir rápidamente cuestiones de interés en los datos que justifican una investigación y análisis posteriores. QSWAT tiene tres tipos de visualizaciones. Las dos primeras son visualizaciones estáticas y dinámicas. Están diseñados para mostrar datos distribuidos espacialmente y utilizar el lienzo del mapa y el panel de leyendas de QGIS.

Para el desarrollo de nuestro ambiente web al igual como se plantea en este estudio desarrollaremos varias herramientas para mejorar la aplicación y desarrollo para el mejoramiento de la cadena productiva de la planta de agregados Cachibí. En el entendido que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta fuerte para el control espacial en situaciones de explotación a cielo abierto vamos a integrar el modelo de la planta de producción Cachibi para recopilar, manipular, visualizar y analizar las entradas y salidas, donde tomaremos como referente el desarrollo realizado para la interfaz de código abierto para el modelo SWAT (Dile, Daggupati, George, Srinivasan, & Arnold, 2016). Para lograr hacer más accesible el control de la operatividad y la producción una planta una la interfaz GIS es una herramienta clave para impulsar la gestión del modelo de producción de una planta, tomando como ejemplo la metodología del autor trataremos de diseñar varias versiones de interfaces hasta poder lograr la mas eficiente, amigable y practica para los usuarios del sistema.

El estudio realizado por (Dellero & ElKharim, 2017) donde se analiza la explotación de materiales de construcción en la dorsal calcárea de la cordillera de Haouz en la región de Tánger-Tetuán, Marruecos, los autores proponen la utilización las capacidades de un sistema de información geográfica, teniendo en cuenta factores como la población, el medio ambiente y el uso del suelo. Este estudio se ha desarrollado en un momento en que existe una gran demanda de agregados en la región y una nueva legislación que aún está en progreso; De hecho, la Cordillera de

Haouz ha conocido una gran ola de canteras que se abre desde el año 2000 luego del lanzamiento de múltiples sitios de construcción de infraestructura en la región. La única ley implementada en esos años; el Real Decreto de 5 de mayo de 1914 relativo a la explotación de canteras no respondió a ninguno de los estándares y políticas ambientales modernos de sostenibilidad y conservación de los recursos naturales (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1997).

El objetivo de este estudio, sostienen los autores, es encontrar una forma ecológica de gestionar los recursos de la Cordillera de Haouz y determinar la explotabilidad de sus terrenos utilizando como apoyo los SIG. El área de estudio está situada en la parte este de la península de Tánger; se compone de una cadena montañosa alargada paralela a la línea costera que cubre un área de 98.5 km². Limita al norte con el estrecho de Gibraltar y al sur con el valle de Tetuán, los lados este y oeste del área de estudio se caracterizan por la presencia de colinas bajas drenadas por arroyos en pequeñas cuencas hidrográficas; la Cordillera de Haouz es una unidad tectónica compleja que está compuesta por múltiples unidades estructurales que están fragmentadas e imbricadas. Estas unidades están hechas principalmente de piedra caliza y dolomita del Triásico y principios del Jurásico, y están cortadas por múltiples fallas de transformación.

Regido por el principio de que la explotación no debe causar ningún daño o inconveniente a la población circundante, construcciones públicas o áreas protegidas y que al mismo tiempo debe causar mínimas perturbaciones en el medio ambiente, el desarrollo de este estudio propone a partir del cumplimiento de la condición, la garantía de la existencia de un recurso accesible, abundante y rentable con la ayuda de un software SIG la explotación de la cantera. La metodología procedió de la siguiente manera: como primera medida elaboraron un mapa de las formaciones explotables en el área de estudio. Las canteras agregadas en el área de la cordillera de Haouz ocupan esencialmente formaciones carbonatadas como las dolomías grises del Triásico, las alteraciones dolomíticas calcáreas del Rhaetien, la caliza blanca masiva del Liasic y, en menor medida, la piedra caliza de sílex del Pliensbachian. A partir de esta información, los investigadores pudieron determinar los depósitos explotables, que cubren más del 70% del área total de la Cordillera de Haouz. El mapeo de estas superficies explotables servirá como la primera capa en la base de datos y como límites generales del área de estudio.

Seguidamente, determinaron los factores de uso de la tierra ya que las restricciones de extracción en la región son diversas y pueden variar en tamaño e intensidad. Para el propósito de este estudio, se lograron clasificaciones en cuatro grupos generales. Teniendo en cuenta que el objetivo del proyecto era armonizar las entidades vivientes de la zona de estudio, la caracterización de la Población fue uno de los principales factores que podrían influir en la ubicación de una nueva cantera es su proximidad a la población circundante. Para este estudio, y debido a la naturaleza dispersa de la población en el área, los autores decidieron usar la herramienta "densidad de grano" o buffers, con un radio de 500 m, para clasificar las casas y las construcciones generales que constituyen las áreas pobladas. Para

los buffers se tuvieron en cuenta Áreas urbanas y suburbanas y aglomeraciones rurales con alta densidad que sobrepasa 25 construcciones por km², las Zonas rurales con una densidad moderada que varía de 11 a 25 construcciones por km² y las Zonas rurales con una baja densidad que varía de 1 a 10 construcciones por km².

Como resultado encontraron que con ayuda del SIG y los modelos implementados pueden determinar la intensidad y los factores de las restricciones de las canteras pueden diferir a lo largo de las montañas de Haouz; hacia el sur, la mayor densidad de población es lo que limita gravemente la explotación. Al mismo tiempo, el establecimiento de la reserva biológica dificulta la explotación de los depósitos de carbonatos masivos del grupo Jbel Moussa en la parte norte de las montañas Haouz. Si bien la naturaleza de estrechamiento del rango y la concentración de múltiples factores como el parque eólico Tlat Taghramt, la carretera nacional y la población están agregando más restricciones a la explotación en la parte media del área, lo que explica por qué solo el 14% del área total de toda la rabia de Haouz se considera explotable con un impacto mínimo.

En los últimos años, los SIG se han convertido en una herramienta muy común utilizada para la evaluación de impacto estratégico y la gestión de recursos naturales, debido a su capacidad para analizar datos espaciales multicapa complejos (Berry & Pistocchi, 2003), partiendo de esta idea por lo anterior expuesto en la investigación realizada por (Dellero & ElKharim, 2017) determinamos que el desarrollo de un ambiente web que integre y relacione la información espacial y alfanumérica refiriéndose a la producción de una planta de agregados es una herramienta idónea, eficaz y sobre todo funcional para el desarrollo de nuestra investigación.

6. MARCO TEÓRICO

Sistema de Información Geográfica

SIG o GIS, en su acrónimo inglés [Geographic Information System]. Es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

La construcción de un sistema de información geográfica implica un proceso de abstracción de la realidad a una representación matemática entendible por las computadoras. Este proceso tiene varias fases y suele empezar por el análisis de requerimientos de la empresa y el diseño inicial de la base de datos que va a dar soporte a la aplicación.

Para el desarrollo de nuestra aplicación analizaremos y expondremos varias teorías y enfoques teóricos que consideramos válidos para la contextualización de nuestra investigación a saber:

6.1 Modelo de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.

Para el caso de estudio utilizaremos el modelo estructurado de diseño de sistemas de información de James Senn (Senn, 2010, 2da Ed.) Cuyas fases podemos ver en el diagrama de la Figura 4.

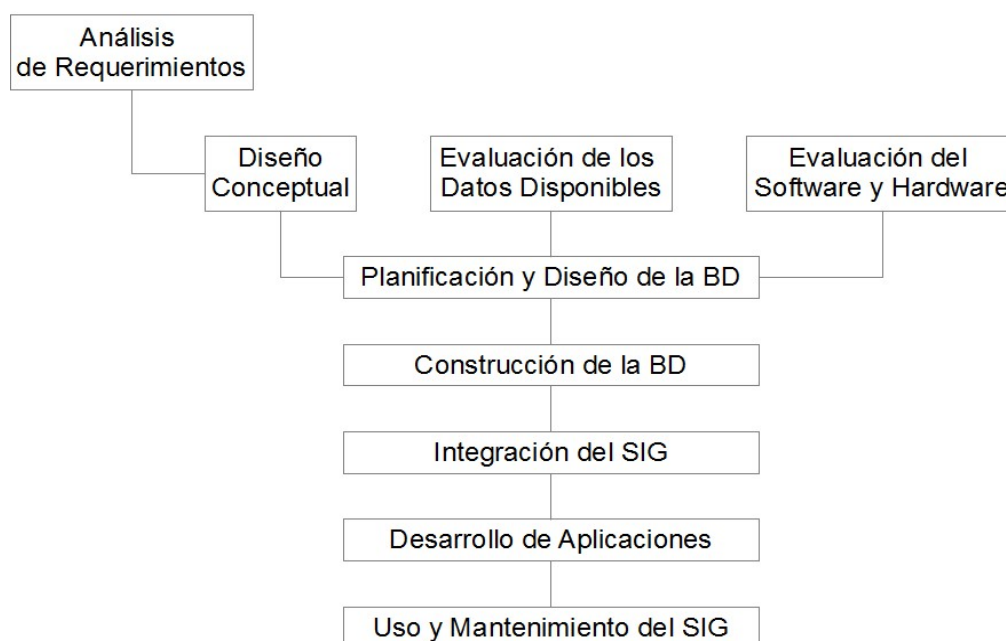


Figura 4. Sistemas de información de James Senn (Fuente: (Senn, 2010, 2da Ed.)).

6.2 Bases de datos relacionales

Siguiendo las etapas del desarrollo de SIG de James Senn, para la planificación y diseño de la base de datos se utilizó el modelo conceptual una vez ya ajustados los requerimientos del sistema (Senn, 2010, 2da Ed.). El esquema de modelo entidad relacional (MER) y para el modelo lógico el modelo relacional (MR).

El modelo relacional para el modelado y la gestión de bases de datos, es un tipo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos. Tras ser postuladas sus bases por Edgar F. Codd (Codd, 1970) de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de relaciones. Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados tuplas. Pese a que esta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar, pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta

por registros (cada fila de la tabla sería un registro o "tupla") y columnas (también llamadas "campos").

Es el modelo más utilizado en la actualidad para simular problemas reales y administrar datos dinámicamente.

Características:

- Una base de datos se compone de varias tablas o relaciones.
- No pueden existir dos tablas con el mismo nombre ni registro.
- Cada tabla es a su vez un conjunto de campos (columnas) y registros (filas).
- La relación entre una tabla padre y un hijo se lleva a cabo por medio de las claves primarias y claves foráneas (o ajenas).
- Las claves primarias son la clave principal de un registro dentro de una tabla y estas deben cumplir con la integridad de datos.
- Las claves ajenas se colocan en la tabla hija, contienen el mismo valor que la clave primaria del registro padre; por medio de estas se hacen las formas relacionales.

6.3 Modelo entidad-relación ER

El modelo entidad-relación ER es un modelo de datos que permite representar cualquier abstracción, percepción y conocimiento en un sistema de información formado por un conjunto de objetos denominados entidades y relaciones, incorporando una representación visual conocida como diagrama entidad-relación.

6.4 PostgreSQL y PostGIS

PostgreSQL es un Sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia PostgreSQL, similar a la BSD o la MIT.

Como muchos otros proyectos de código abierto, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una empresa o persona, sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores que trabajan de forma desinteresada, altruista, libre o apoyada por organizaciones comerciales. Dicha comunidad es denominada el PGDG (PostgreSQL Global Development Group).

Las ventajas principales de PostgreSQL son: Seguridad en términos generales y la Integridad en BD, donde las restricciones en el dominio, integridad referencial, afirmaciones (Assertions), disparadores (Triggers), autorizaciones, conexión a DBMS, transacciones y respaldos son el fuerte de las BD (EcuRed, 2015).

PostGIS es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica. Se publica bajo la Licencia Pública General de GNU. Postgis ha sido desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en productos "Open Source" entre los que habría que citar a Udig. PostGIS es hoy en día un producto veterano que ha demostrado versión a versión su eficiencia. En relación con otros productos, PostGIS ha demostrado ser muy superior a la extensión geográfica de la nueva

versión de MySQL, y a juicio de muchos, es muy similar a la versión geográfica de la base de datos Oracle (EcuRed, 2015). Un aspecto que debemos tener en cuenta es que PostGIS ha sido certificado en 2006 por el Open Geospatial Consortium (OGC) lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas también interoperables. PostGIS almacena la información geográfica en una columna del tipo GEOMETRY, que es diferente del homónimo "GEOMETRY" utilizado por PostgreSQL, donde se pueden almacenar la geometría en formato WKB (Well-Known Binary), aunque hasta la versión 1.0 se utilizaba la forma WKT (Well-Known Text) (The PostgreSQL Global Development Group, s.f.).

6.5 Servidor de Mapas

MapServer es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red mediante la tecnología Internet Map Server (IMS). MapServer no es un SIG completo, pero tampoco aspira a serlo.

Características: Se ejecuta bajo plataformas Linux/Apache y Windows (MS4W)

- Formatos vectoriales soportados: ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, GML y otros muchos vía OGR.
- Formatos raster soportados: JPG, PNG, GIF, TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros vía GDAL.
- Fuentes TrueType
- Configuración "al vuelo" vía parámetros GET pasados por URL
- MapScript proporciona una API para poder acceder a las funcionalidades de MapServer mediante lenguajes de programación como PHP, Java, Perl, Python, Ruby o C#.
- Soporte de estándares interoperables y conformes con Open Geospatial Consortium, como WMS, SLD, WFS, WCS y SOS.

GeoServer un servidor de código abierto escrito en Java - permite a los usuarios compartir y editar datos geospaciales. Diseñado para la interoperabilidad, publica datos de las principales fuentes de datos espaciales usando estándares abiertos. GeoServer ha evolucionado hasta llegar a ser un método sencillo de conectar información existente a globos virtuales tales como Google Earth y NASA World Wind (véase, así como mapas basados en web como OpenLayers, Google Maps y Bing Maps). GeoServer sirve de implementación de referencia del estándar Open Geospatial Consortium Web Feature Service, y también implementa las especificaciones de Web Map Service y Web Coverage Service.

7. METODOLOGIA

Con el fin de lograr el objetivo general establecido en este proyecto se implementó la metodología mostrada en la Figura 5:



Figura 5. Metodología implementada.

A continuación, se describen los procedimientos que se llevarán a cabo:

7.1 Análisis de requerimientos

En esta etapa se define cual es la información que se desea organizar y estructurar por parte de la empresa, así como cuáles son las principales consultas que debe responder. En esta fase se hace conjuntamente con el diseño conceptual, la evaluación de los datos disponibles y la evaluación del hardware y software a utilizar.

7.2 Obtención Datos Cantera.

7.2.1 Características De La Planta (Captura De Los Datos)

Referente a los procesos de trituración, clasificación y elaboración de productos crudos y de valor agregado, así como su modelo de distribución.

Estos datos son las velocidades y capacidad de cada clasificador, trituradora, banda para poder evaluar rendimientos y desempeños de estos equipos. En el caso de las clasificadoras también la información de los diferentes productos que cada entidad clasifica.

7.2.2 Características Físicas Georreferenciadas.

Con la información de los diferentes estudios (geotécnicos, sondeos, etc) hechos al macizo de explotación se creará un modelo en base de datos de la cantera que permita zonificarla de acuerdo con el tipo de material. Esta será la información más importante del sistema ya que nos proporciona la ubicación exacta de un tipo de material al cual podremos hacerle un seguimiento espacial y definir en qué tipo de producto final se va a convertir esta materia prima.

7.3 Diseño del SIG

Para tener un correcto desarrollo en el modelo del SIG nos acogeremos a la metodología referida al modelo clásico del ciclo de vida de un SIG el cual nos aterriza y nos normaliza el enfoque sistémico de nuestra aplicación (Figura 6). El Ciclo de Vida de los SIG es similar al de un Sistema de Información, pero en los SIG, además, hay que considerar las especiales características de los datos geográficos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización. Para el óptimo desarrollo de un Sistema de Información Geográfica se deben seguir las siguientes fases:

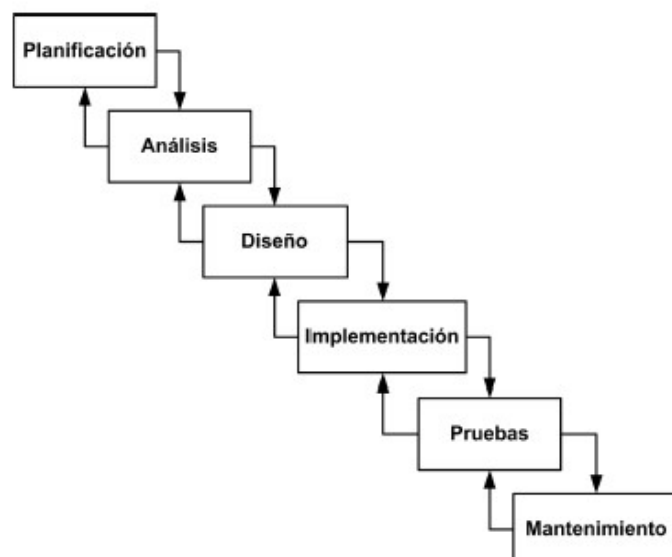


Figura 6. Ciclo de vida de un SIG Modelo Cascada

7.3.1 Planificación

La función de la planeación “pretende señalar y establecer prioridades sobre aquellas tecnologías y aplicaciones que producirán un máximo beneficio para la organización” (Whitten, Bentley, & Barlow, 1996). El objetivo de esta fase consiste en la elaborar junto con el equipo humano de la organización donde se va a implementar el sistema, los objetivos generales, específicos y los esquemas generales de la manera más clara y precisa (IGAC. Notas de Clase Curso de Fundamentos en SIG 2004). En esta fase se debe responder a preguntas como:

- ¿Cuáles son los objetivos que deberá cumplir en SIG?
- ¿Cuáles son las necesidades de la organización que deben resolverse?

Se debe realizar un levantamiento completo de requerimientos teniendo en cuenta el Flujo de la Información con que se trabaja en la organización o las áreas que se desea sistematizar mediante un SIG. Se debe documentar el proceso mediante Diagrama de Flujo de Datos.

- ¿Quiénes son los usuarios del sistema y sus necesidades?

Se debe identificar los usuarios internos y potenciales de la información institucional, empresarial o del proyecto; que gestionará el sistema.

- ¿Cuál es la información y los datos que usan y generan en la organización para desarrollar sus funciones?
- ¿Qué sistemas se encuentran en funcionamiento en la organización?
- ¿Cuáles son los productos esperados del sistema?

Se debe conocer cuáles son los productos esperados del sistema dependiendo del tipo de usuario. Se deben establecer prioridades respecto a los productos.

- ¿Cuáles es el alcance del sistema?

Se debe identificar si el alcance es local, regional, nacional o global. El nivel define la escala o resolución de los datos necesarios para alimentar el sistema.

7.3.2 Análisis

Este es el primer paso en el sistema clásico. Su propósito es “el estudio del sistema actual de la empresa y de información y la definición de las necesidades y prioridades de los usuarios para la construcción de un nuevo sistema de información” (Whitten, Bentley, & Barlow, 1996). También se conoce como análisis de necesidades y análisis lógico. Incluye las siguientes fases:

- Análisis de la Viabilidad del Proyecto
- Análisis de los sistemas existentes
- Definir necesidades de usuarios y establecer

7.3.3 Diseño

“Evalúa las soluciones alternativas y especifica una solución detallada de tipo informático” según (Whitten, Bentley, & Barlow, 1996), cuyas Fases del Diseño son:

- Elección de una solución de diseño entre las soluciones candidatas. Estas soluciones se evalúan con los siguientes criterios: Viabilidad técnica, operativa, económica, en tiempo.
- Evaluación del hardware y software requeridos
- Diseño e Integración del nuevo sistema.

Diseño General

El método comúnmente utilizado es la modelización (acto de elaborar una o más representaciones gráficas del sistema). Los modelos de diseño general describen: La estructura de los archivos y las bases de datos (diagrama de estructuras de datos) Los métodos y procedimientos de proceso (diagrama de flujo) La estructura de la red informática (diagrama de flujo).

Diseño Detallado

Se divide en: Diseño Externo. (Conjunto de especificaciones de la interfaz del sistema con sus usuarios incluyen entradas, consultas, salidas, diseño de ventanas y transición entre ventanas. Diseño Interno. Especificaciones de aplicación del sistema, los archivos, diseño de la base de datos. “En esta etapa es necesario elaborar un modelo de datos que estructure el SIG, definir la verificación y control de calidad de los datos, seleccionar las capas de información por áreas de trabajo, estructurar la base de datos espacial y temática y concretar todos los procesos que soportará el SIG. Igualmente en ésta etapa se definen los programas y equipos para el SIG, de tal manera que satisfagan los requerimientos para producción de mapas, datos tabulares y procesamiento digital de imágenes”.

7.3.4 Implementación

“Es la construcción del nuevo sistema y el paso de dicho sistema a “producción” (funcionamiento diario)” (Whitten, Bentley, & Barlow, 1996). Se le conoce también como desarrollo pero se confunde con el ciclo de vida completo del sistema de información.

Fases de Implantación:

- Probar las redes y las bases de datos
- Construcción y prueba de las aplicaciones
- Instalación y prueba del nuevo sistema
- Entrega del sistema para puesta en funcionamiento

7.3.5 Pruebas

A través de esta fase se conoce en realidad los resultados del sistema. Los criterios de evaluación son la precisión, la calidad y los productos esperados. Las pruebas son un proceso cíclico que debe dar como resultado el cumplimiento de los objetivos propuestos.

7.3.6 Mantenimiento

Es el soporte “continuado de un sistema después de que se ha puesto en funcionamiento. Incluye el mantenimiento de aplicaciones y mejoras al sistema”. (Whitten; Benthley y Barlow, 1996). Esta fase incluye actividades como (Whitten; Benthley y Barlow, 1996):

- Corrección de Errores
- Recuperación de datos por fallas del sistema
- Adaptación del sistema a nuevas necesidades

7.3.7 Integración del SIG

En esta fase se hace la carga de datos a la base tanto la información espacial como los datos alfanuméricos, dichos datos deben ser convertidos al modelo de datos escogidos, por ejemplo los datos espaciales en formato CAD o SHAPE serán convertidos al formato SQL, para trabajar en PostGIS así como también la información alfanumérica en formato EXCEL o archivos de texto plano serán convertidos al formato DBF para trabajar en Postgres. Para esta tarea se usa programas adecuados para tal fin como lo son los cargadores y convertidores que trae el software Postgis.

7.3.8 Determinación de los Metadatos

Con los metadatos se descubrirán los datos espaciales con la ayuda de otros datos, dada la necesidad de ayudar a los usuarios de nuestra aplicación de entender mejor los datos, el significado que estos tienen y la información que guardan nos impera la idea de tener datos acerca de los datos, es por esto que se implementará el concepto de Metadatos, que obligadamente nos Garantizaran el uso correcto de los datos, Beneficiándonos de una manera importante en asegurarnos que los datos espaciales sean empleados de forma adecuada. Los datos espaciales, como muchos otros datos, son creados habitualmente para un determinado objetivo, y este objetivo no ha de ser necesariamente evidente o contenerse como tal en los datos mismos.

Para nuestro proyecto trataremos de forma especial metadatos que son tan variados en sus características como los propios datos a los que acompañan, le daremos relevancia a algunas de las características que resultan de nuestro interés para tratar, estas características responderán a su vez a interrogantes de interés general, las cuales son:

- Contenido de los metadatos. ¿Qué información contienen?
- Granularidad de los metadatos. ¿A qué elementos particulares hace referencia esa información?
- Forma de almacenamiento de los metadatos. ¿Cómo se guardan?

7.4 Desarrollo e implementación de aplicación SIG

En esta etapa se desarrolla el sistema de consultas y análisis en lenguaje SQL, la interface gráfica de usuario y la conexión e inter operabilidad de la aplicación con la base de datos.

Requerimientos para la implementación del Sistema

Para el correcto funcionamiento del sistema son necesarios unos requerimientos en cuanto al software y hardware como:

Sistema Operativo:

1. Windows 10

Para la implementación del sistema a desarrollar se dispone del sistema operativo Windows 10 que permite aplicar diversos elementos característicos, tales como los administradores de programas y de archivos, que garantice la fácil instalación de diversos paquetes de software que proporcionen el funcionamiento y rendimiento del sistema.

Entornos de programación:

1. Visual Studio Code

Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y MacOS. Incluye soporte para la depuración, control integrado de Git resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. También es personalizable, por lo que los usuarios pueden cambiar el tema del editor, los atajos de teclado y las preferencias. Es gratuito y de código abierto.

2. Entorno de Modulación: Adobe XD

Es una aplicación de software de diseño de experiencia de usuario desarrollada y publicada por Adobe Systems. Es compatible con el diseño vectorial y el wireframing, y la creación de prototipos de clics interactivos simples.

3. Control de versiones: Git

Es un software de control de versiones diseñado por Linus Torvalds, pensando en la eficiencia y la confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando éstas tienen un gran número de archivos de código fuente. Su propósito es llevar registro de los cambios en archivos de computadora y coordinar el trabajo que varias personas realizan sobre archivos compartidos.

4. GitHub

Es una plataforma de desarrollo colaborativo para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. Se utiliza principalmente para la creación de código fuente de programas de computadora

Software para almacenamiento de Información:

1. PostgreSQL

La información alfanumérica y geográfica es almacenada en una base de datos que es manipulada en un servidor de objeto relacional libre llamado "PostgreSQL", este servidor es dirigido por una comunidad de

desarrolladores y organizaciones comerciales la cuales trabajan en su desarrollo

2. PostGIS

Es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica.

Software para tratamiento de Información espacial y/o alfanumérica:

1. Geoserver

GeoServer es un Servidor Web que permite servir mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones Web, ya sean clientes Web ligeros, o programas GIS desktop. Esto significa que puedes almacenar datos espaciales en casi cualquier formato que desees, y tus usuarios no tienen que saber nada sobre datos GIS. En el nivel más simple, lo que único que necesitan es un Web Browser para ver exactamente tus mapas como tu quieras.

Tecnologías para la construcción de la interfaz Gráfica:

1. HTML (HyperText Markup Language - en español Lenguaje de marcas de hipertexto)

Hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros.

2. CSS (hojas de estilo en cascada)

Es el lenguaje utilizado para describir la presentación de documentos HTML o XML, esto incluye varios lenguajes basados en XML como son XHTML o SVG. CSS describe como debe ser renderizado el elemento estructurado en pantalla, en papel, hablado o en otros medios.

3. Javascript

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas

4. React

Es una librería Javascript de código abierto para crear interfaces de usuario con el objetivo de animar al desarrollo de aplicaciones en una sola página. Es mantenido por Facebook, Instagram y una comunidad de desarrolladores independientes y compañías

5. Redux

Es una librería de código abierto de JavaScript para administrar el estado de la aplicación. Se utiliza con mayor frecuencia con bibliotecas como React o Angular para crear interfaces de usuario.

6. Boundless SDK

Es un kit de desarrollo de software que proporciona herramientas para aplicaciones de mapeo web basadas en JavaScript, mediante la incorporación de la estabilidad de React, OpenLayers y Redux. Hace uso del marco JavaScript React para proporcionar componentes modulares, que se pueden usar para crear aplicaciones completas de mapeo web.

Integración En El Ambiente Web

Esta etapa desarrolla toda la programación que requiere la aplicación dentro del el modelo Cliente-Servidor-Base De Datos ya que son los tres elementos que deben interactuar en una aplicación WEB destinada a un SIG (Figura 7).

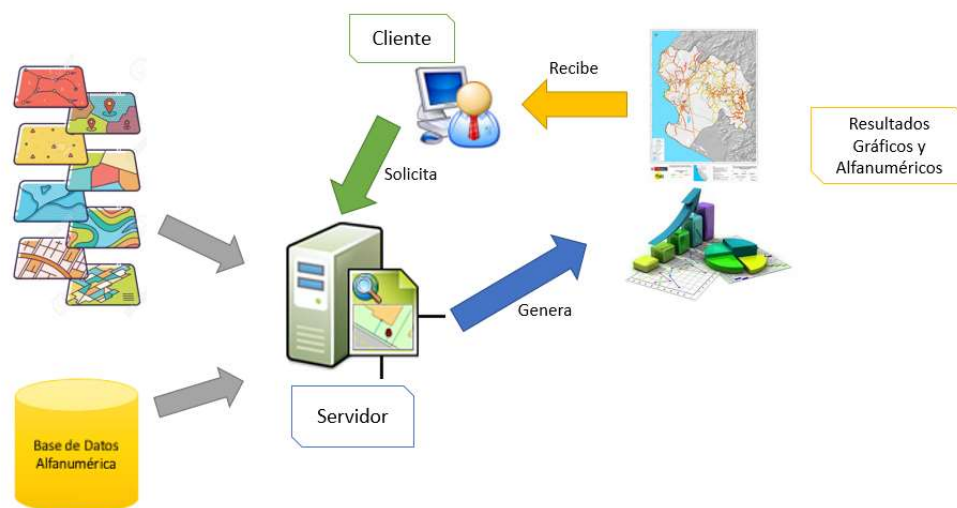


Figura 7. Modelo Cliente-Servidor.

7.5 Uso y mantenimiento del SIG

La fase de Mantenimiento se centra en los cambios que están asociados a la corrección de errores a medida que va evolucionando el software y a cambios debido a las mejoras producidas por los requisitos cambiantes del cliente.

En esta etapa se desarrolla el manual de usuario y el adiestramiento al personal de la empresa destinado a manejar la aplicación.

8. DESARROLLO METODOLOGICO

8.1 Ubicación zona estudio

Estratégicamente ubicada en el Km 4 de la antigua Vía Cali-Yumbo (Figura 8), cumpliendo con la normatividad minero-ambiental exigida, garantizando a los posibles clientes una disponibilidad permanente de producto.

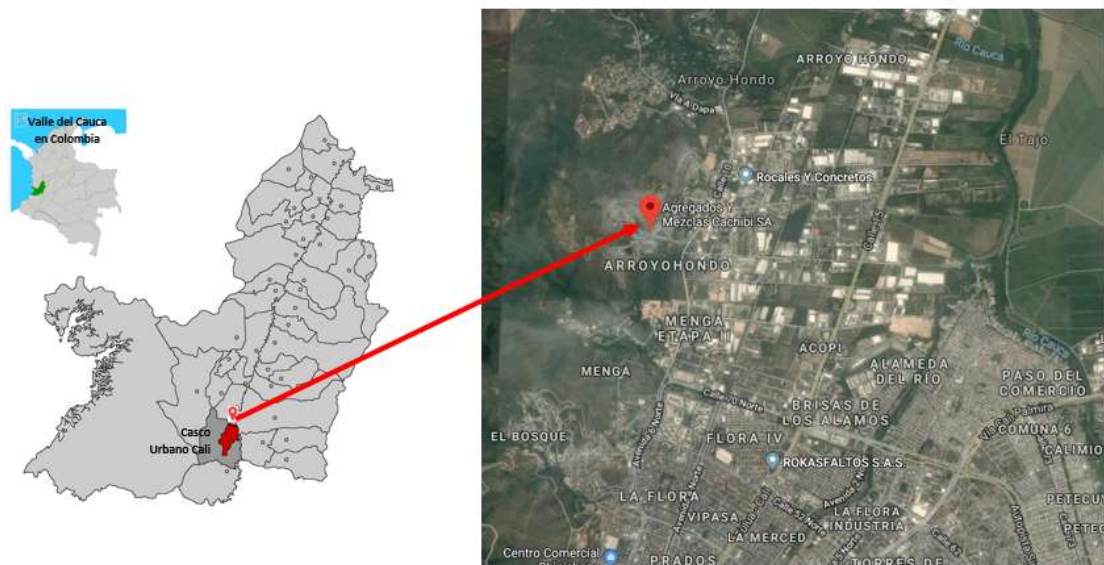


Figura 8. Ubicación Planta Cachibi. Fuente: Imagen tomada de Google Earth.

Esta planta actualmente cuenta con una moderna infraestructura que le ofrece una alta capacidad de producción, permitiendo una respuesta inmediata a sus requerimientos, disminuyendo los tiempos de entrega a los proyectos de sus posibles clientes. La Cantera de Agregados y Mezclas Cachibi cuenta con modernos equipos para ofrecer un servicio integral los cuales van desde Planta de Trituración, Planta de producción de mezclas asfálticas, Pavimentadoras, Compactadores vibratorios, Compactadores de llantas, Carros imprimadores hasta Flota de vehículos (Figura 9). Ofreciendo una gran capacidad de producción de agregados, bases y sub bases para la construcción, que garantiza una disponibilidad permanente de producto.

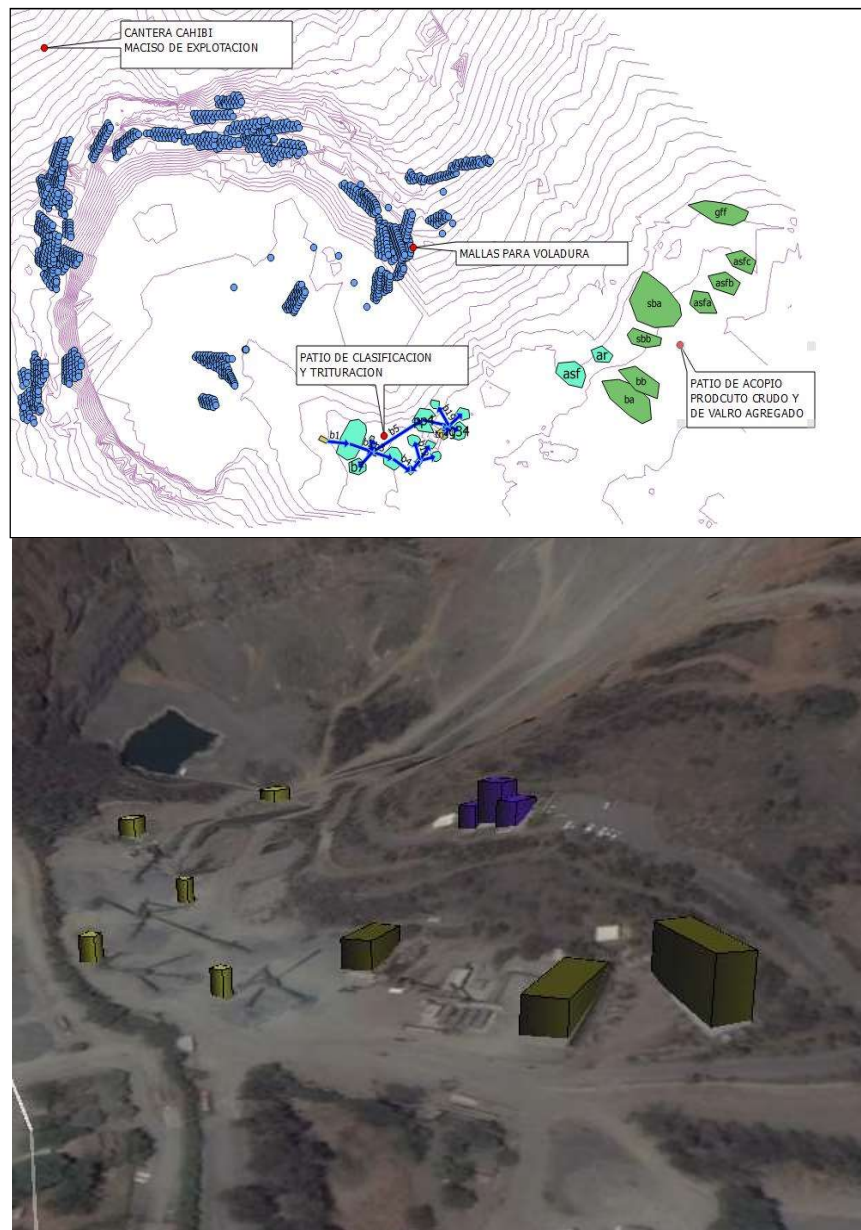


Figura 9. Distribución espacial real de procesos cantera Cachibí. Fuente: Imagen tomada de Google Earth.

8.2 Situación Actual Planta Cachibi

Como parte integral del diseño y planeamiento minero se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales, con el fin de obtener un panorama sobre la explotación y el beneficio del depósito, la infraestructura existente, riesgos operativos, y necesidades del titular. Dicho diagnóstico fue el resultado del trabajo de campo,

donde se realizó un recorrido en el área de concesión y se obtuvo documentación de interés facilitada por Agregados y Mezclas Cachibí S.A.

Infraestructura existente

El Proyecto de estudio cuenta con la siguiente infraestructura, toda en buen estado (Figura 8):

- Tres zonas en explotación.
- Plaza de cargue
- Tres frentes Inactivos
- Oficinas
- Taller
- Bascula
- Planta de agregados
- Planta de asfalto
- Patio de acopio
- Almacén - Laboratorio
- Polvorín
- Vías internas y de acceso
- Tres Lagunas para la captación de agua

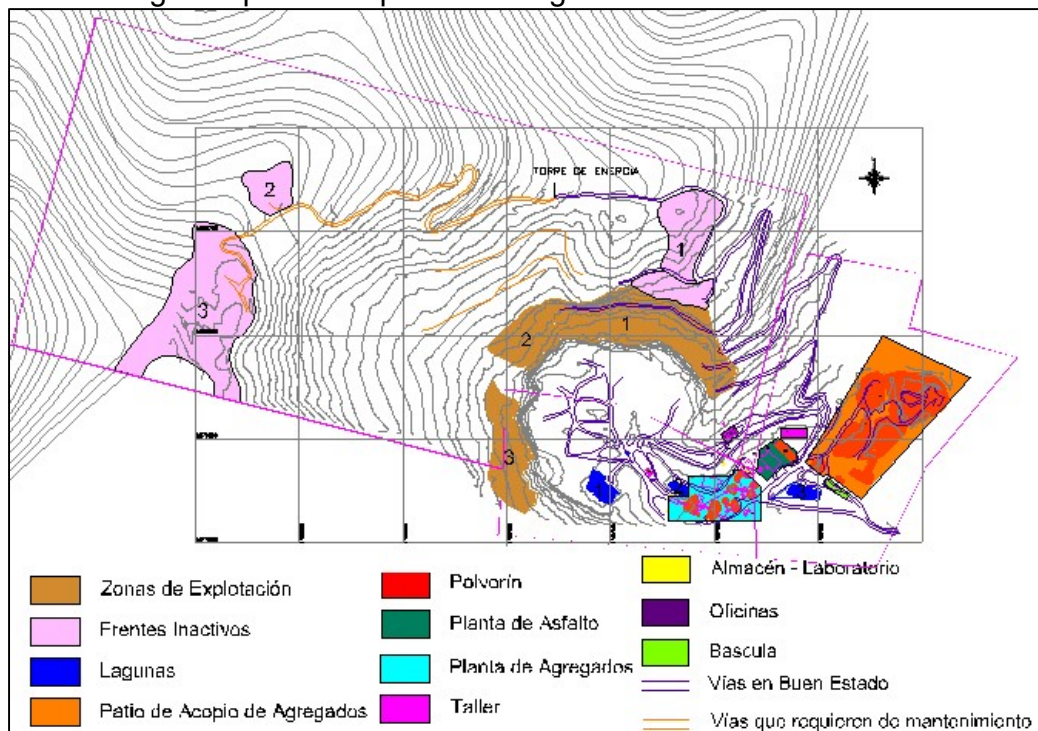


Figura 10. Situación Actual de la zona de estudio

Método de explotación actual

El método de explotación es Minera a cielo abierto tipo cantera. En la figura 11 se aprecia el proceso de extracción de material útil y los volúmenes de producción.



Figura 11. Proceso de extracción de material útil.

Geometría

Se encuentran en explotación tres zonas: Zona 1, Zona 2 y Zona 3 (Frente sur de explotación – Figura 12). Actualmente no todos los bancos cumplen con las especificaciones, cada zona presenta configuraciones de banco diferentes.



Figura 12. Zonas de explotación.

- **Zona 1**

Presenta un banco de 60 m de altura con una berma superior de 40 m y dos bancos de 12 m. con berma de 4 a 6 m. El ángulo de trabajo para todos los bancos es de 80° con una pared Final de 40 m (Figura 13).



Figura 13. Zona 1 de explotación

- **Zona 2**

Se lleva a cabo la extracción de Tierra, Roca Muerta y Roca Fresca. Sin geometría de banco definida (Figura 14).



Figura 14. Zona 2 de explotación.

- **Zona 3**

Frente de Explotación Sur. Cuenta con un banco de 60 m de altura con una berma superior de 20 m, bancos con Altura de 8 m y berma de 6, 12 y 20 m. Angulo de Banco 80° (Figura 15).

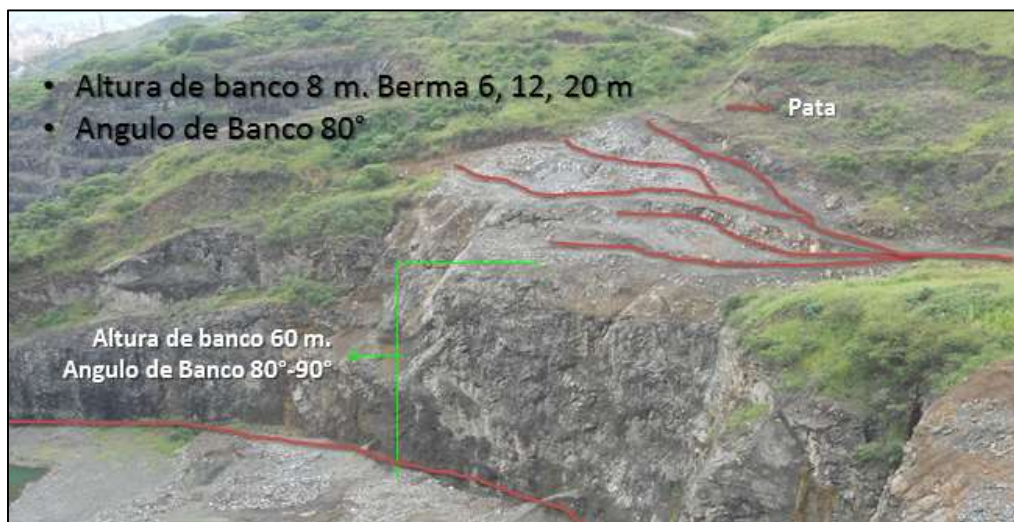


Figura 15. Zona 3 de explotación

❖ **Preparación:** Son todas las actividades que permiten exponer y acceder al yacimiento, mediante la remoción de la capa vegetal y estéril, la generación de vías de acceso y adecuación de obras ambientales.

La remoción de la capa vegetal se realiza por medio de la retroexcavadora, eventualmente se emplea el Buldócer; no se dispone ni almacena, se contrata para que lo dispongan fuera de la mina.

En cuanto al material estéril y Roca Muerta se extrae con arranque mecánico (retroexcavadora o buldócer) a una tasa de 3.000 m³/mes. El estéril ha sido aprovechado y explotado, actualmente está suspendida.

Arranque: El arranque del material consiste en la fragmentación del macizo por la acción de explosivos. La primera actividad del arranque es la perforación que consiste en el marcado de los barrenos y su perforación (Figura 16), luego se efectúa el cargue (ANFO y/o INDUGEL) y conexión de las perforaciones para su ejecución con mecha. Terminada la voladura se procede con el desabombe. Con ese método de arranque se produce 12-15.000 m³/mes.



Figura 16. Perforación de Banco

❖ **Perforación y Voladura:** La perforación, el cargue y la ejecución de la voladura es llevado por un contratista Proinval S.A.S, y cumple con las siguientes especificaciones:

- Malla de perforación Burden: 2.6 mEspaciamiento: 3.1 m
- Profundidad de la Perforación 12 m
- Angulo de inclinación del Barreno 80 °
- Retacado: 1.7 mEl retacado se hace con grava de 3/8"
- Numero de Filas: 4 (Preferiblemente 3)
- Numero de Barrenos por voladura : 48
- Diámetro del Barreno: 3"
- Factor de carga peso: 0.16 Kg/ton
- Factor de carga volumen: 0.42 m³/ton
- Explosivos: ANFO e INDUGEL

Los explosivos utilizados son ANFO e INDUGEL, con algunos accesorios como Exel, Nonel, Conectores con retardo, cordón detonante, mecha de seguridad,

Pentofex. Se cuenta con un polvorín para el almacenamiento. Se cuenta con geófono para la evaluación del impacto de las vibraciones causadas por la voladura. Para el mejoramiento del control de taludes, Agregados y Canteras Cachibí implementa filas de precorte (filas buffer o amortiguadas) para disminuir el sobrequebre causado en la última fila. Las dimensiones (Burden, espaciamiento, diámetro, entre otros) de las filas buffer son iguales a las filas de producción convencionales, la variación está en la reducción de la carga explosiva. En el precorte los barrenos deben tener máximo una carga (carga recomendada por unidad de tiempo) de 10,2 kg/barreno.

- ❖ *Desabombe y empuje de material:* Las labores de desabombe son realizadas por el buldócer quien además empuja el material banco a banco para su disposición en la plaza de cargue (pata del talud). Eventualmente estas labores las ejecuta la retroexcavadora (Figura 17).

El buldócer lleva el material volado desde la berma de 40 m al talud de 60 m. La ejecución de esta labor genera una práctica insegura que pone en riesgo la vida del trabajador y la disponibilidad de la maquinaria.



Figura 17. Desabombe con Buldócer.

- ❖ *Cargue y transporte:* Luego de que el material es empujado hasta la plaza final, una retroexcavadora lo carga en las volquetas para ser llevado a la planta de agregados (Figura 18).

Tiempos de ciclo:

- Ciclo de cargue: 4'20"
- Transporte: 7' (Salir, Cargar y volver)
- Descarga: 2'30"



Figura 18. Cargue de Material.

Productos

Agregados y Mezclas Cachibí S.A. cuenta con una planta de Agregados y una de Asfalto.

Planta de Agregados.

El beneficio mineral consiste en la transformación física del mineral (reducción de tamaño) y clasificación. Esta agrupada en cuatro sectores 1, 2, 3 y 4 (Figura 19), divididos según el tamaño del producto final. La planta de agregados es operada por un contratista Proinval S.A.S



Figura 19. Planta de Agregados

Productos:

- Grava 3/4" 70 TPH \$35900 m3/ton
- Grava 1/2" 70 TPH\$38700 m3/ton
- Grava 3/8" 64 TPH\$38700 m3/ton
- Grava 1/4" 25 TPH\$38700 m3/ton
- Polvillo 15 TPH\$38700 m3/ton

Planta de Asfalto

Se cuenta con una planta de asfalto anexa, que consume agregados de la planta de beneficio. Los productos de la planta de agregados se calientan y mezclan con asfalto para producir una mezcla asfáltica en caliente. La producción es sobre pedido y según las especificaciones del cliente (Figura 21).



Figura 21. Planta de Asfalto

8.3 Análisis de requerimientos

El objetivo general de este proyecto es desarrollar un ambiente web que integre y relacione la información espacial y alfanumérica referente a la cadena productiva de una planta de agregados, por lo cual lo primero que se debe establecer es la cadena sobre la cual se va a trabajar, ya que para una empresa de esta magnitud es extensa, por lo cual este proyecto se centrara en las etapas más importantes para lograr el objetivo, esta se resumió en 3 fases (Figura 22).

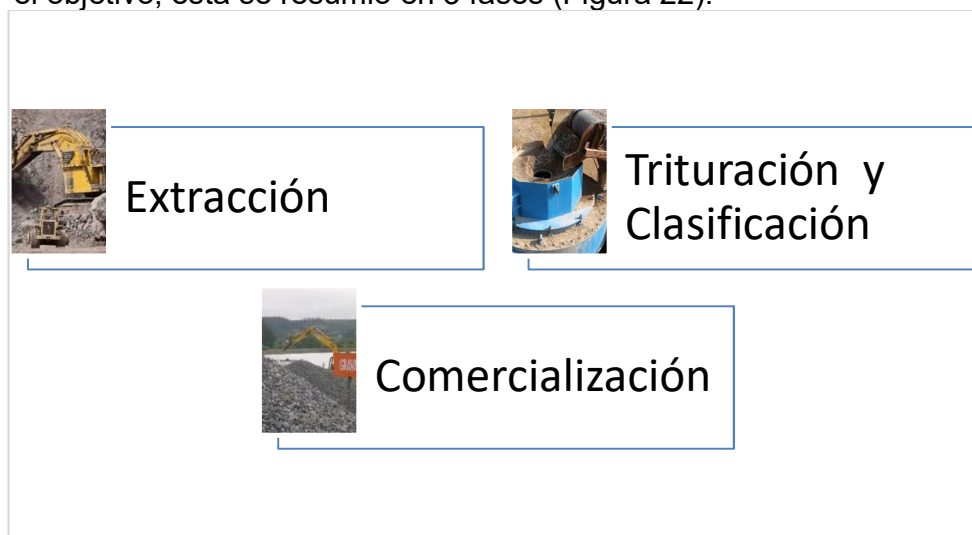


Figura 22. Fases de la cadena productiva de la planta de agregados Cachibi.

Los requerimientos básicos para llegar al objetivo establecido son:

1. El sistema debe contener una base de datos con todos los actores que se ven involucrados entre si en la cadena productiva de la planta
2. La base de datos debe contener información alfanumérica de los elementos espaciales y no espaciales que caracterizan cada uno de los actores de la cadena productiva de la planta.
3. El SIG a desarrollar debe almacenar la información de forma eficiente para el momento de su mantenimiento y modificaciones futuras.
4. Las consultas que se realicen deben permitir un seguimiento al proceso productivo de cada uno de los productos que se comercializan.
5. Los clientes deben ser un actor principal en el SIG, permitiendo que se pueda rastrear desde el cliente hasta la malla de la que se obtuvo el producto.

A partir de las características que se conocen de la planta de agregados se puede decir que dentro de los requerimientos del sistema están la respuesta a las siguientes preguntas, entre otras:

- Volumen de una malla o mallas específicas, fecha de voladura y posición espacial.
- Estado y rendimiento de un clasificador o de una trituradora.
- En qué posición espacial de la cantera se encuentra el material más apto para procesar un determinado producto, ejemplo base tipo A o Sub-base tipo B.
- Ruta desde la trituradora 1 hasta producto crudo grava 3/8.
- Tiempo de recorrido en las bandas desde trituradora1 hasta grava 3/8
- Cuál es la capacidad de los clasificadores que intervienen en el proceso de la grava $\frac{3}{4}$

8.4 Obtención de datos

8.4.1 Características De La Planta (Captura De Los Datos)

La Base de Datos de las entidades que conforman la cadena productiva de la Cantera Cachibi, fue suministrada por la Dirección Administrativa de la cantera, la cual facilitó los datos parciales de la cadena productiva de algunos de sus clientes en el año 2016 y de los productos generados en varios lapsos de tiempo de este año.

Se trabajó solo con una parte de los datos del año 2016 por temas legales que involucran los clientes de la cantera y la información propia de esta.

Los datos que componen la BD final consta de 8 archivos shapefile de los componentes espaciales de la cadena productiva de la planta. Los cuales se especifican a continuación:

Tabla 1. Entidades espaciales de Cantera que componen la Base de Datos.

Entidad	Tipo
Cantera	Polígono
Bandas	Líneas - Polígonos
Mallas	Puntos
Trituradoras	Polígonos
Clasificadoras	Polígonos
Zonas de acopio Producto Final	Polígono
Zona de Acopio Producto Crudo	Polígono

Adicionalmente, la Cantera Cachibi suministro unas tablas en Excel con los datos referentes a las entidades espaciales descritas en la Tabla 1. La cuales se presentan parcialmente como Anexo en el documento.

8.4.2 Características físicas Georeferenciadas

En el estudio ACTUALIZACIÓN GEOLÓGICA Y PLANEAMIENTO MINERO INTEGRADO DE LOS TÍTULOS MINEROS N° 13129, 03-034 y HF8-151 MUNICIPIO DE YUMBO, VALLE DEL CAUCA, realizado por la empresa en el año 2013, se obtuvo la información de los tipos de suelos que se presentan en el área de explotación perteneciente a la Planta Cachibi.

8.4.2.1 Geología local

De la geología local se pudo observar que en la zona de estudio aflora una sucesión de rocas ígneas finogranulares de color negro grisáceo a gris verdoso representadas por basaltos – diabasas y lavas almohadilladas, asociadas a la Formación Volcánica, unidad que sirve de fuente para la extracción de agregados; estas unidades se encuentran en contacto con rocas sedimentarias detríticas representadas por intercalaciones entre areniscas y lodolitas que se pueden relacionar con la Formación Guachinte, localmente, estas formaciones se encuentran cubiertas por depósitos aluviales y de vertiente (Figura 23).

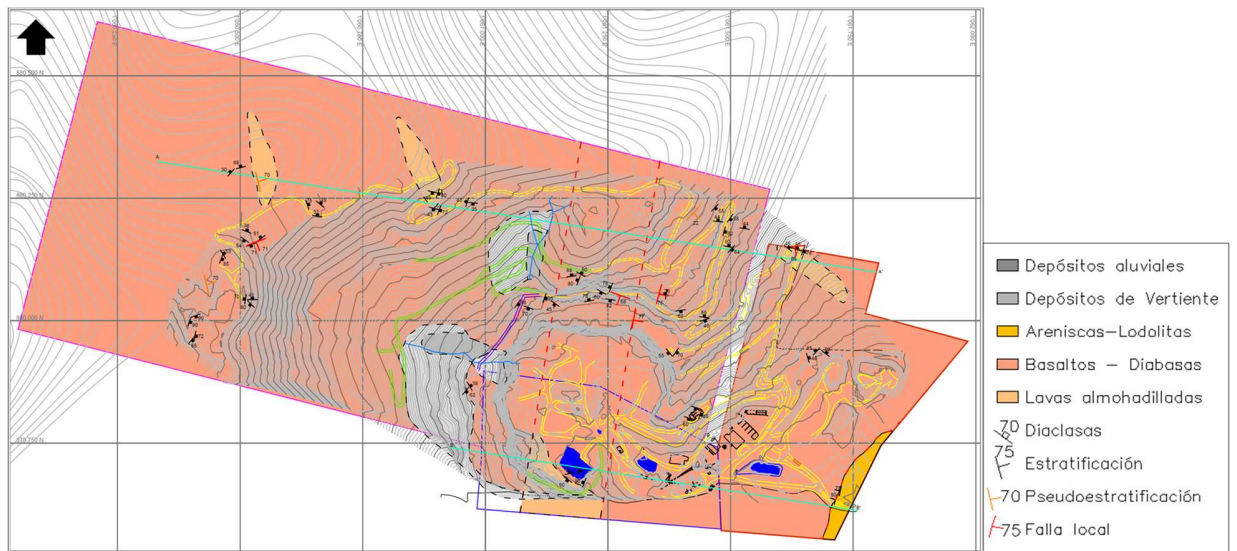


Figura 23. Mapa Geología Local

A continuación se hace una descripción de las principales características de las unidades litológicas presentes en el área de estudio, es decir en las 3 zonas de explotación actuales de la cantera.

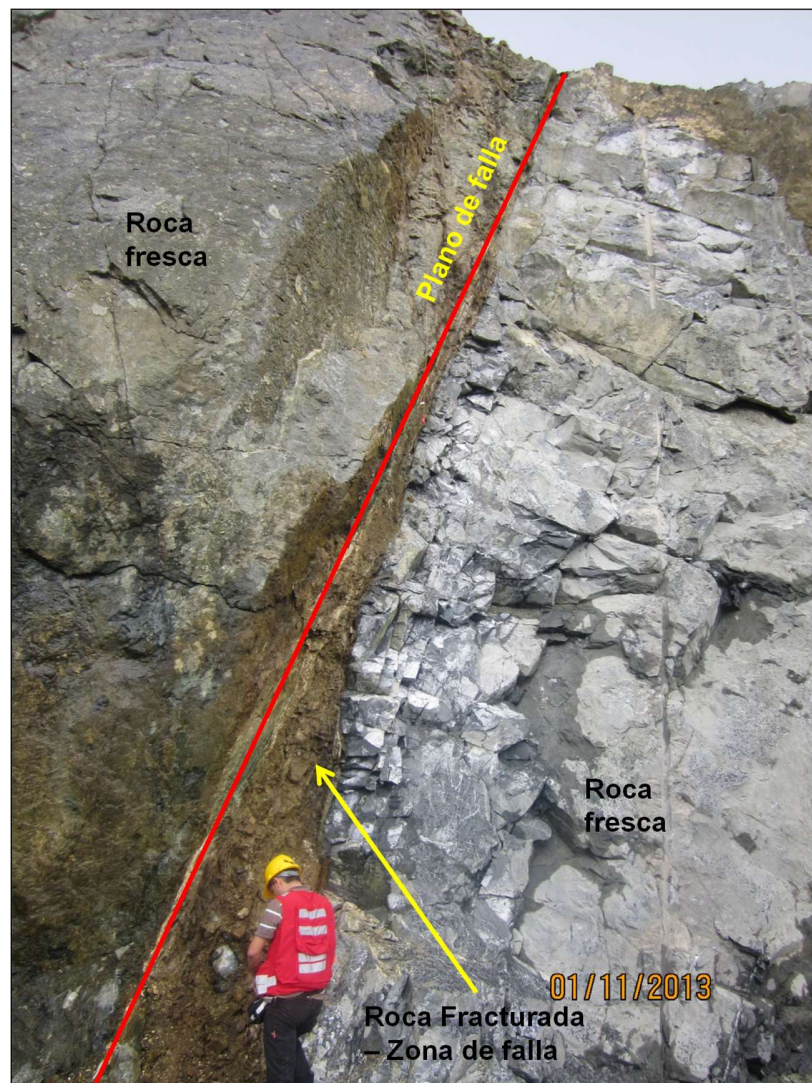
Basaltos y Diabasas (Formación Volcánica): Esta unidad litológica cubre más del 90% del área de los títulos mineros y se encuentra aflorando en los cortes de las vías internas de la mina, en la parte posterior de las oficinas administrativas y en la zona de explotación actual, que es donde se encuentran los mejores afloramientos. Mineralógicamente contienen anfíbol, plagioclasa, epidota y clorita con algunas venillas de carbonatos, el color en estas rocas varía de negro grisáceo a gris verdoso, pasando en algunos sectores a verde, texturalmente presenta variaciones en el tamaño de los cristales pasando de afanítica (tamaño de grano fino a muy fino) a finogranular (Fotografía 1).

Fotografía 1. Afloramiento de basaltos - diabasas



En la unidad de basaltos – diabasas se encuentran zonas de fracturas de espesor variable que pueden alcanzar hasta 1,10 m, donde la roca se encuentra altamente fracturada y presenta relleno de carbonatos y epidota como componentes principales, estas fracturas presentan una dirección general N10°-20°E/70°-75°NW. En algunas de estas zonas las rocas de la unidad de basaltos - diabasas presenta un fracturamiento más intenso, asociándolas a zonas de falla (Fotografía 22), donde se encuentra con relleno de carbonatos y salbanda hacia la zona del plano definido por la estructura.

Fotografía 2. Zona de falla con relleno de carbonatos y roca meteorizada en basaltos – diabasas.



La unidad litológica de basaltos y diabasas se encuentra fuertemente fracturada y diaclasada (Fotografía 3 2) en dos direcciones predominantes N20°-30°E buzando 65°NW y N70°-80°W hasta E-W buzando 75°NE, otra dirección presente en la zona

es N65°-75°W buzando 69°NW, esta última es menos constante en la unidad de basaltos-diabasas.

En la unidad de basaltos-diabasas, hacia la parte noroeste del título minero 13129 presenta una Pseudoestratificación con dirección N10W/70NE, zona en la que la roca es blanda de textura carbonosa en medio de las zonas de fricción y que posiblemente se encuentre asociada a una zona de falla.

Fotografía 3. Diaclasas en la unidad de basaltos-diabasas



Estas rocas presentan un perfil de meteorización con espesor variable, en la parte superior a una capa correspondiente a suelo residual con alto contenido de materia orgánica, limo arcilloso y con presencia de raíces que puede alcanzar hasta 2,0 m de espesor; esta capa se encuentra suprayaciendo la roca altamente meteorizada, conformando lo que se denomina roca muerta; seguido de este horizonte se encuentra una zona de transición entre la roca muerta y la roca fresca, en cual la roca se encuentra moderadamente meteorizada y conserva rasgos de la textura original de la roca, entre ambos horizontes pueden alcanzar hasta 15m de espesor, en la parte inferior del perfil de meteorización general para la zona, se encuentra la roca fresca, alcanza espesores mayores a 60,0 m.

Lavas Almohadilladas: Esta unidad litológica se identificó en varios sectores de los títulos mineros, hacia la parte sur y centro del título 03-034 definida como una zona en la que afloran lavas almohadilladas (Fotografía 4) limitadas por el sistema de fracturas con dirección N20-30E, en la parte norte del título minero HF8-151 y hacia la parte oeste del título minero 13129; litológicamente presenta características similares a la unidad de basaltos-diabasas. Superficialmente se observa que la roca

presenta una estructura almohadillada, de donde recibe su nombre; mineralógicamente se encuentra principalmente anfíbol y plagioclasa.

En la zona donde se encuentran aflorando las lavas almohadilladas se hace notable la variación en el tamaño de los cristales siendo finogranular; esta unidad presenta al menos dos patrones de fracturamiento con direcciones N16E / 79SE y N76W / 84NE.

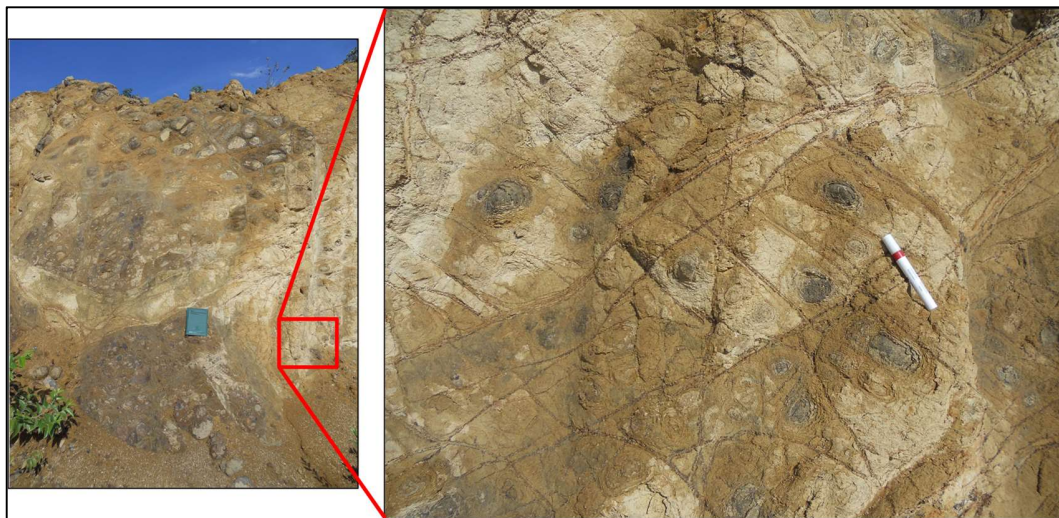
La unidad identificada como zonas de lavas almohadilladas se correlacionarían con lo que en la literatura se denomina Formación Volcánica (Kv).

Fotografía 4. Afloramiento de lavas almohadilladas.



Estas lavas almohadilladas presentan una zona con meteorización esferoidal, localizada en la parte norte del título minero 13129, en la cual se observan fragmentos de roca con el centro en un estado más fresco que las capas más superficiales. En el sitio también es posible observar varios sistemas de fracturamiento de forma irregular, limitando los bloques de roca meteorizada (Fotografía 5).

Fotografía 5. Meteorización esferoidal



Fotografía 6. Roca muerta en perfil de meteorización



La unidad identificada como basaltos – diabasas se correlaciona con lo que en la literatura se denomina Formación Volcánica (Kv).

La unidad litológica representada por basaltos y diabasas, se encuentra en contacto fallado con las rocas sedimentarias (intercalaciones entre areniscas y lodolitas) de la Formación Guachinte, contacto que no fue identificado en campo debido a que la zona se encuentra adecuada para operaciones mineras; hacia la parte sur y oeste de los títulos mineros los depósitos recientes se encuentran cubriendo para de esta unidad.

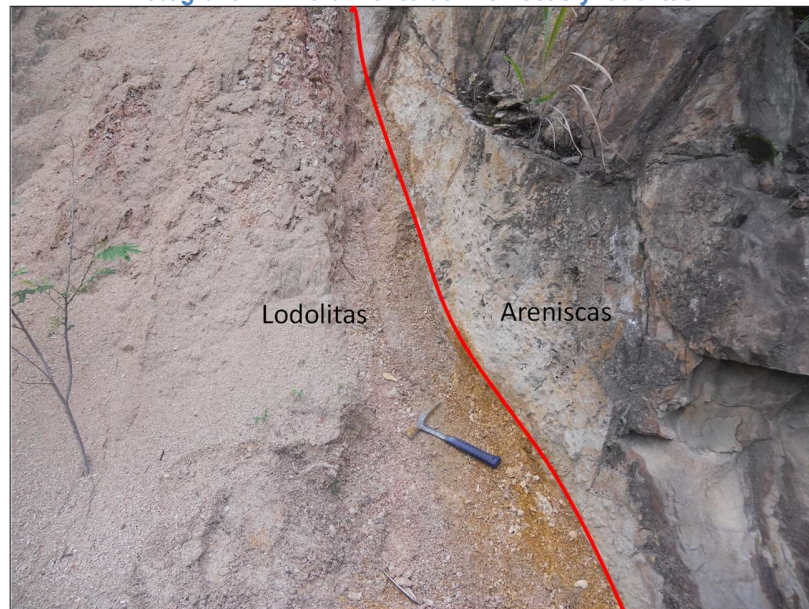
Intercalaciones Areniscas-Lodolitas Aflora en la parte sureste del área de los títulos mineros y específicamente en el título minero HF8-151, los mejores

afloramientos son encontrados en lavía que sirve de acceso a la mina de Agregados y Mezclas Cachibí S.A.

Estas areniscas presentan un color variable entre amarillo claro, naranja y rojo claro, el amarillo claro como producto del alto contenido en cuarzo y minerales blancos como feldespato y plagioclasa, la coloración naranja y rojiza son producto a la meteorización de los óxidos de hierro presentes en la roca. El tamaño de grano es variable entre arena fina hasta arena gruesa (0,3mm – 1mm), los granos de cuarzo se caracterizan por ser subredondeados y en algunos casos subangulares, adicionalmente la roca presenta un cementante silíceo.

Las areniscas presentan intercalaciones con paquetes de lodolitas de coloración amarillo crema, con pátinas de óxidos de coloración rojiza a café, el material es finogranular, muy plástico debido a su fuertemente fracturamiento (Fotografía 7)

Fotografía 7. Afloramiento de Areniscas y lodolitas.



La meteorización de estas rocas se caracteriza por la presencia de óxidos de hierro, los paquetes de lodolitas físis y entre las superficies se observan coloraciones rojizas causadas por oxidación en la parte superficial; en cuanto a los estratos de areniscas la meteorización es principalmente física como respuesta al intemperismo al que está sometida la roca.

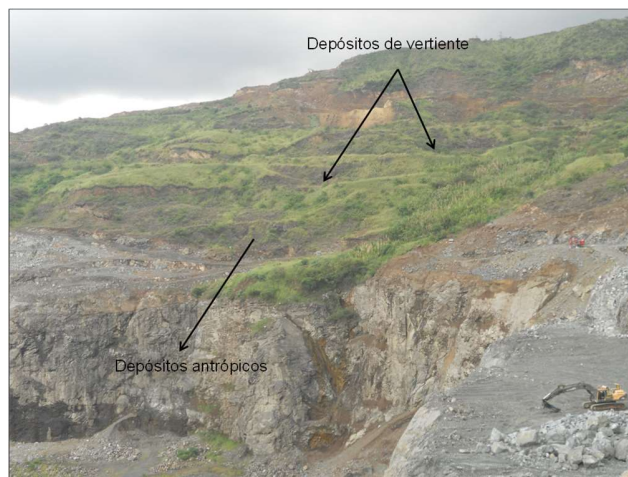
En cuanto a la disposición estructural, estos paquetes de areniscas y lodolitas se encuentran intercalados, cuyo plano de estratificación corresponde a una dirección N20°E/80°NW. La unidad litológica de Intercalaciones areniscas y lodolitas se encontrarían en contacto fallado los basaltos y diabasas de la Formación Volcánica, de acuerdo con la información encontrada en la literatura, ya que este contacto no se identificó en campo debido a que la zona se encuentra adecuada para las labores mineras.

Las características litológicas y teniendo en cuenta la ocurrencia estratigráfica del cuerpo, la unidad compuesta por las areniscas con alto contenido de cuarzo e intercalaciones de lodolitas, puede correlacionarse con la Formación Guachinte (Tog).

Depósitos Recientes La unidad de depósitos recientes se encuentra localizada en la parte sur y centro del título minero 13129, geomorfológicamente forman una zona de pendiente moderada hacia la base de las partes más altas y de pendiente más fuerte en los cerros alargados o cuchillas del área. Dentro de la unidad de depósitos recientes se encuentran los depósitos de vertiente, depósitos aluviales y depósitos antrópicos.

Los depósitos de vertiente se encuentran localizados hacia el oeste y centro de la zona de explotación actual (Fotografía 88), corresponden a depósitos de un espesor aproximado de 8 a 10m el cual es una mezcla de movimientos en masa y del material explotado, con bloques de composición basáltica de hasta 0,5 m de diámetro en una matriz limoarenosa, de coloración café, distribuidos de manera caótica.

Fotografía 8. Depósitos recientes en la zona.



En la parte inferior de los depósitos de vertiente se han realizado movimientos de material con maquinaria, por lo que estas zonas se podrían catalogar como depósitos antrópicos, en los que se observan bloques de roca de tamaño variable, hasta 1m de diámetro, en una matriz arenosa del mismo material, mezclada con suelo residual y materia orgánica. Los depósitos aluviales se encuentran asociados a los drenajes que recorren el área (Fotografía 9); presentan zonas de acumulación de bloques en una matriz limoarenosa de color café, con bloques de roca de tamaño variable y con espesores que pueden alcanzar hasta 5 m. En la parte superior de estos depósitos se presenta influencia de los depósitos de vertiente, y hacia la parte baja han sido intervenidos en los procesos de explotación.

Fotografía 9. Depósitos aluviales en la zona de estudio.



8.4.2.2 Perfil de meteorización

A continuación se describe el perfil de meteorización del área de los títulos mineros, asociándolo con roca fresca, roca muerta, transición y descapote.

El perfil de meteorización general para la zona de estudio (Tabla 1) corresponde en la parte superior a un horizonte de espesores variables que pueden alcanzar hasta máximo 2,0 m correspondiente a suelo residual con alto contenido de materia orgánica (en algunos sitios puntuales presentan un relleno antrópico de 1,5m), limo arcilloso, con fragmentos de roca y raíces; este horizonte se encuentra suprayaciendo la roca alterada por la meteorización y por esfuerzos estructurales, denominada roca muerta o zona de transición entre el suelo residual y la roca fresca, esta roca puede alcanzar hasta 15m de espesor, con presencia de discontinuidades visibles, medio a compacto y poco plástico; en la parte inferior del perfil de meteorización general para la zona, se encuentra la roca fresca, alcanza espesores mayores a 60,0 m, con algunas zonas de meteorización superficial, compacto a muy compacto y con discontinuidades visibles.

Tabla 2. Perfil de meteorización.

Clasificación (Deere & Patton)	Clasificación Local	Descripción
Relleno Antrópico	Material estéril	Limo arcilloso con fragmentos de roca y raíces, plástico e hidratado, café amarillento, blando.
I Suelos Residual I A - I B		Limo con materia orgánica de coloración café a negro con presencia de raíces, plástica e hidratada, blando.

I C – II A	Roca muerta	Limo arcilloso con arenas, coloración amarillenta a rojiza por óxidos y pintas blancas, poco plástico, suelto.
II Roca Meteorizada II A - II B	Zona de transición	Fragmentos angulosos de roca con arenas medias a finas, amarillento a rojizo muy meteorizado, con presencia de discontinuidades visibles, poco plástico, medio a compacto.
III Roca Fresca	Roca fresca	Fragmentos de roca con zonas de meteorización superficial, gris verdosa, finogranular con algunas discontinuidades visibles, compacto a muy compacto.

8.4.2.3 Espesores del suelo

Durante el trabajo de campo se identificaron variaciones en el perfil de meteorización a lo largo del título minero, lo que permitió definir diez (10) zonas de acuerdo con los horizontes y espesores identificados en cada una (Figura 24). A continuación se presentan las características principales de las 10 zonas mencionadas con su respectivo perfil de meteorización.

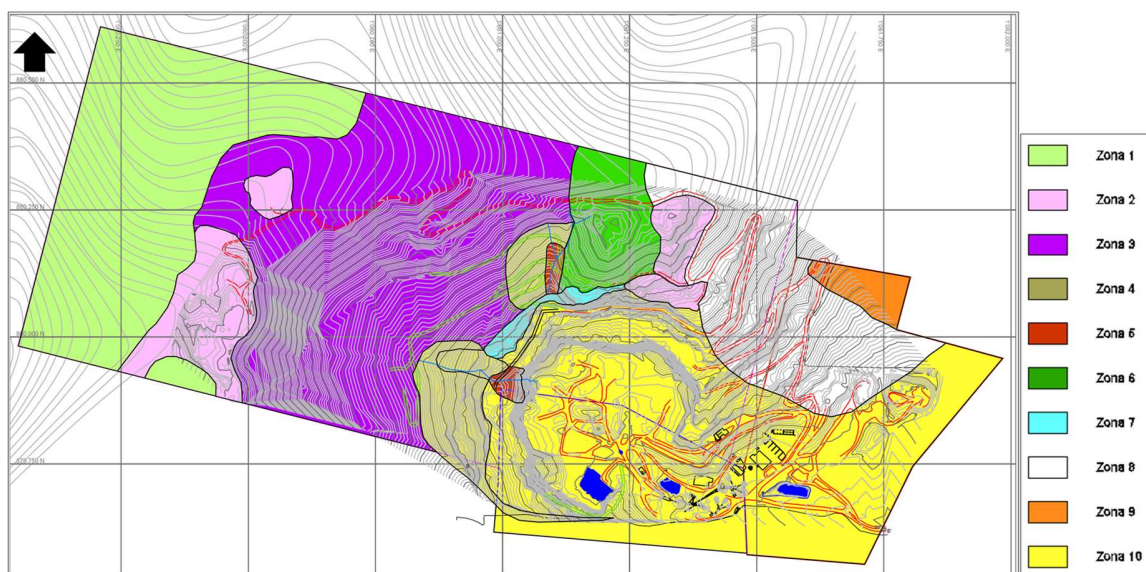


Figura 24. Mapa de zonificación para perfiles del suelo.

A partir de la ubicación de la zona de explotación actual de la planta se delimitarán la zona en que se debe acceder a los datos de los diferentes estudios geotécnicos y sondeos, a partir de esta zonificación se realizará la ubicación de las mallas sobre las cuales se procederá a extraer el material para los productos requeridos por los compradores.

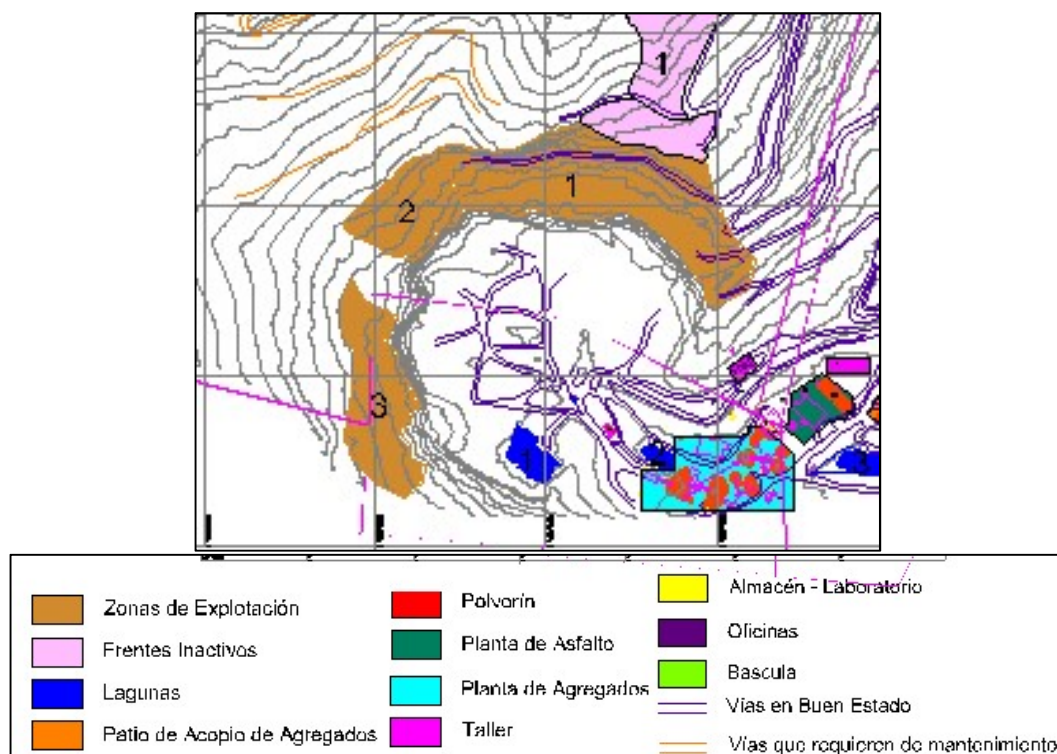


Figura 25. Zonas de explotación.

Las zonas de explotación actuales son los polígonos marrones que se pueden observar en la Figura 25, las cuales son 3 actualmente. Estas zonas conforman, por el momento, las áreas de donde se obtendrán todos los productos. Por lo tanto, en estas zonas se encuentran ubicadas las diferentes mallas de voladuras con las cuales se trabajara y se encuentran registradas en la base de datos que se está conformando para este proyecto.

Cruzando la información de la Figura 35 con la de la Figura 36, se establece que las zonas de espesores de suelo importantes para este proyecto son la número: 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8. Las cuales se describen a continuación.

Zona 2

Esta zona se encuentra hacia la parte central del título minero 13129, corresponde a tres zonas que se encuentran sin cobertura vegetal y consideradas como frentes inactivos de explotación, por lo que en estas zonas no se encuentra material estéril (Fotografía10).

En este caso no hay presencia de suelo, observándose inicialmente una transición entre roca muerta y roca fresca con un espesor promedio de 3 m, la roca se encuentra modera a altamente meteorizada, de color café, con coloraciones rojizas causadas por oxidación, con bloques de roca en estado fresco entre las zonas fuertemente meteorizadas, en este horizonte la roca presenta una proporción mayor de arcillas por lo que se convierte en un material con plasticidad y permeabilidad

más alta; finalmente se encuentra aflorando la roca fresca con espesores mayores a los 15 m, de coloración gris a gris verdosa, finogranular, con algunas pátinas superficiales por oxidación y fracturada (Fotografía10).

Fotografía10. Aspecto general de la Zona 2.

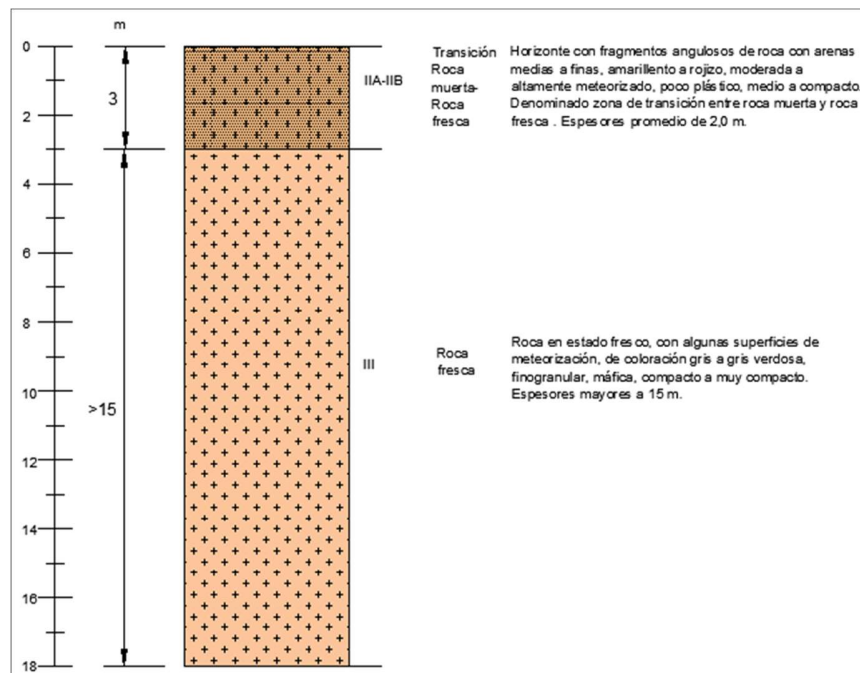


Figura 26. Columna estratigráfica para la Zona 2.

Zona 3

Esta zona se encuentra ampliamente distribuida en el título minero 13129; la columna estratigráfica para el área está representada por un horizonte de suelo residual con alto contenido de materia orgánica y presencia de raíces, de color café y espesor promedio de 1,5 m, en sitios puntuales este horizonte puede estar mezclado con una capa correspondiente a un relleno y puede alcanzar hasta 2,5 m

de espesor; posteriormente se encuentra un estrato asociado a la zona de transición entre la roca muerta y la roca fresca, con una coloración café, altamente fracturada y con pátinas de oxidación, con espesores promedio de 5 m; en la base de la columna estratigráfica se encuentra la roca fresca, con características similares a las presentadas en las zonas anteriormente descritas para este horizonte (Fotografía 11).

Fotografía 11. Aspecto general de la Zona 3.

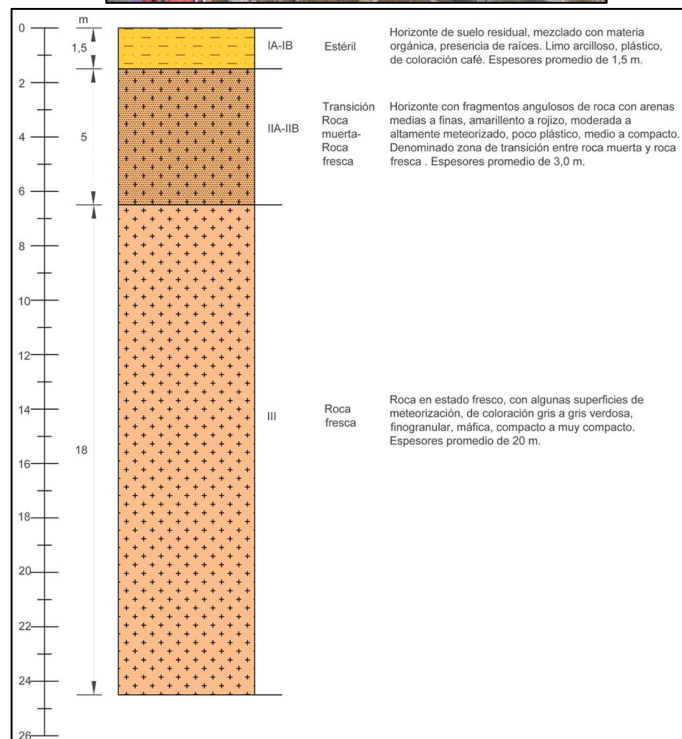


Figura 27. Columna estratigráfica para la Zona 3.

Zona 4

Esta zona se encuentra hacia la parte sur y centro del título minero 13129; corresponde a la zona geológica definida como depósitos recientes (Fotografía 12). Se identificó un horizonte de 1m de espesor promedio, correspondiente capa vegetal con suelo residual con abundante materia orgánica, presencia de raíces, limoarcillosoy de coloración café; luego se continua con un depósito de un espesor aproximado de 8 a 10m el cual es una mezcla de movimientos en masa y del material explotado, con bloques de roca de hasta 0,5 m de diámetro en un matriz limoarenosa, de coloración café, distribuidos de manera caótica; la columna termina hacia la base con la roca fresca, finogranular, de color gris, venilas irregulares de carbonatos, y con superficies de meteorización, presenta espesores mayores a 20 m (Figura 28).

Fotografía 12. Aspecto general de la Zona 4.



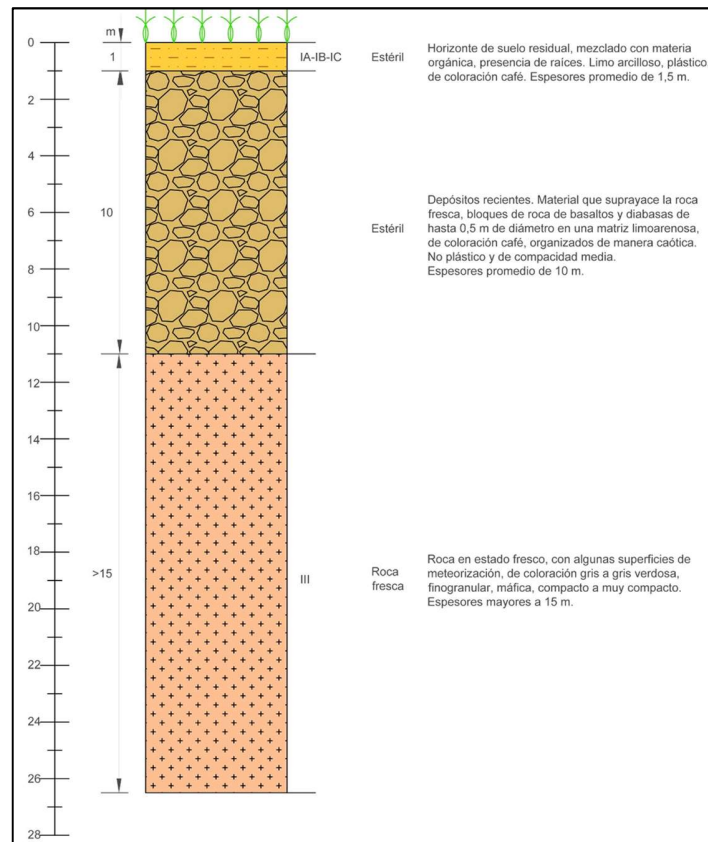


Figura 28. Columna estratigráfica para la Zona 4.

Zona 5

Esta zona se encuentra asociada a los drenajes que presentan el área de los títulos mineros, están localizadas en sitios puntuales y corresponden a los depósitos aluviales asociados a estas fuentes hídricas y a la influencia que se genera por actividad antrópica (lleno antrópico) (Fotografía 13).

Fotografía 13. Aspecto general de la Zona 5.



Para esta zona se identifica un horizonte de color café a café oscuro, correspondiente a la capa vegetal con suelo residual, con abundante materia orgánica, presencia de raíces, limoarcilloso y con un espesor promedio de 1,5 m; luego se continúa con un depósito de un espesor aproximado de 5 m asociado a los depósitos aluviales, con bloques de roca de hasta 0,7 m de diámetro en una matriz limoarenosa, distribuidos de manera caótica; hacia la base de la columna se encuentra la roca fresca, finogranular, de color gris, venillas irregulares de carbonatos, presenta espesores mayores a 20 m.

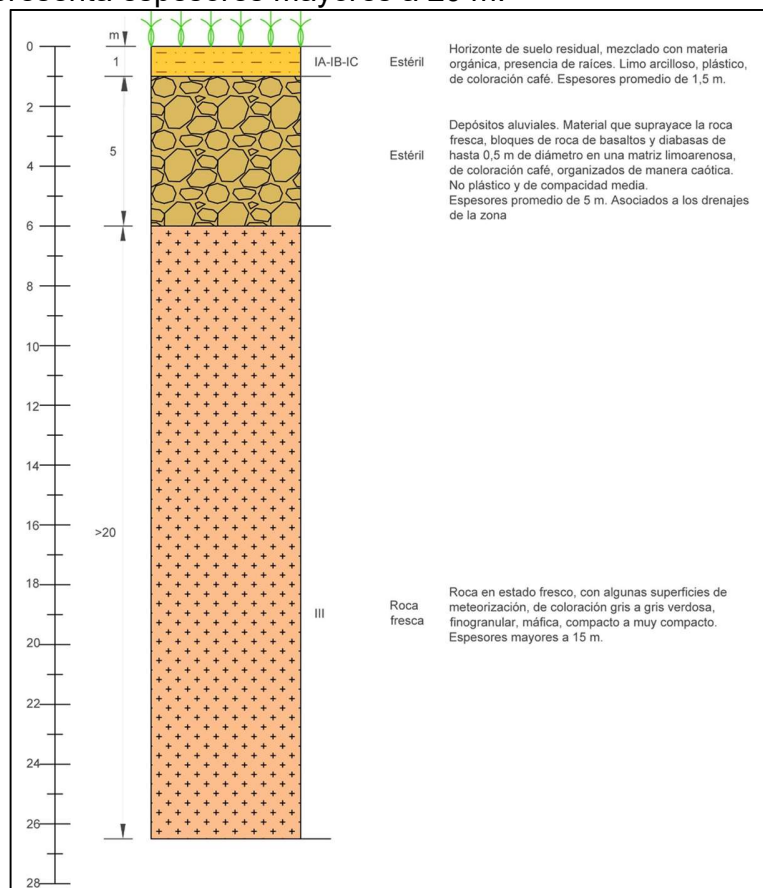


Figura 29. Columna estratigráfica para la Zona 5

Zona 6

Esta zona se encuentra en la parte central norte del título minero 13129 (Fotografía 144). Se visualiza en estos sectores una capa de suelo asociada a cobertura vegetal y la presencia de materia orgánica, limoarcillosa de color café, con un espesor promedio de 1,5 m; luego se identifica la zona de transición entre roca muerta y roca fresca con un espesor aproximado de 15 m, donde la roca se encuentra moderada a altamente meteorizada, de color café, con pátinas de óxidos y fracturada, se observa una amplia variación en los tamaños de grano resultantes de la meteorización; hacia la base de la columna estratigráfica se observa lo que se

considera como roca fresca, donde la roca es finogranular, de color gris a gris verdoso, con venillas de carbonatos, fracturada y diaclasada.

Fotografía 14. Aspecto general de la Zona 6.

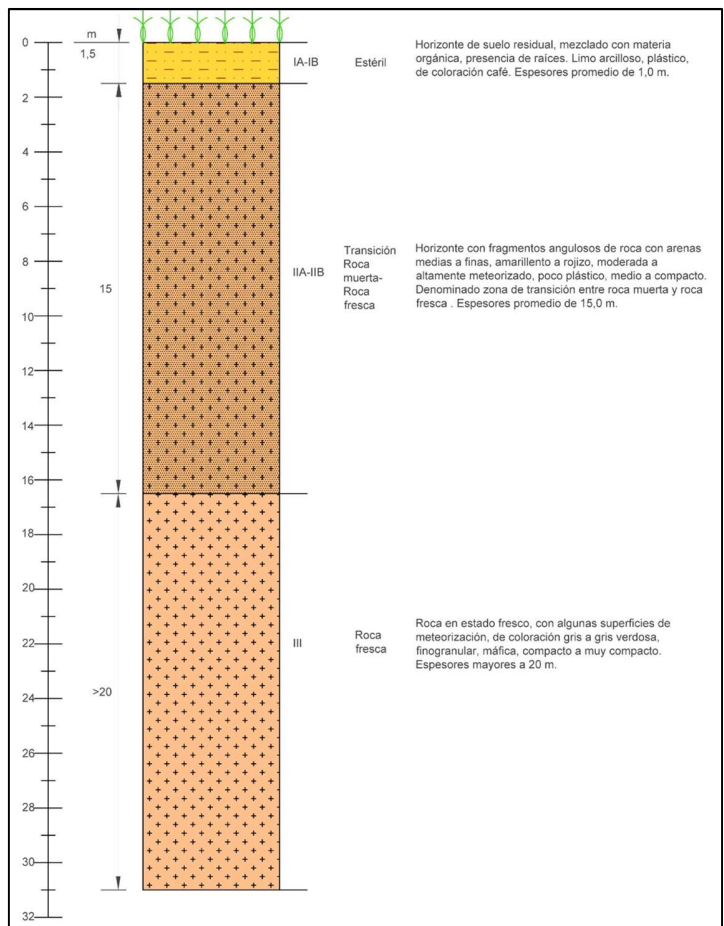


Figura 30. Columna estratigráfica para la Zona 6.

Zona 7

Esta zona se encuentra en la parte central norte del título minero 13129 (Fotografía 155), en la parte inferior de la Zona 6; se diferencia de esta última por presentar un espesor del horizonte de transición entre roca muerta y roca fresca menor, con un promedio de 6 m, pero litológica y estratigráficamente presentan características similares. Se encuentra en una zona de alta pendiente y próxima a la zona actual de explotación.

En esta área se observa una capa de suelo asociada a cobertura vegetal y la presencia de materia orgánica, con un espesor promedio de 1,5 m; luego se encuentra la zona de transición entre roca muerta y roca fresca con un espesor aproximado de 6 m, hacia la base de la columna estratigráfica se observa lo que se considera como roca fresca.

Fotografía 15. Aspecto general de la Zona 7.



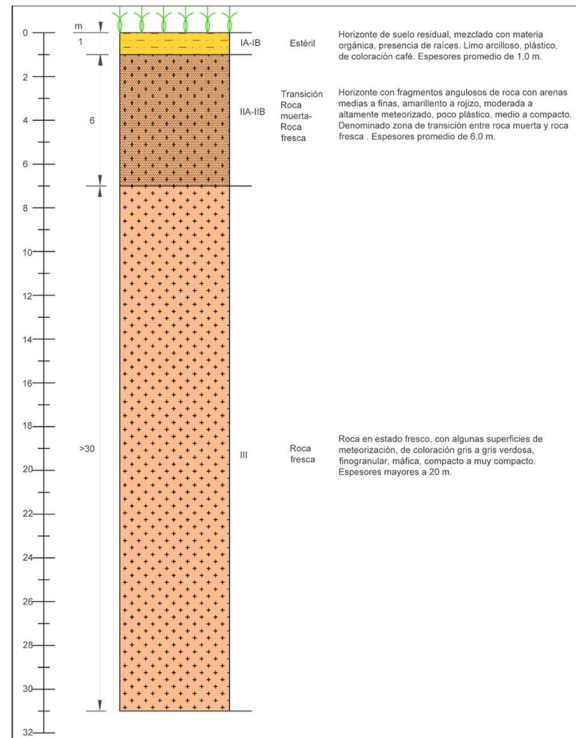


Figura 31. Columna estratigráfica para la Zona 7.

Zona 8

Esta zona se encuentra localizada en la parte norte de los títulos mineros 13129 y HF8-151, litológica y estratigráficamente presenta características similares a la Zona 3, pero se diferencia de esta por presentar un espesor menor en el horizonte correspondiente a la zona de transición entre roca muerta y roca fresca. La columna estratigráfica para esta área está definida por un horizonte de suelo residual con alto contenido de materia orgánica, de coloración café a café oscura, limoarcilloso, con presencia de raíces y con un espesor promedio de 1 m; seguido de un horizonte con un espesor promedio de 2 m, que corresponde a la zona de transición entre roca muerta y roca fresca, muestra una coloración parda, donde la roca se encuentra moderada a altamente meteorizada; la columna termina en la base con lo que se ha denominado como roca fresca con espesores visibles de hasta 20 m (Figura 32).

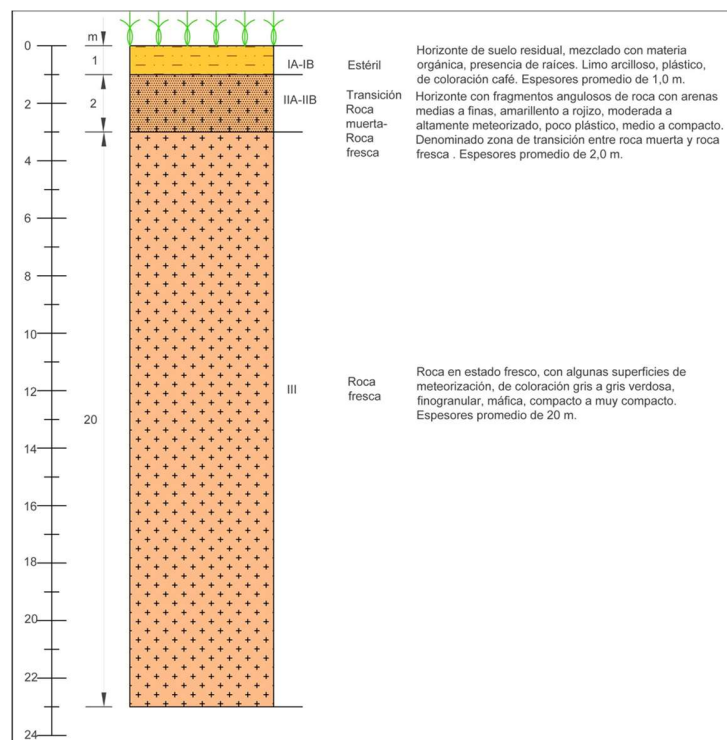


Figura 32. Columna estratigráfica para la Zona 8.

A partir de la zonificación y los estudios analizados, se procedió a ubicar las MALLAS en las zonas. A continuación, se presenta un pantallazo de la base de datos preliminar que contendrá la entidad MALLA, las cuales tienen asociadas información relacionada con su posición, que será dada por el grupo de puntos que formen el polígono que determina cada malla, así como su nombre con el cual se le identifica en todas las labores o actividades que se ejecutan sobre ellas, un número que la identifique y una profundidad de voladura.

8.5 Diseño del SIG

8.5.1 Análisis de requerimientos y alcances del SIG

Definición del espacio y entorno geográfico del Sistema:

El SIG integrará y relacionará la información espacial y alfanumérica referente a la cadena productiva de una planta de agregados considerando las principales propiedades de la cantera y las características de la roca, se llevará a cabo dentro de ambiente físico correspondiente a la zona rural del municipio de Yumbo, encontrándose ubicada en la antigua vía Cali – Yumbo. Por tanto, se establece emplear cartografía e información temática referente al entorno urbano y rural de la zona.

Los requerimientos y alcances del SIG a desarrollar son los Requerimientos descritos en el Punto 8.3 de este documento. En donde se define la importancia de

que el SIG represente la cadena productiva de la planta. Por lo cual se definen a continuación los alcances del SIG:

El sistema-solución planteado para la realización de este proyecto presenta dos tipos de consulta: 1. Visualización Cartográfica directa y 2. Consulta o Alfanumérica, acompañadas de una serie de elementos o secuencias importantes para el desarrollo de la respuesta.

- 1) *Visualización Cartográfica Directa*: el usuario por medio de encender y apagar las distintas capas requiere conocer las características generales que acompañan a la planta en su proceso de producción de materiales con sus características en el mapa a consultar.
- 2) *Consulta “Búsqueda” o Alfanumérica*, el sistema requiere al usuario el tipo de búsqueda que desea realizar de acuerdo a las necesidades o el tipo de información que éste posea con respecto a proceso productivo, en este caso el sistema ofrece las siguientes opciones:
 - *Consulta predefinida*: donde por medio de elementos pre establecidos se pueden combinar para lograr información correspondiente al funcionamientos y producción de la planta.

Tabla 3. Criterios de búsqueda del sistema predefinido.

Criterio de Búsqueda	Descripción
Información Geográfica	Selección preestablecida del tipo de: <u>Capa</u>
Atributos	Selección preestablecida de: <u>Nombre</u> <u>Tipo</u> <u>Comparación</u>

- *Consulta Avanzada*: donde por medio de elementos no preestablecidos los usuarios autorizados al sistema pueden hacer combinaciones de consultas especializadas teniendo un conocimiento requerido en lenguaje SQL el usuario idóneo para acceder a este procedimiento se establece que va a ser el administrador del Sistema.

Tabla 4. Criterios de búsqueda del sistema Avanzado.

Criterio de Búsqueda	Descripción
Información Geográfica	Cadena de caracteres que indican el tipo de: <u>Consulta requerida (lenguaje sql)</u>
Atributos	Cadena de caracteres que indican el tipo de: <u>Consulta requerida (lenguaje sql)</u>

Además, el sistema arrojará visualmente la posición grafica exacta de la maquinaria de operatividad, para ello se mostrará de forma de polígono y tipo punto la cartografía correspondiente a la zona de procesamiento y producción.

Cualquiera que sea el tipo de consulta, el sistema estará en la capacidad de brindar información alfanumérica a manera de caja de dialogo en la opción Resultado.

8.5.2 Modelo de datos

La base de datos espacial de un SIG no es más que un modelo del mundo real, una representación digital con base en objetos discretos. Una base de datos espacial es una colección de datos referenciados en el espacio que actúa como un modelo de la realidad (NCGIA, 1990). Las reglas según las cuales se modeliza el mundo real por medio de objetos discretos constituyen el modelo de datos.

Siguiendo con las etapas del desarrollo de SIG de James Senn, para la planificación y diseño de la base de datos se utilizó el modelo conceptual una vez ya ajustados los requerimientos del sistema. El esquema de modelo entidad relacional (MER) y para el modelo lógico el modelo relacional (MR). Para el software gestor de bases de datos relacional con el cual se desarrollarán las etapas de construcción e integración utilizaremos la base de datos Postgres con su extensión espacial Postgis todo esto dentro de los paradigmas de las bases de datos relacionales.

Para el desarrollo de la aplicación y mantenimiento del SIG usaremos el software Mapserver o Geoserver o tal vez otro, lo cual se definirá más adelante con ayuda de un analista de software, ya que su elección depende de los lenguajes de programación a utilizar que será fundamental para que la aplicación final tenga la mejor interface posible y la mejor dinámica dentro de las posibilidades que nos ofrezca el software libre.

Modelo ENTIDAD – RELACION

En este modelo, se establece la naturaleza de cada entidad a trabajar y la relación entre ellas. Se trabaja con el modelo de Chen, el cual se describió en el capítulo de Marco teorico.

8.5.3 Descripción del sistema

En esta sección se describe el modelo de datos de la base de datos del SIG con el objetivo de observar en detalle la naturaleza y cantidad de los datos almacenados

Tareas de creación de la base de datos

La creación de la base de datos, con la información alfanumérica suministrada por la Cantera Cachibi, se llevó a cabo en 5 subtareas, realizadas concurrentemente. Dichos pasos se describen a continuación, junto con los software desarrollados para realizarlas.

1. Importación de datos:

El resultado de esta subtarea es una cartografía digital la cantera, que contiene los objetos geográficos de interés. Para la introducción de dichos objetos se utiliza como base la cartografía digital disponible. Dicha cartografía ha de ser depurada e importada desde su formato CAD original al formato del SIG.

2. Normalización de datos:

En esta subtarea se organizó la información suministrada por la planta Cachibi, donde se colectan todos los datos alfanuméricos. Cada una de las tablas se normalizo evitando duplicados y datos erróneos en ellas.

3. Enlace espacial-alfanumérico:

Enlaza los datos alfanuméricos y geográficos de cada entidad que se creó, de manera que las tablas esten representadas por una entidad geográfica, que pueden se líneas, puntos o poligono. Esta tarea se realizó con el software postGIS y PostgreSQL.

4. Validación:

El módulo de validación permite a un revisor, validar la base de datos final, mirando si se cumplen ciertas condiciones. Si los datos son correctos y el revisor está satisfecho con su calidad, la base de datos puede ser copiada a la base de datos final, donde serán almacenados los datos; esto es, la base de datos del sig.

8.5.4 Desarrollo e implementación de aplicación SIG

En esta etapa se desarrolla el sistema de consultas y análisis en lenguaje SQL, la interface gráfica de usuario y la conexión e inter operatividad de la aplicación con la base de datos. Todo esto se llevó acabo por medio de los programas definidos como necesarios anteriormente, logrando así la operatividad del SIG por medio de un ambiente web diseñado.

A partir de las necesidades identificadas al inicio del desarrollo del SIG, se determinaron como consultas primarias las siguientes:

Datos de Mallas o Malla específica: fecha, posición y cota. En esta consulta, se podrán observar los atributos de malla específicas que se desee conocer en un periodo de tiempo determinado.

Calificación dada por un cliente a un producto vendido. Un cliente está en la capacidad de dar una calificación al producto que se le vendió, esta tiene tres valores: Buena, Regular y Mala. Por lo cual, se puede conocer la satisfacción del cliente con el producto vendido.

La cantidad total de producto final comprado por un cliente. Con esto se puede conocer la cantidad que un cliente ha comprado de un producto específico en un lapso de tiempo determinado.

Zona a la que pertenecen las Mallas de origen de un producto vendido a un cliente en específico. Para dar un seguimiento continuo a la cadena productiva de los productos vendidos, es importante saber de qué zona de la cantera provienen, por lo cual esta consulta es la más importante y las que nos lleva a cumplir el objetivo general de este proyecto.

La integración de toda la información alfanumérica y grafica del sistema se realizó mediante la codificación en el ambiente Geoserver, la cual se evidencia a continuación:

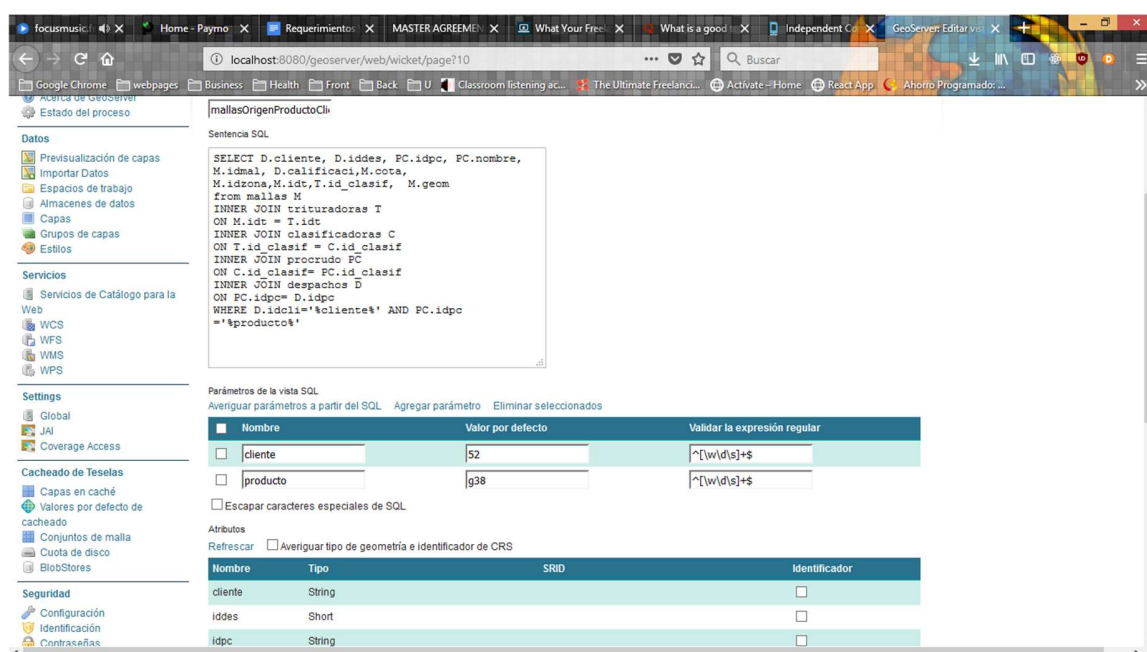


Figura 33. Código de Consulta SQL.

8.5.5 Mantenimiento del SIG y Aplicativo web

Las acciones básicas de mantenimiento del SIG y del aplicativo web son las siguientes:

Rediseño del sitio web: para lo cual es necesario intervenir la programación hecha con Visual Studio Code, Entorno de Modulación: Adobe XD y GitHub.

Edición, eliminación y creación de entidades geográficas, se debe realizar mediante la programación realizada es cada entidad que se quiere modificar por medio de 1.

PostgreSQL y 1.PostGIS, enlazando sus modificaciones con GeoServer (Figura 34) para que sean visibles para los diferentes usuarios.

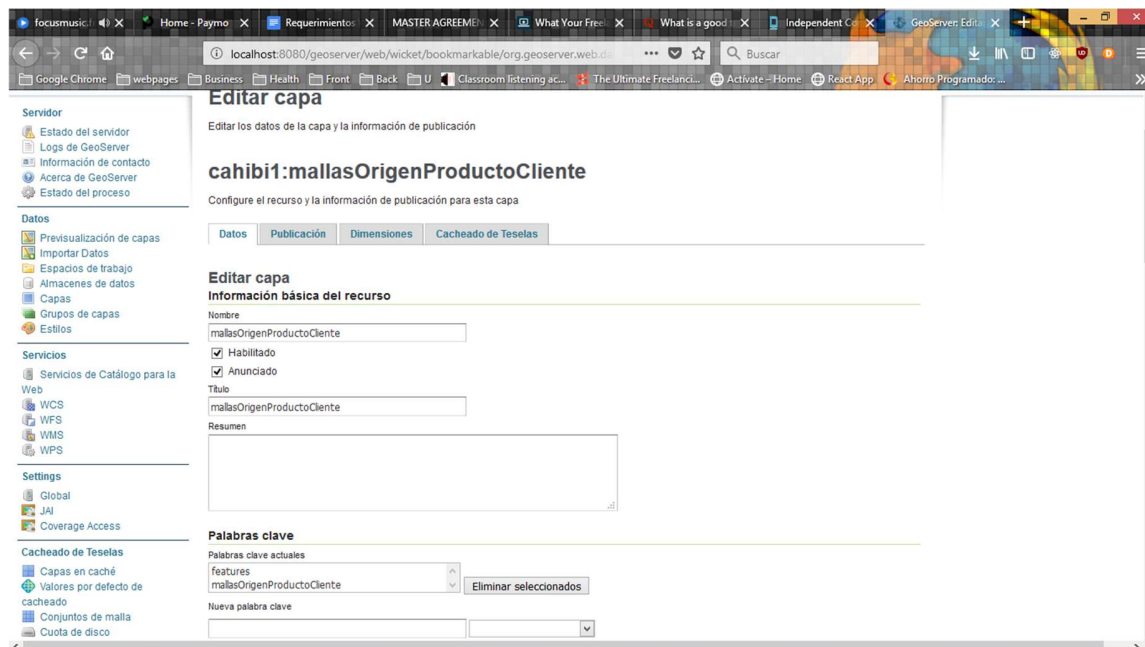


Figura 34. Edición de Capas en Geoserver.

Edición, eliminación y creación de bases de datos alfanuméricas se debe realizar mediante la programación realizada es cada entidad que se quiere modificar por medio de PostgreSQL y PostGIS.

9. RESULTADOS

9.1 Datos

Las tablas suministradas por la Cantera Cachibi se integraron a las entidades espaciales para así formar la Base de Datos Final, este proceso se describe en el Diseño del SIG.

9.2 Diseño e Implementación del SIG

Finalmente, a continuación se muestran los resultados de cada una de las etapas del diseño y la implementación del SIG que hemos desarrollado.

El Modelo Entidad / Relación, ejecutado sobre el modelo de Chen, tenemos la relación de cada una de las 9 entidades que conforman el SIG.

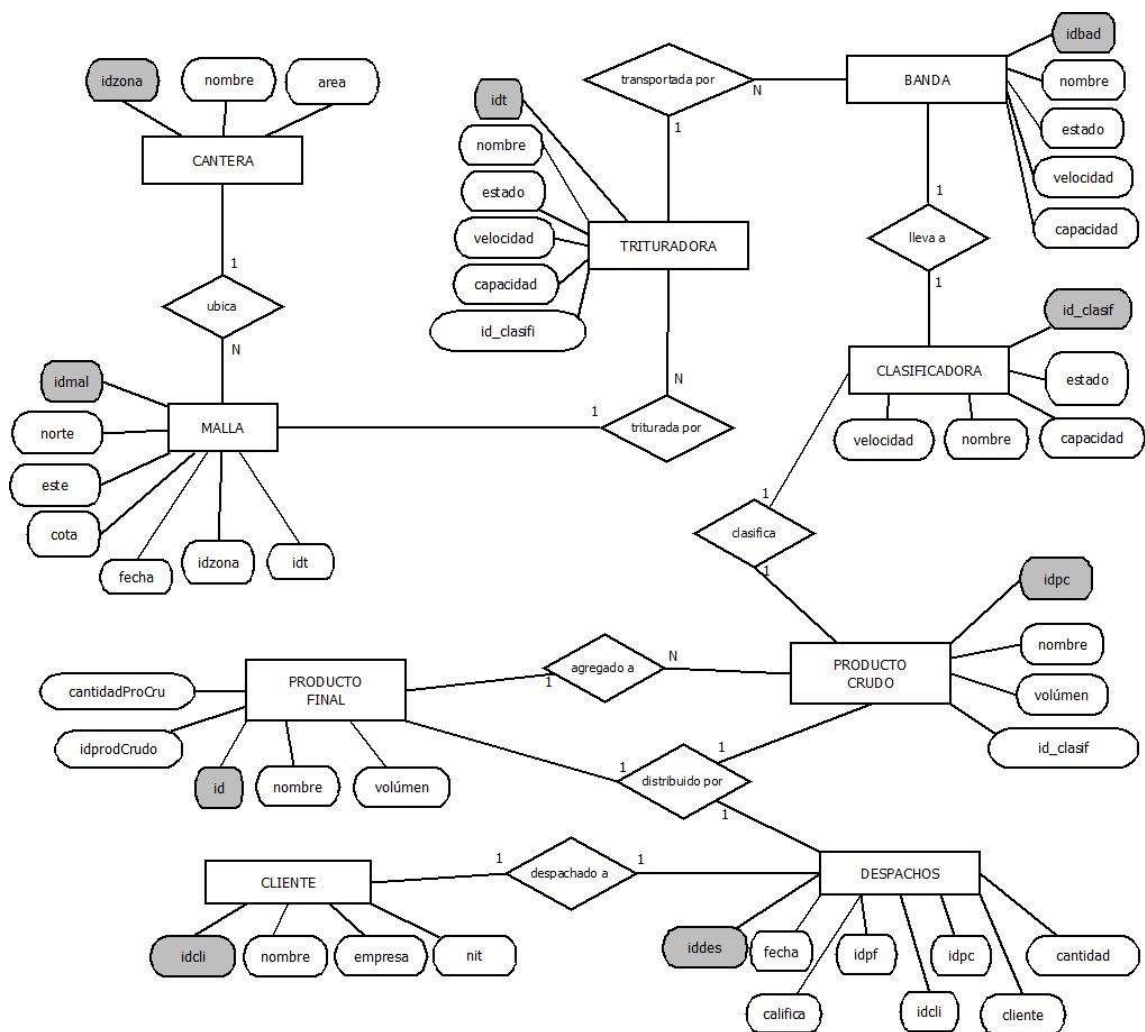


Figura 35. Modelo Entidad / Relación.

Por su parte, el modelo relacional que explica el SIG se encuentra a continuación:

En el modelo relacional (Figura 36), se puede observar que la tabla BANDAS no genera una relación entre consultas, ya que son solo entidades por donde se transporta en material pero no genera una diferencia entre ellos ni entre las demás entidades.

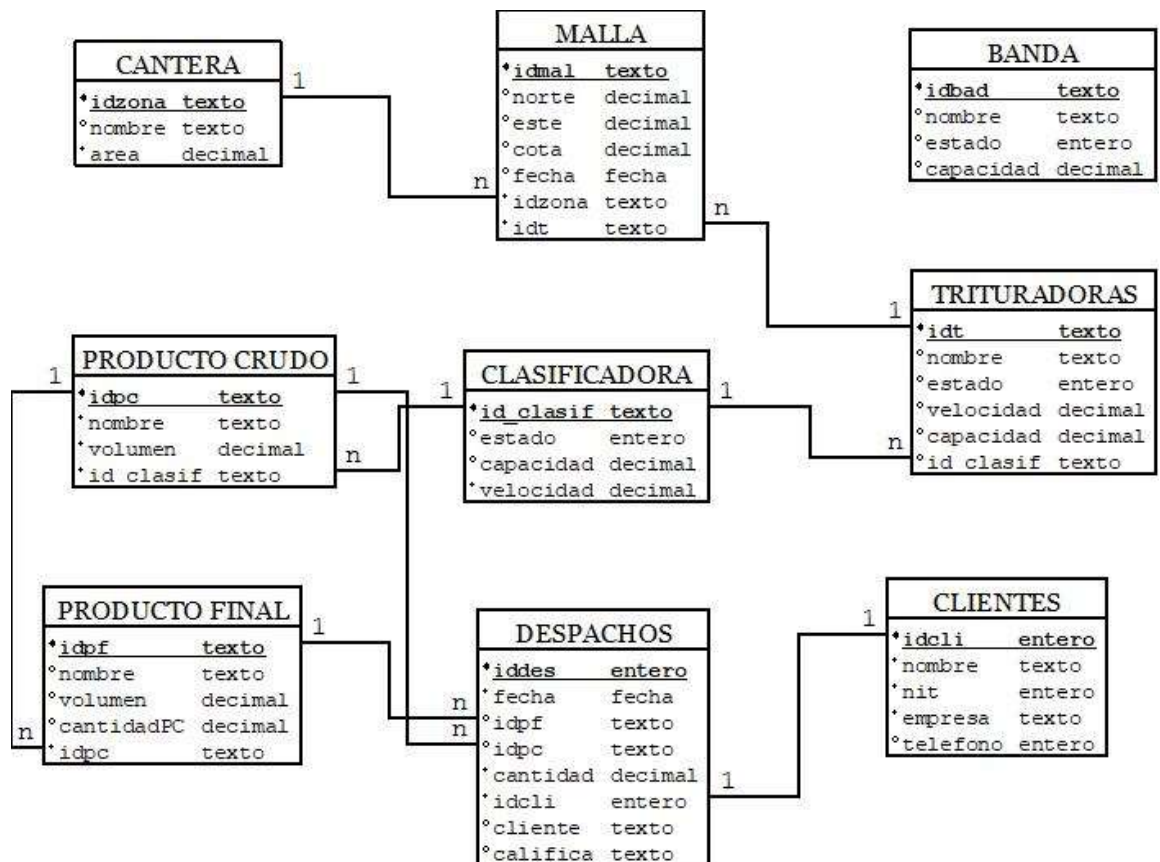


Figura 36. Modelo Relacional SIG.

Modelo de Datos

Una vez identificadas todas las tareas y subtarefas necesarias para la creación de la base de datos, se obtuvo una Base de Datos sólida y definitiva, sobre la cual se trabajó el SIG (Figura 37).

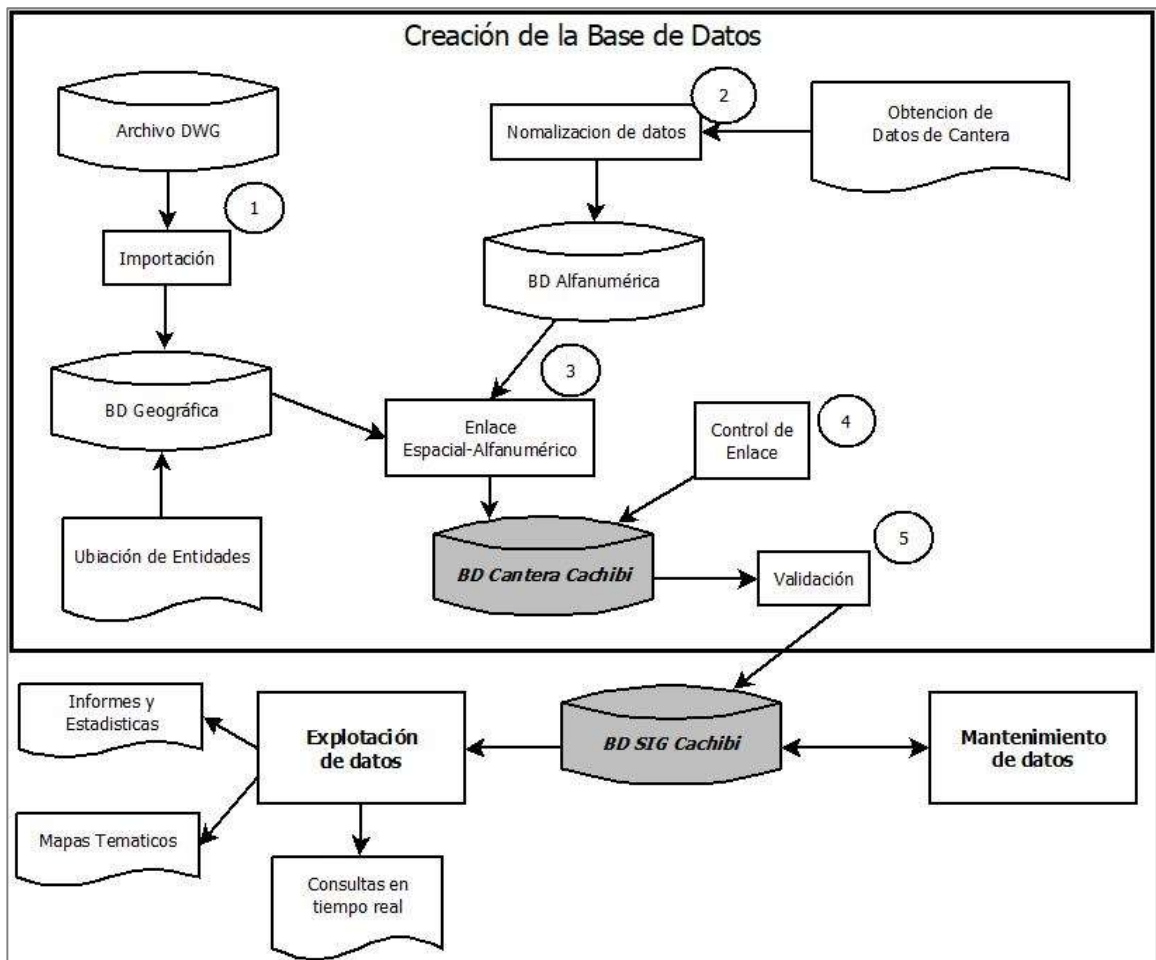


Figura 37. Flujo de datos a través de los modelos del SIG.

Tablas de Datos

A continuación se presentan las tablas en el programa que se almaceno la base de datos el cual fue pgAdmin III.

La entidad que comprender espacialmente toda las zonas de explotación es CANTERA, en la cual se encuentra el id de las zonas y su área esoecifica.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.cantera

	gid [PK] serial	fid double precision	nombre character varying(10)	area double precision	idzona character varying(3)	geom geometry(MultiPolygon,3115)
1	1	0	zonaA	5691	z1	01060000202B0C000001000000010300
2	2	1	ZonaB	8205	z2	01060000202B0C000001000000010300
3	3	2	ZonaC	7556	z3	01060000202B0C000001000000010300
*						

Figura 38. Entidad CANTERA.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.bandas											
File Edit View Tools Help											
No limit											
gid	serial	gid numeric(10,0)	idbad character varying(10)	nombre character varying(20)	estado numeric(10,0)	velocidad numeric	capacidad numeric	source numeric(10,0)	target numeric(10,0)	x1 numeric	y1 numeric
1	1	10	b10	banda10	1	1.272495092079040	1.0000000000000000	1	2	1061423.930821950081736	879663.2059765820
2	2	11	b11	banda11	1	0.664521006122232	1.0000000000000000	1	3	1061423.966085470048711	879663.2408720729
3	3	12	b12	banda12	1	0.6844646481860727	1.0000000000000000	1	4	1061424.000557139981538	879663.2623650969
4	4	13	b13	banda13	1	0.486400542035699	1.0000000000000000	1	5	1061423.948672439903021	879663.2489070770
5	5	19	b19	banda19	1	1.207102241180840	1.0000000000000000	6	7	1061456.365230299998075	879699.0576934280
6	6	1	b1	banda1	1	1.128497479368000	1.0000000000000000	8	9	1061320.990280610043555	879683.0449500130
7	7	2	b2	banda2	1	0.883459661342204	1.0000000000000000	9	10	1061345.553357129916549	879680.5409485700
8	8	3	b3	banda3	1	0.355156837217510	1.0000000000000000	10	11	1061371.425891350023448	879672.1882553079
9	9	4	b4	banda4	1	0.894924400094897	1.0000000000000000	11	5	1061393.860977930016816	879665.0650586120
10	10	5	b5	banda5	1	1.129046671278770	1.0000000000000000	10	12	1061371.426933000097051	879672.1902364355
11	11	6	b6	banda6	1	0.453893848415464	1.0000000000000000	10	13	1061371.406101089902222	879672.1774197929
12	12	7	b7	banda7	1	0.834784698393196	1.0000000000000000	14	10	1061368.576850620098412	879685.6406778499
13	13	8	b8	banda8	1	0.889611022733152	1.0000000000000000	10	15	1061371.413474319968373	879672.1914389149
14	14	9	b9	banda9	1	0.347619898337871	1.0000000000000000	5	1	1061413.849700629943982	879651.7496647889
15	15	14	b14	banda14	1	1.003087441423210	1.0000000000000000	12	6	1061426.512395698995024	879705.0650586120
16	16	15	b15	banda15	1	0.406093917973340	1.0000000000000000	6	16	1061456.435695359949023	879699.0126840389
17	17	16	b16	banda16	1	1.203843159787360	1.0000000000000000	17	6	1061452.906762579921633	879688.2777955229
18	18	17	b17	banda17	1	1.253688704408710	1.0000000000000000	6	18	1061456.419883189985726	879699.0286117079
19	19	18	b18	banda18	1	1.204509553685780	1.0000000000000000	6	19	1061456.424161359900609	879699.0077254519
*											

Figura 39. Entidad BANDAS

La entidad “Bandas” está compuesta por un id y un nombre característico, también se identifica la velocidad de transporte de material y la capacidad de cada una, así como el estado en que se encuentra, sea encendida o apagada.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.mallas									
File Edit View Tools Help									
No limit									
gid	serial	norte numeric	este numeric	cota numeric	nota character varying(10)	fecha character varying(254)	idmal character varying(254)	idzona character	
1	1	879894.5000000000000000	1061010.4599999999962747	89.6599999999999997	"M"	18/04/2016	1302	z1	
2	2	879898.1099999999986030	1061005.35000000000093132	91.0799999999999998	"M"	18/04/2016	1303	z1	
3	3	879900.1700000000041910	1061003.1200000000111759	91.0199999999999996	"M"	18/04/2016	1304	z1	
4	4	879901.8599999999986030	1061000.3300000000074506	91.4300000000000007	"M"	18/04/2016	1305	z1	
5	5	879903.7800000000027940	1060998.0900000000083819	91.8700000000000005	"M"	18/04/2016	1306	z1	
6	6	879894.4899999999990687	1061010.3999999999906868	89.6500000000000006	"M"	18/04/2016	1307	z1	
7	7	879903.8199999999948777	1060998.1100000000102445	91.8700000000000005	"M"	18/04/2016	1308	z1	
8	8	879901.9799999999981374	1061000.469999999972060	91.5100000000000005	"M"	18/04/2016	1309	z1	
9	9	879900.1600000000032596	1061003.1200000000111759	91.0400000000000006	"M"	18/04/2016	1310	z1	
10	10	879898.2799999999911524	1061005.449999999953434	91.0699999999999993	"M"	18/04/2016	1311	z1	
11	11	879896.4000000000023283	1061007.9299999999934807	90.0900000000000003	"M"	18/04/2016	1312	z1	
12	12	879896.3900000000013970	1061007.8999999999906868	90.1200000000000005	"M"	18/04/2016	1313	z1	
13	13	879894.4899999999990687	1061010.469999999972060	89.6599999999999997	"M"	18/04/2016	1314	z1	
14	14	879893.5400000000037253	1061007.5200000000018626	89.5799999999999998	"M"	18/04/2016	1315	z1	
15	15	879895.2700000000018626	1061005.1699999999925494	90.4099999999999997	"M"	18/04/2016	1316	z1	
16	16	879896.9699999999972060	1061002.5800000000074506	91.2199999999999999	"M"	18/04/2016	1317	z1	
17	17	879898.8699999999995343	1061000.1499999999906868	91.1800000000000007	"M"	18/04/2016	1318	z1	
18	18	879900.6899999999944121	1060997.6599999999916181	91.8299999999999998	"M"	18/04/2016	1319	z1	
19	19	879896.4699999999972060	1061007.889999999997555	90.1299999999999995	"M"	18/04/2016	1320	z1	
20	20	879777.1850000000055879	1061229.7720000000113621	20.0279999999999999	"M"	26/04/2016	1321	z2	

Figura 40. Tabla de la entidad Mallas.

La entidad “Mallas” está compuesta por 839 puntos los cuales representan algunas de las mallas que han sido creadas para la extracción de material en la cantera en el año 2016. Se habla de 839 filas en el momento de la creación, porque las mallas se crean periódicamente en cada una de las Zonas para extraer productos determinados; estas mallas tienen un volumen específico de extracción lo que indica que cuando se llega a este volumen total no se puede extraer más producto de ellas y se debe crear otra malla o extraer productos de mallas similares en características geológicas.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.trituradoras

File Edit View Tools Help

No limit

	gid [PK] serial	idt character varying(10)	nombre character varying(20)	velocidad double precision	estado smallint	capacidad double precision	id_clasif character varying(10)	geom geometry(MultiPolygon)
1	1	tri1	trituradora 1	2.5	1	3	cla2	01060000202B0C000000
2	2	tri2	trituradora 2	1	1	2	cla3	01060000202B0C000000
3	3	tri3	trituradora 3	1	1	3	cla4	01060000202B0C000000
4	4	tri4	trituradora 4	1	1	3	cla3	01060000202B0C000000
*								

Figura 41. Entidades Trituradoras.

La entidad Trituradoras está compuesta por 4 filas, las cuales representan las trituradoras con las que cuenta la planta para generar los productos. Estas cuentan con los atributos necesarios para su funcionamiento y cumplir su objetivo en la cadena productiva de la planta.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.clasificadoras

File Edit View Tools Help

No limit

	gid [PK] serial	id_clasif character varying(10)	nombre character varying(10)	estado integer	capacidad numeric	velocidad numeric	geom geometry(MultiPolygon,3115)
1	1	cla2	clasifica2	1	5.0000000000	2.0000000000	01060000202B0C00000100000000
2	2	cla3	clasifica3	1	3.0000000000	3.0000000000	01060000202B0C00000100000000
3	3	cla4	clasifica4	1	3.0000000000	3.0000000000	01060000202B0C00000100000000
*							

Figura 42. Entidad Clasificadoras.

Las Clasificadoras, se determinaron en una entidad que contiene las 3 máquinas que se encargan de la clasificación del material triturado. Existen actualmente 3 máquinas de estas, las cuales se representan en cada fila con los atributos característicos de cada una.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public.procrudo

File Edit View Tools Help

No limit

	gid [PK] serial	idpc character varying(10)	nombre character varying(20)	volumen numeric	id_clasif character varying(10)	geom geometry(MultiPolygon,3115)
1	1	pp2	rojon	10000.0000000000	cla2	01060000202B0C00000100000001
2	2	b7	polvillo	8000.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
3	3	pp3	pulmo3	8500.0000000000	cla3	01060000202B0C00000100000001
4	4	g38	grava 38	11300.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
5	5	gl2	grava 12L	12300.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
6	6	pp4	pila pulmon 4	9700.0000000000	cla3	01060000202B0C00000100000001
7	7	g34	grava 34	8900.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
8	8	pv4	polvillo4	10300.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
9	9	gl	grava 1	11200.0000000000	cla4	01060000202B0C00000100000001
*						

Figura 43. Entidad Producto Crudo.

El producto triturado y clasificado, es dirigido a dos lugares, uno es el almacenamiento de Producto crudo, donde es distribuido posteriormente y otro es el laboratorio donde se generan mezclas con otros productos o químicos para

generar un producto final. Este producto se caracteriza con un id y un nombre específico, al cual se van sumando las cantidades de productos generados diariamente.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - cachibi_junio - public:profinal

File Edit View Tools Help

No limit

	gid [PK] serial	idpf character varying(10)	nombre character varying(20)	volumen integer	idpc character varying(5)	porcepc integer	geom geometry(MultiPolygon,3115)
1	1	ba	base tipo a	8000	g38	40	01060000202B0C00000100000001030
2	2	bb	base tipo b	9000	g34	60	01060000202B0C00000100000001030
3	3	sba	subbase tipo A	9300	g12	70	01060000202B0C00000100000001030
4	4	sbb	subbase tipo B	8700	g12	70	01060000202B0C00000100000001030
5	5	asfa	asfalto tipo A	7400	g12	35	01060000202B0C00000100000001030
6	6	asfb	asfalto tipo b	7300	g12	30	01060000202B0C00000100000001030
7	7	asfc	asfalto tipo C	6400	g34	45	01060000202B0C00000100000001030
8	8	gff	grava filtros ferreo	8200	g38	40	01060000202B0C00000100000001030
*							

Figura 44. Entidad Producto Final.

Como se estableció en el modelo Entidad/Relación, la entidad Producto Final es el producto que resulta del almacenamiento del Producto crudo y de la mezcla de productos o sustancias que se generan en el laboratorio, el cual es el producto que se distribuye entre los clientes. Existen 8 clases de productos finales, es decir, 8 tipos de materiales que se distribuyen entre los clientes, estos tienen un id característico con un nombre asociado y se almacena el volumen que se genera día a día.

Arquitectura del SIG

Como resultado final de esta sección de la metodología, se obtuvo un Sistema en funcionamiento y con las concisiones necesarias para integrarlo en el ambiente web descrito a continuación.

La arquitectura del SIG está dividida en 3 fases, la primera es el Almacenamiento de la información, la cual se realizó con los programas Postgres y Postgis, descritos anteriormente. Como 2da fase tenemos la publicación de la información almacenada por medio de la estructuración adecuada para ser leída y visualizada con los programas necesarios.



Figura 45. Arquitectura del SIG Cantera Cachibi.

Finalmente, como tercera y última fase se obtienen los servicios que puede ofrecer el SIG a los usuarios, los cuales son 3:

- Visualización de la Cantera
- Consultas de los Procesos de la Cantera
- Seguimiento a la cadena productiva de uno o varios productos.

Casos de Uso

A continuación se describen por medio de diagramas UML los casos de uso de cada uno de los usuarios que intervienen en la arquitectura descrita anteriormente, los cuales obedecen a los apartados descritos en el punto 8.5.4:

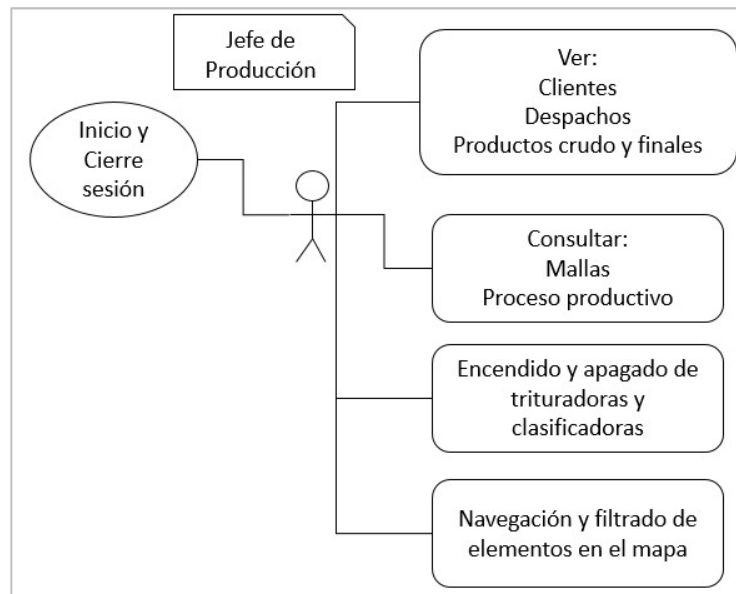


Figura 46. Caso de uso Jefe de producción.

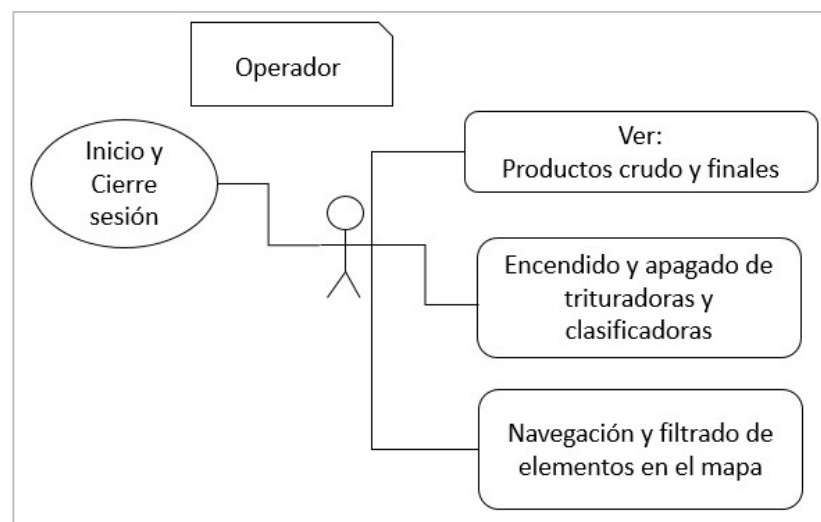


Figura 47. Caso de uso Operador.

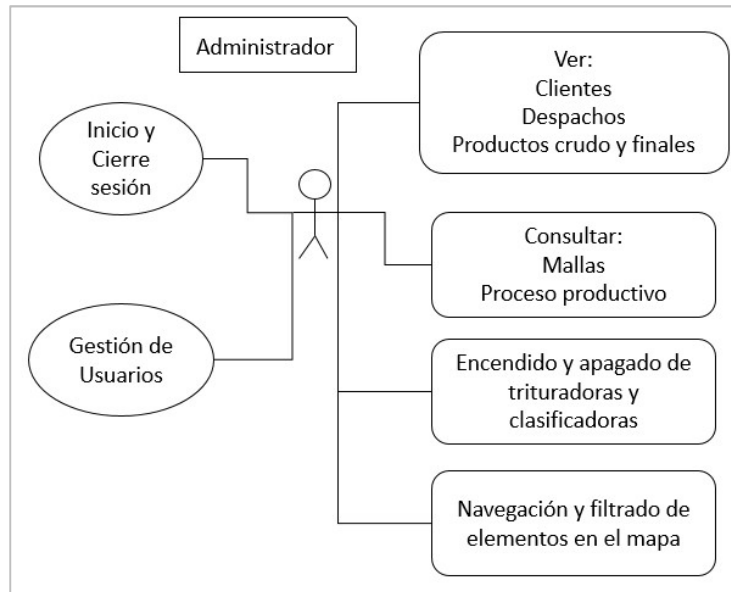


Figura 48. Caso de Uso Administrador.

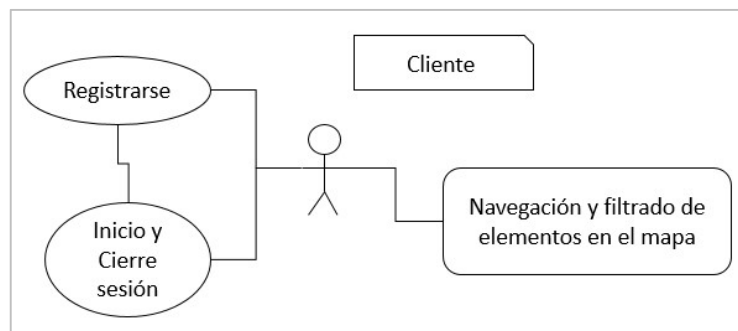


Figura 49. Caso de Uso Cliente.

9.3 Integración En El Ambiente Web

División de componentes

1. Página de inicio (Figura 50):

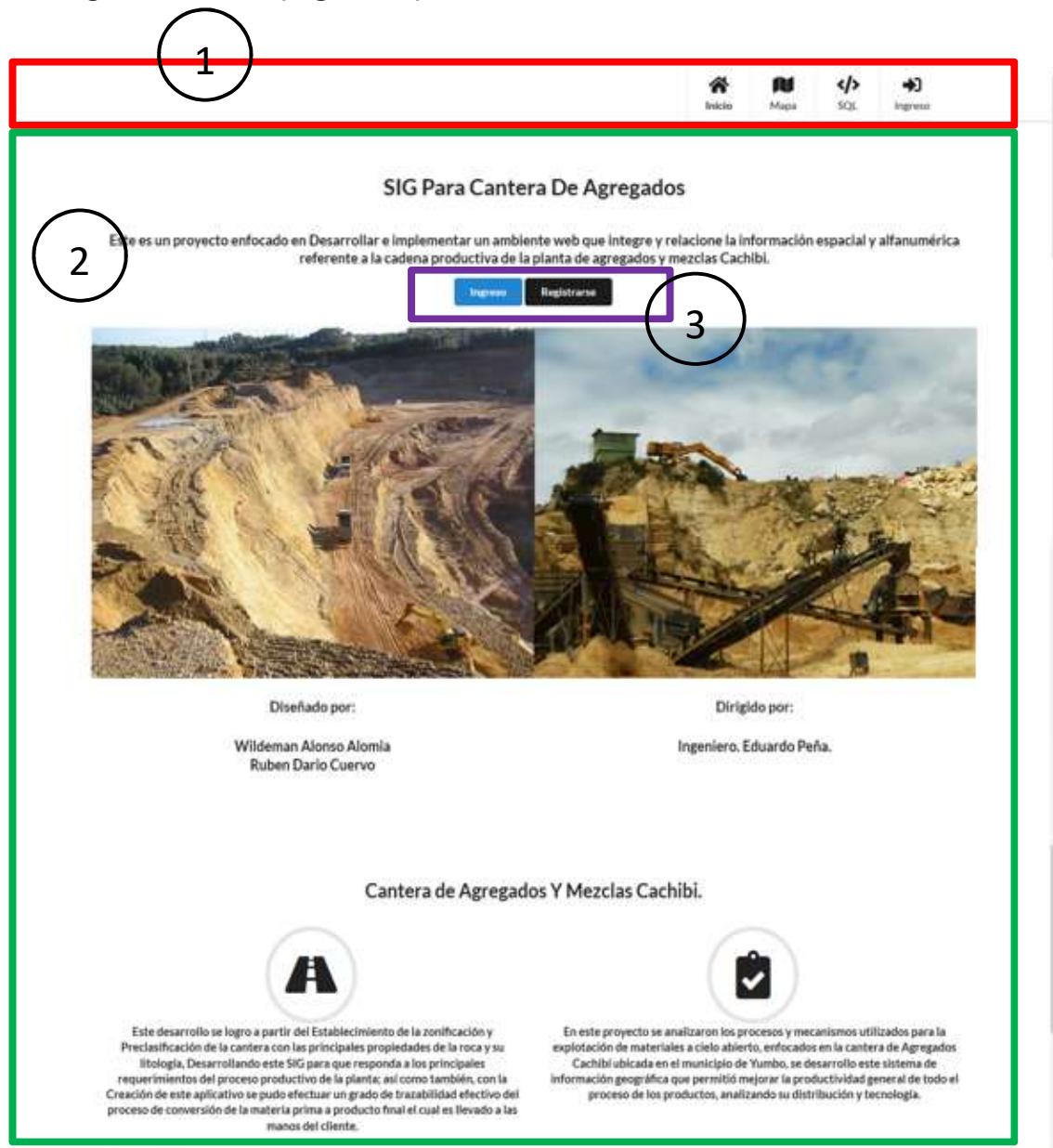


Figura 50. Página de Inicio.

1. Muestra barra de navegación (recuadro rojo). Permite navegar páginas de Mapa, consultas SQL e Ingreso.
2. Muestra presentación de la página (recuadro verde).

3. Dentro del recuadro verde (2) se encuentran los botones para realizar el ingreso o registro al sistema (recuadro morado).

2. Página SQL (Figura 51)

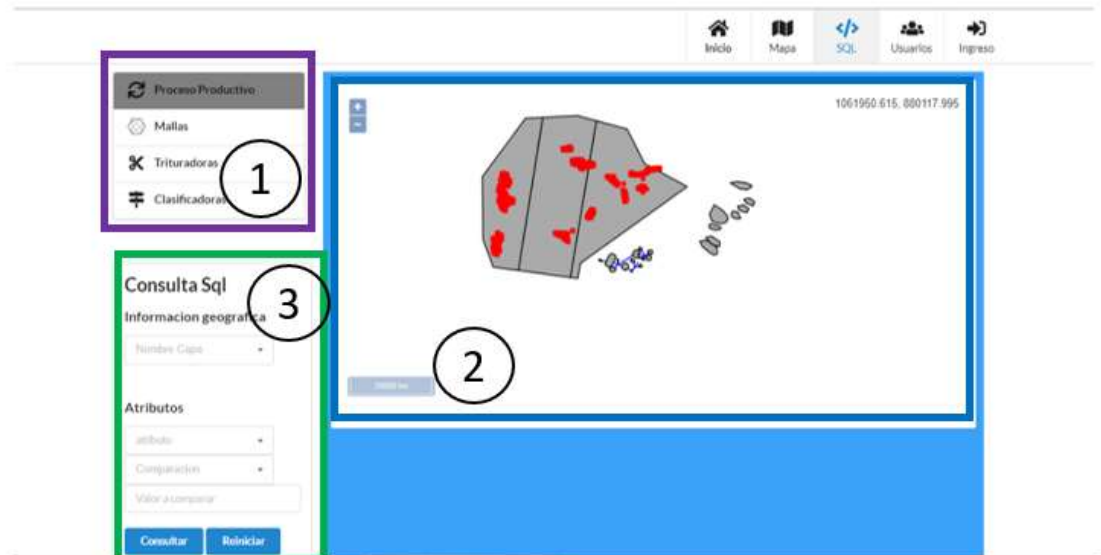


Figura 51. Página SQL.

1. Muestra los Proceso Productivos que se pueden consultar (cuadro morado).
2. Muestra las capas como un mapa (cuadro azul).
3. La Consultas Sql que se pueden ejecutar con los parámetros que establecidos (cuadro verde).

3. Consulta SQL (Figura 52)

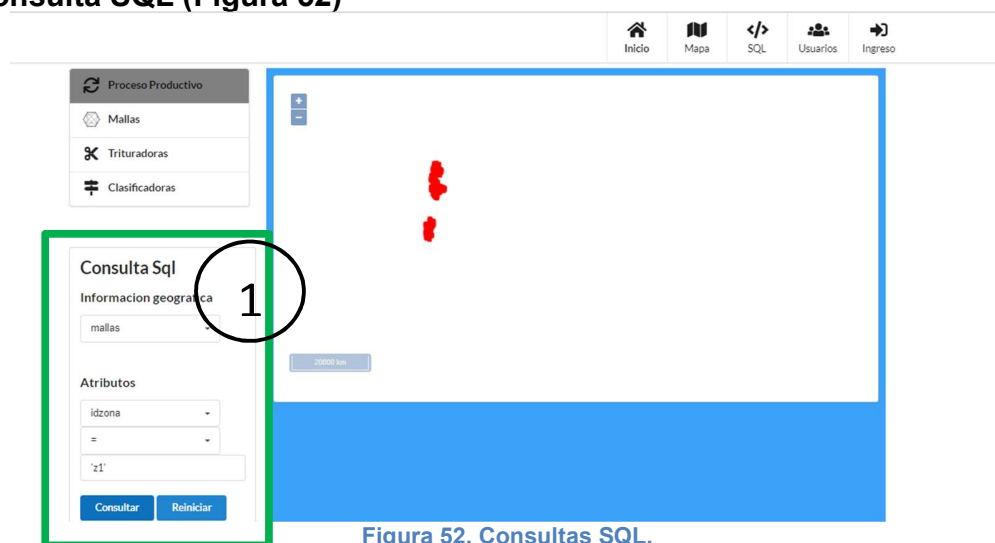


Figura 52. Consultas SQL.

1. Muestra mapa del estado actual de la consulta hecha (polígonos rojos) que en este caso son las Mallas que se ubican en la zona 1 el cual es el parámetro determinado en los Atributos (cuadro verde).

4. Usuarios (Figura 53):

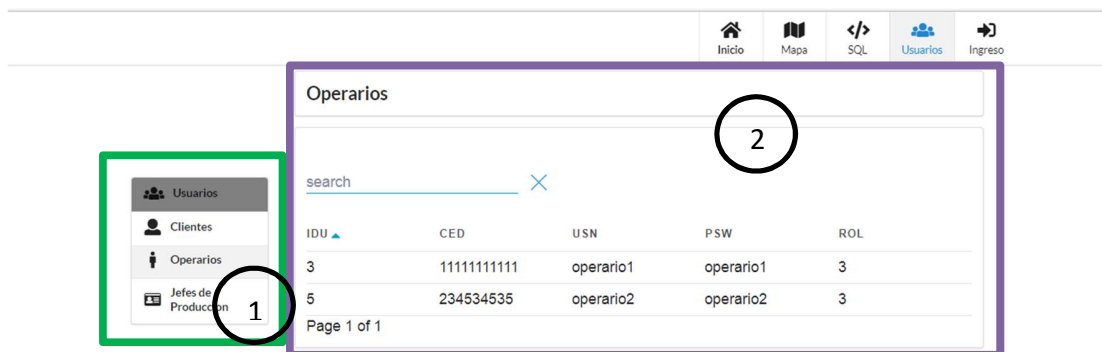


Figura 53. Usuarios 1. Operarios.

1. Muestra los diferentes tipos de Usuarios que pueden ingresar (cuadro verde)
2. Muestra lista de cada uno de usuarios en las 3 clases definidas (Clientes, Operarios y Jefes de producción). En este caso se ven los Operarios que están autorizados (cuadro morado). Cuando se selecciona cada uno de estos, genera una tabla con los atributos de cada usuario, como se ve en las siguientes imágenes.

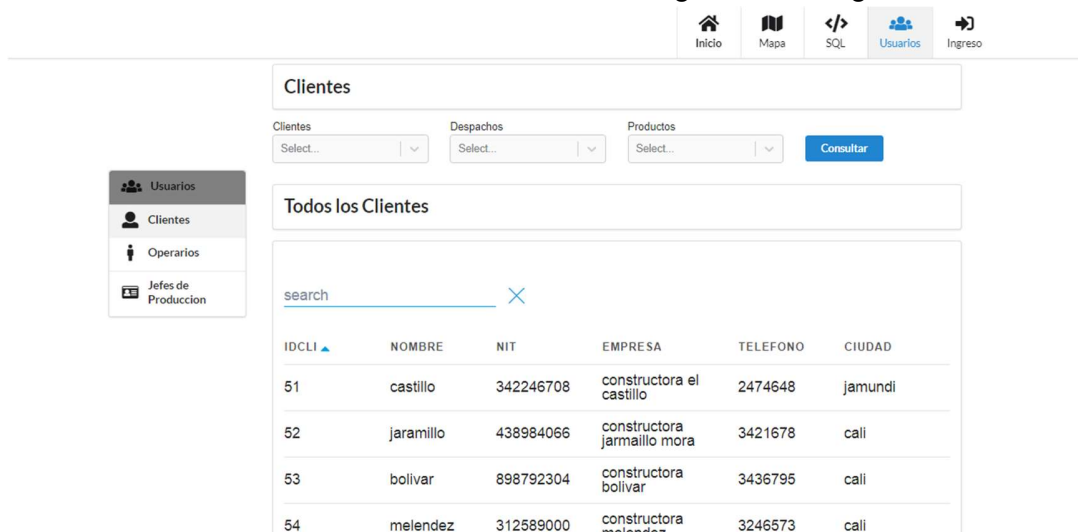


Figura 54. Usuario 2. Clientes.

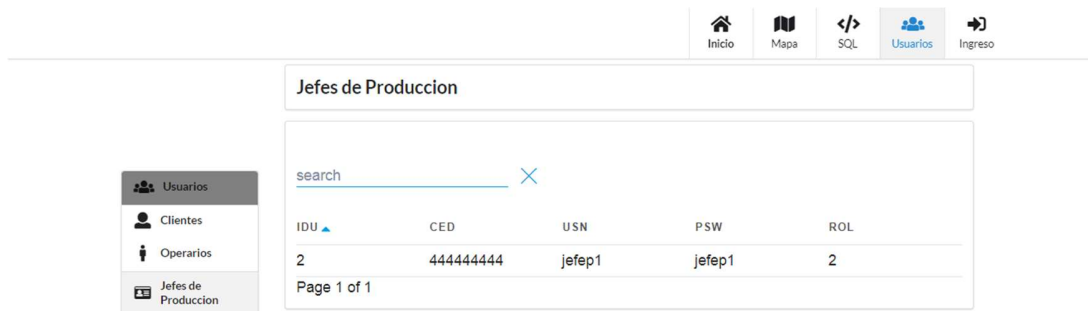


Figura 55. Usuarios 3. Jefes de Producción.

5. Página Proceso productivo – Mallas (Figura 56)

1. Permite consultar mallas de acuerdo a un rango de fechas (cuadro morado).
2. Muestra en el mapa las mallas seleccionadas en rojo de acuerdo a las especificaciones dadas (cuadro verde).
3. Muestra detalles de la malla tales como: nombre, capacidad/profundidad, fecha de creación (cuadro naranja).

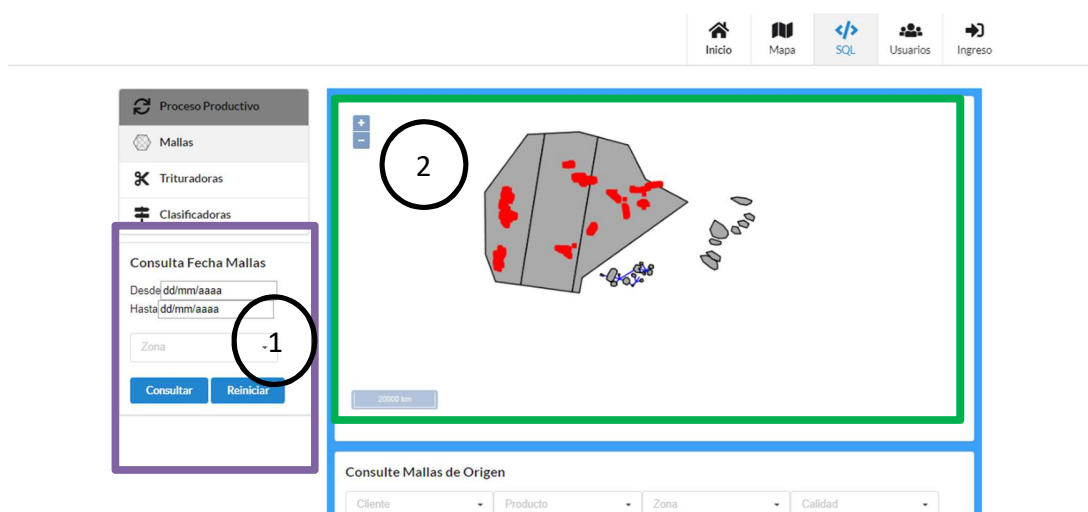


Figura 56. Proceso productivo – Mallas.

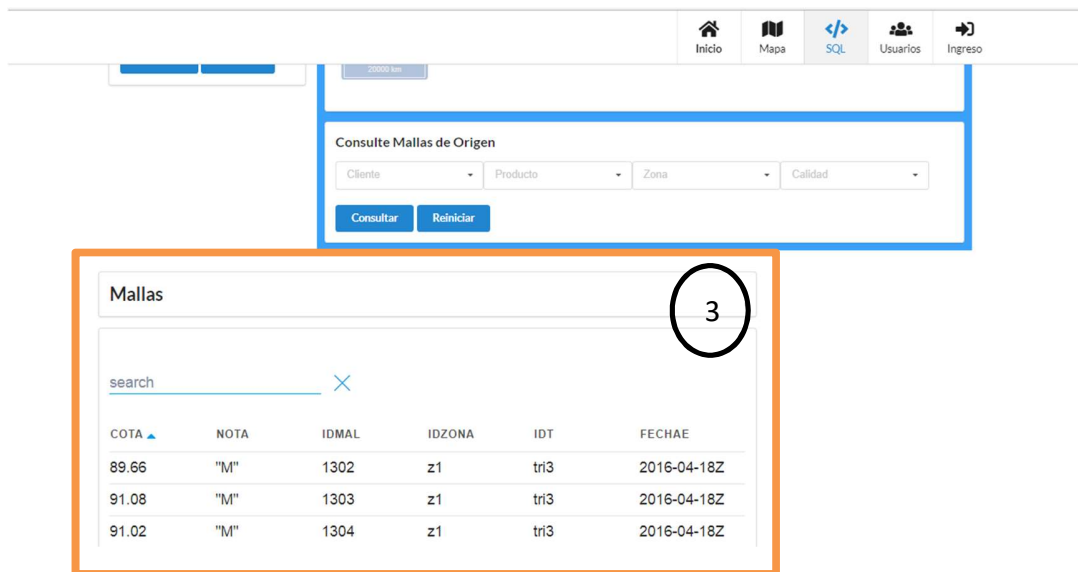


Figura 57. Proceso productivo – Mallas Resultado consulta.

6. Página Proceso productivo - Trituradoras (Figura 58)

1. Permite consultar las trituradoras visualizándolas en el mapa. (Cuadro azul)
2. Despliega la lista de trituradoras existentes con información de cada una.

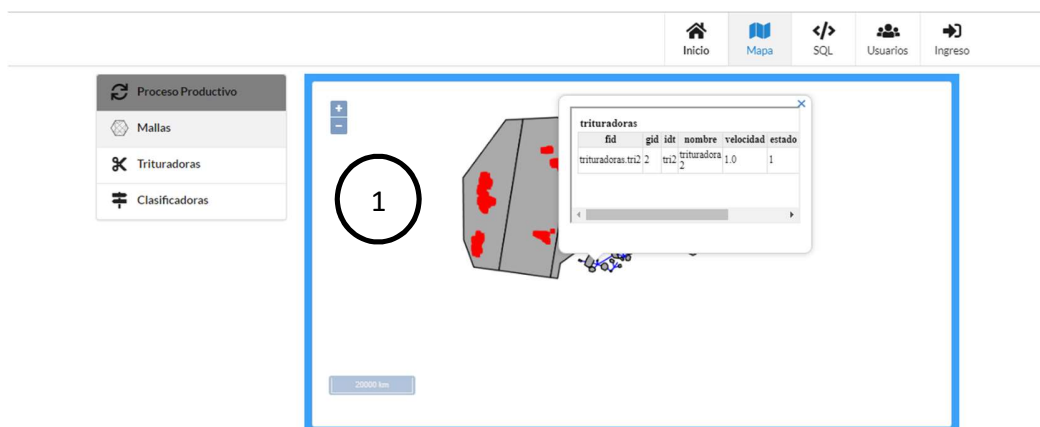


Figura 58. Página Proceso productivo – Trituradoras.

Inicio
Mapa
SQL
Usuarios
Ingreso

2000 km

Trituradoras

search

2

IDT	NOMBRE	VELOCIDAD	ESTADO	CAPACIDAD	ID_CLASIF
tri1	tritadora 1	2.5	1	3	cla2
tri2	tritadora 2	1	1	2	cla3
tri3	tritadora 3	1	1	3	cla4
tri4	tritadora 4	1	1	3	cla3

Page 1 of 1

Figura 59. Página Proceso productivo - Trituradoras. Resultado consulta.

10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las tablas suministradas por la Cantera Cachibi se integraron a la extensión espacial PostGIS para el sistema PostgreSQL, esta extensión nos permitió gestionar objetos geográficos añadiendo la capacidad al SGBD (sistema de gestión de bases de datos) del PostgreSQL para así formar la Base de Datos Final, observamos que al adicionarle la componente espacial a las tablas podemos tener manejo sobre ellas controlando esta información de datos de una manera espacial, la inclusión de un shapefile a la base PostGis y la conexión y visualización de los rasgos espaciales de esta nos permitieron realizar las consultas a la base de datos PostGIS que se ha obtenido a partir del ya conocido shapefile.

Como resultado de las consultas se obtuvo información alfanumérica y espacial de los datos consultaos referidos principalmente a los datos volumétricos y de ubicación de los materiales producidos, las consultas se realizaron en el contexto de que se pueden obtener diferentes tipos de datos de una ó múltiples tablas, se aplicó también para obtención de la información requerida la normalización de los datos aplicando brevemente conceptos de álgebra relacional que ayudaron a generar y entender los resultados. Las tablas generadas a partir de las consultas (Figura 44) muestran información variada que deben ser bien analizadas según la información requerida por la línea de código de la consulta específica, este es el caso de la siguiente consulta, donde al requerir *La Zona A Las Que Pertenecen Las Mallas De Origen Del Producto G12 Vendido Al Cliente 51del Despacho 38*.

```

6 -- Zona a la que pertenece las Mallas de origen
--del producto g12 vendido al cliente 51 del despacho 38
SELECT D.iddes, D.cliente, PC.nombre, M.idmal, M.idzona
from mallas3 M
INNER JOIN trituradoras T
ON M.idt = T.idt
INNER JOIN clasificadores C
ON T.id_clasif = C.id_clasif
INNER JOIN procrudo PC
ON C.id_clasif= PC.id_clasif
INNER JOIN despachos D
ON PC.idpc= D.idpc
WHERE D.idcli='51' AND PC.idpc ='g12' AND D.iddes ='38'

```

Figura 60. Consulta Zona A Las Que Pertenecen Las Mallas De Origen Del Producto G12 Vendido Al Cliente 51 del Despacho 38.

Observamos que la respuesta obtenida es una tabla extensa que a simple vista pareciese como si el cruce de información de las tablas involucradas en la consulta no hubiese funcionado (Figura 60).

	iddes character varying(10)	cliente character varying(10)	nombre character varying(20)	idmal character varying(254)	idzona character varying(3)
1	38	castillo	grava 12L	1302	z1
2	38	castillo	grava 12L	1303	z1
3	38	castillo	grava 12L	1304	z1
4	38	castillo	grava 12L	1305	z1
5	38	castillo	grava 12L	1306	z1
6	38	castillo	grava 12L	1307	z1
7	38	castillo	grava 12L	1308	z1
8	38	castillo	grava 12L	1309	z1
9	38	castillo	grava 12L	1310	z1
10	38	castillo	grava 12L	1311	z1
11	38	castillo	grava 12L	1312	z1
12	38	castillo	grava 12L	1313	z1
13	38	castillo	grava 12L	1314	z1
14	38	castillo	grava 12L	1315	z1
15	38	castillo	grava 12L	1316	z1
16	38	castillo	grava 12L	1317	z1
17	38	castillo	grava 12L	1318	z1
18	38	castillo	grava 12L	1319	z1
19	38	castillo	grava 12L	1320	z1
20	38	castillo	grava 12L	1350	z1
21	38	castillo	grava 12L	1351	z1
22	38	castillo	grava 12L	1352	z1

Figura 61. Resultado consulta Figura 60.

Explicación:

Se evidencia que hay muchas mallas: la razón es lógica dado que una zona de explotación contiene una cantidad considerable de mallas.

Ahora analizando la consulta *Mallas De Origen Del Producto Pp2 Vendido Al Cliente 51*

```
4 -- Mallas de origen del producto PP2 vendido al cliente 51
SELECT D.cliente, D.iddes, PC.idpc, PC.nombre, M.idmal, M.idt, T.id_clasif
from mallas3 M
INNER JOIN trituradoras T
ON M.idt = T.idt
INNER JOIN clasificadores C
ON T.id_clasif = C.id_clasif
INNER JOIN procrudo PC
ON C.id_clasif= PC.id_clasif
INNER JOIN despachos D
ON PC.idpc= D.idpc
WHERE D.idcli='51' AND PC.idpc ='pp2'
```

Figura 62. Consulta Mallas De Origen Del Producto Pp2 Vendido Al Cliente 51.

Se observa que la respuesta obtenida es una tabla extensa como en la consulta anterior, a simple vista parece como si el cruce de información de las tablas involucradas en la consulta no hubiera funcionado.

	cliente character varying(9)	iddes smallint	idpc character varying(10)	nombre character varying(20)	idmal character varying(254)	idt character varying(5)	id_clasif character varying(10)
1	bolivar	65	pp2	rojon	1321	tril	cla2
2	bolivar	86	pp2	rojon	1321	tril	cla2
3	bolivar	113	pp2	rojon	1321	tril	cla2
4	bolivar	70	pp2	rojon	1321	tril	cla2
5	bolivar	65	pp2	rojon	1322	tril	cla2
6	bolivar	86	pp2	rojon	1322	tril	cla2
7	bolivar	113	pp2	rojon	1322	tril	cla2
8	bolivar	70	pp2	rojon	1322	tril	cla2
9	bolivar	65	pp2	rojon	1323	tril	cla2
10	bolivar	86	pp2	rojon	1323	tril	cla2

Figura 63. Resultado consulta Figura 62.

Explicación:

Se evidencia que hay muchas mallas: la razón es porque el producto pp2 se ha generado de varias mallas explotadas

Se evidencia que hay varios pedidos: la razón es porque el cliente 51 pudo comprar el producto pp2 en varios pedidos.

Con lo anterior queremos enfatizar en el hecho de que el SIG nos entrega información tan precisa como la pidamos sin desconocer el hecho de que esta información puede ser extensa pudiendo sorprender al usuario consultor.

Partiendo de lo anterior también podemos hacer una mirada a nuestra interfase, cuando nos ubicamos en página de consulta SQL nos encontraremos con un modal de dos pestañas para realizar consultas SQL predefinidas o avanzadas llevándonos luego a las opciones para realizar consultas predefinidas tales como: Nombre de la

capa, Nombre, Comparación y Valor del atributo, esta interacción grafica con la base de datos le permite al usuario del sistema tener un entorno amigable y sencillo de ejecutar, pasando el tema de conocer el lenguaje SQL a un plano secundario; para el caso de las consultas especializadas se decidió no perder los conocimientos adquiridos en el lenguaje SQL, como es conocido, para las consultas según la necesidad de información las opciones de búsqueda son casi infinitas, es por eso que se le dio peso a la opción de consultar en forma avanzada.

La interfase diseñada tuvo como punto de partida las tres grandes de zonas de explotación Zona 1, Zona 2 y Zona 3 de la cantera, descritas en el estudio geotécnico referenciado en el capítulo Situación actual de la planta, Método de explotación en la parte de la descripción de la Geometría (Figura 11), donde se establecieron las anteriores zonas; la preclasificación de estas zonas con los estudios geotécnicos se convirtió en información importante para la explotación de los macizos de la cantera donde se evidencio las principales propiedades de la roca y su litología, dicho de otra forma la inclusión de las zonas de explotación en el SIG constituyó un factor determinante para el proceso de explotación dado que la ubicación de las mallas en cualquiera de estas zonas determina la predicción del material que se puede obtener, dando como resultado una preclasificación de los materiales a explotados.

Dentro del modelado de los datos se hace necesario mirar los modelos utilizados para la gestión de nuestro SIG, El modelo entidad-relación o diagrama entidad-relación fue la herramienta utilizada para el modelado de nuestros datos que permitió representar la relación de cada una de las 9 entidades que conforman nuestro SIG identificándolas como entidades relevantes de nuestro sistema de información, priorizando con sus interrelaciones y propiedades; por otra parte partiendo de la idea fundamental del uso de relaciones se implementó el modelo relacional, para el modelado y la gestión de bases de datos, siendo este un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos; dentro del modelo relacional, se puede observar que en la tabla BANDAS no genera una relación entre consultas, ya que son solo entidades por donde se transporta en material pero no genera una diferencia entre ellos ni entre las demás entidades.

11.DISCUSIONES

Las normas y técnicas presentadas en la Cartilla Sobre La Explotación De Materiales De Construcción por (RINCÓN BASTIDAS, CEDEÑO, & MARTÍNEZ, 2013), nos llama mucho la atención la forma como se muestra los Métodos Extractivos donde se hace una explicación sobre los métodos más importantes que se deben tener en cuenta al realizar una explotación a cielo abierto, bien sea para canteras o material de arrastre, también nos resulta importante mirar las Operaciones Mineras donde se muestra los pasos y procesos a seguir en toda actividad minera para el desarrollo de una explotación, por otro lado el Beneficio Y

Transformación nos resulta interesante, aquí se muestra la importancia de realizar un proceso de beneficio a los materiales de construcción teniendo en cuenta los equipos a utilizar para mejorar la calidad y generar un mayor valor agregado al producto. Con lo anterior podemos decir que la información proporcionada en técnicas y manejos de extracción es necesaria para el estudio que logramos realizar en la cantera Agregados y Mezclas Cachibí. Dado que en nuestra investigación el interés fundamental está referido al modelamiento, construcción e integración de una base de datos espacial que permita mejorar la cadena productiva de la planta, manifestamos, que nuestro modelo no se va condicionar al aspecto ambiental, aclarando que no se va a desconocer la importancia y la normatividad ambiental exigida en nuestro territorio para proyectos de explotación de este tipo.

En el estudio realizado por (Dile, Daggupati, George, Srinivasan, & Arnold, 2016) se presenta una nueva interfaz de usuario SIG de código abierto para el modelo de herramienta de evaluación de suelo y agua. La utilización de esta interfaz de usuario de fuente abierta para el modelado de cuencas hidrográficas nos proporciona la metodología y sobre todo el conocimiento aplicado para la creación de una interfase grafica para un SIG, el autor nos proporciona argumentos de confianza para lograr hacer más accesible el control de la operatividad y la producción en la cantera, estando de acuerdo con la investigación del autor, la interfaz GIS es una herramienta clave para impulsar la gestión del modelo de producción de una planta, al tomar como ejemplo la metodología expuesta por el estudio se logró de diseñar varias versiones de interfaces hasta que obtuvimos la más eficiente, amigable y practica para nuestro sistema.

La utilización de las capacidades de un sistema de información geográfica, teniendo en cuenta factores como la población, el medio ambiente y el uso del suelo constituye un argumento de valor para el control de la explotación de materiales para construcción en regiones donde el desarrollo constructivo se encuentra en su pleno auge ya sea en parte urbanística como domiciliar; esto lo confirma el estudio realizado por (Dellero & ElKharim, 2017) donde se analiza la explotación de materiales de construcción en la dorsal calcárea de la cordillera de Haouz en la región de Tánger-Tetuán, Marruecos donde el estudio se desarrolló en un momento en que existe una gran demanda de agregados en la región y una nueva legislación que aún está en progreso, el objetivo de este estudio, según los autores, es encontrar una forma ecológica de gestionar los recursos de la Cordillera de Haouz y determinar la explotabilidad de sus terrenos utilizando como apoyo los SIG. La investigación referida a la producción y explotación de los materiales a cielo abierto en la planta de agregados y mezclas Cachibí asemeja su operatividad a la conciencia del buen manejo ecológico cumpliendo con la normas legales y vigentes del ministerio de minas nacional, coincidiendo con el apoyo de los SIG el cual se convierte en una herramienta de control para esta correcta ejecución.

Al igual que el estudio presentado por (Dellero & ElKharim, 2017), esta investigación no desconoce el principio de que la explotación no debe causar ningún daño o inconveniente a la población circundante, construcciones públicas o áreas protegidas y que al mismo tiempo debe causar mínimas perturbaciones en el medio ambiente, el desarrollo de este estudio también propone a partir del cumplimiento de las condiciones anteriores, la garantía de la existencia prolongada de un recurso accesible, abundante y rentable con la ayuda de la implementación del SIG para la explotación los materiales de la cantera.

12.CONCLUSIONES

Por lo general se requiere utilizar perforación y voladura para el arranque del mineral en los bancos de explotación, así como también equipo pesado para la reducción de sobre tamaños y cargue, es por lo que esta actividad se constituye en una fuente importante de empleo en las regiones y provee la materia prima al sector de la construcción. (RINCÓN BASTIDAS, CEDEÑO, & MARTÍNEZ, 2013). Los resultados obtenidos nos muestran que este estudio constituyo un enfoque geoespacial para determinar la explotabilidad de las formaciones rocosas en la región, con el fin de producir material de construcción; utilizando herramientas del sistema de información geográfica (SIG) pudimos establecer un sistema que más que de apoyo técnico sirvió de consulta de las características reales de los materiales para poder identificar su calidad y cantidad.

Los resultados permiten ver y comprobar que el SIG proporciona el control sobre la cadena de producción de la planta, confirmamos con los resultados que se obtienen de las consultas prediseñadas y especializadas tales como volúmenes, ubicación espacial y datos estadísticos entre otros, que sistematizar la información de los procesos de producción de una cantera geográficamente es la mejor opción para poder obtener los mejores materiales y productos para el campo de la construcción, sin olvidar que este proceso ayuda a mantener los mejores estándares de calidad entregando al cliente un producto oportuno y de excelentes características.

La inclusión de una interfaz gráfica que permitió tener el manejo de los datos de producción de la planta, entregó la posibilidad de crear una herramienta robusta del modelado de los sistemas operativos del proceso. En lo general, la idea de integrar una interfaz para crear entradas y salidas de la información requerida fue positiva dado que este módulo permite entregar información, así como también acepta la entrada de información la cual puede ser ingresada por los usuarios del sistema. La inclusión de una interfaz que maneje el sistema de gestión de base de datos si permite llevar a un plano de acceso público toda la información que funciona en el entorno autorizado del sistema de gestor Postgres y el servidor Geoserver que está diseñado para la interoperabilidad; relevantemente se logró uno de los objetivos de este desarrollo que fue crear una interfaz de usuario de fuente abierta para el

modelo de base de datos de la cantera Agregados y Mezclas Cachibí, que sirvió indudablemente para desarrollar el ambiente web que integró y relacionó la información espacial y alfanumérica referente a la cadena productiva de la planta, razón por la se puede afirmar que haciendo un diagnostico eficiente y una evaluación real de las característica de cualquier cantera de explotación de material se puede implementar este SIG a cualquier ambiente extractivo o cantera, obteniendo el mismo éxito que con la planta Cachibi.

Por la actividad comercial de la cantera que es la venta de materiales de agregados y mezclas producidas, en el proceso de extracción y clasificación se hace necesario el cálculo volumétrico de la materia prima producida periódicamente, existen diferentes técnicas para lograr estos resultados, que van desde métodos convencionales topográficos hasta la utilización de mediciones fotogramétricas referidas a la implementación tecnologías como UAV (imágenes de vehículos aéreos no tripulaos) o tecnologías basadas en la fotogrametría terrestre o de corto alcance SFM (Structure from motion). Es por lo anterior que Implementar un SIG dentro de la cadena de producción de una cantera se convierte en un punto de referencia importante para cotejar la información del cálculo de los volúmenes producidos, esto porque de forma sistemática y con la información de la base de datos el sistema puede entregar de manera inmediata datos volumétricos de los productos crudos y derivados del proceso.

Puntualizando la importancia que tienen las aplicaciones SIG en todos los ámbitos del día a día, se ha podido establecer la facilidad para relacionar los aspectos contenidos dentro de la cadena productiva de una planta de agregados, confirmando de esta forma el mejoramiento de los procesos productivos y el hecho de que estos se hicieron más eficientes y eficaces en el ejercicio de explotación en las minas de agregados pétreos.

Los resultados espaciales de la aplicación SIG muestran un importante avance para para el proceso productivo de la cantera, y a su vez esta permite analizar las falencias que se presentan, y el lugar donde se deben destinar los esfuerzos y correcciones de operatividad para controlar la problemática productiva que se esté provocando.

BIBLIOGRAFIA

- Agregados y Mezclas Cachibí S.A. (s.f.). *Agregados y Mezclas Cachibí S.A.* Recuperado el 20 de 01 de 2017, de <http://cachibi.com.co/>
- Arnold, J., & Fohrer, N. (2005). SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling. . *Hydrol. Process*, 563-572.
- Arnold, J., Srinivasan, R., Muttiah, R., Williams, J., Ramanarayanan, T., & Bednarz, S. (1998). Large area hydrologic modeling and assessment part II: model application. *Water Resour. Assoc.*, 91-101.
- Berry, P., & Pistocchi, A. (2003). A Multicriterial Geographical Approach for the Environmental Impact Assessment of Open-Pit Quarries. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment* .
- Cantor, R., & Bulla, M. E. (2015). *Creación de la herramienta SIG para el seguimiento de los planes de Manejo Ambiental en explotación de Canteras de Agregados Pétreos en Cundinamarca aplicada a la Cantera “El Pencal” ubicado en el Municipio de Mosquera”, realizado en la.* Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Codd, E. F. (1970). *A relational model for large shared data banks.* Communications of the ACM.
- Dellero, H., & ElKharim, Y. (2017). Exploitability of construction materials in the calcareous dorsal of the Haouz Mountain range in the region of Tangier-Tetouan, Morocco. *Journal of African Earth Sciences* 129, 330 - 337.
- Dile, Y., Daggupati, P., George, C., Srinivasan, R., & Arnold, J. (2016). Introducing a new open source GIS user interface for the SWAT model. *Environmental Modelling & Software* 85 , 129 - 138.
- EcuRed. (2015). *EcuRed - Conocimiento para todos.* Obtenido de <http://www.ecured.cu/index.php/PostGreSQL>
- HERNÁNDEZ, R., & BULLA, M. (2015). CREACION DE LA HERRAMIENTA SIG PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS PLANES DE MANEJO AMBIENTAL EN EXPLOTACION DE CANTERAS DE AGREGADOS PETREOS, APLICADA A LA CANTERA “EL PENCAL” EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA - CUNDINAMARCA. *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES*, 14-89.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, G. d. (1997). *REAL DECRETO 1389/1997, de 5 de septiembre.* Madrid: Gobierno de España.
- José Carlos Martínez Llario. (2013). *PostGIS 2. Análisis Espacial Avanzado.* Valencia: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Josue Caballero. (19 de 11 de 2012). *Youtube.com.* Recuperado el 05 de 03 de 2017, de Metodoliga estructurada para el desarrollo de sistemas de información por James Seen: <https://www.youtube.com/watch?v=pWlx7HP4Suk>
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, U. P. (2011). *Metodos de Explotación - Canteras Y Materiales De Arrastre.* Bogota.

- NCGIA. (1990). Iniciativa 1: Precisión de las bases de datos espaciales, dirigido por Michael Goodchild . En C. N. Análisis.
- Olaya, V. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 15 de 09 de 2017, de <http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Metadatos.html>
- Open Source Geospatial Foundation. (s.f.). *Geoserver*. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de <http://geoserver.org>
- Open Source Geospatial Foundation. (s.f.). *MapServer*. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de <http://mapserver.org/>
- PostGIS Project. (s.f.). *Spatial and Geographic objects for PostgreSQL*. Recuperado el 05 de 02 de 2017, de <http://postgis.net/>
- RINCÓN BASTIDAS, L., CEDEÑO, L., & MARTÍNEZ, J. (2013). EXPLOTACION DE MATERIALES - CANTERAS Y MATERIAL DE ARRASTRE . *MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA*, 14-26.
- Salvador, A. G. (2010). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid- España: PEARSON EDUCACION S.A.
- Senn, J. (2010, 2da Ed.). *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*,. McGrawHill.
- Sistema de Informacion Geografica. (s.f.). <https://langleruben.wordpress.com/>. Recuperado el 17 de 02 de 2017, de <https://langleruben.wordpress.com/?que-es-un-sig/>
- Tarboton, D. (1997). *A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation*. Water Resour. Res. 33, 309.
- The PostgreSQL Global Development Group. (s.f.). *The PostgreSQL*. Recuperado el 05 de 03 de 2017, de <https://www.postgresql.org>
- Victor Olaya. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Licencia Creative Commons.
- Whitten, J. L., Bentley, L. D., & Barlow, V. M. (1996). *Analisis y diseño de sistemas de información*. Madrid: McGraw-Hill.
- Wikipedia, la enciclopedia libre. (s.f.). <https://es.wikipedia.org>. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos_relacional
- World Bank, W. (1991). *Libro de consultas para evaluacion ambiental*. Washington DC.

ANEXO 1. Tablas suministradas por la Cantera Cachibi.

Datos de la entidad Cantera.

nombre	área	idzona
zonaA	5691,00	z1
ZonaB	8205,00	z2
ZonaC	7556,00	z3

Datos de la entidad Bandas.

idbad	nombre	estado	velocidad	capacidad	source	target	x1	y1	x2	y2	reverse_co
b1	banda1	1	1,1295	1,0000	8,0000	9,0000	1061320,9903	879683,0450	1061345,5411	879680,5495	24,6773
b2	banda2	1	0,8835	1,0000	9,0000	10,0000	1061345,5534	879680,5409	1061371,4130	879672,1878	27,1753
b3	banda3	1	0,3552	1,0000	10,0000	11,0000	1061371,4259	879672,1883	1061393,8934	879665,0651	23,5696
b4	banda4	1	0,8949	1,0000	11,0000	5,0000	1061393,8610	879665,0651	1061413,8734	879651,7474	24,0386
b5	banda5	1	1,1290	1,0000	10,0000	12,0000	1061371,4269	879672,1902	1061426,5114	879705,0693	64,1509
b6	banda6	1	0,4539	1,0000	10,0000	13,0000	1061371,4061	879672,1774	1061372,2118	879685,2395	13,0869
b7	banda7	1	0,8348	1,0000	14,0000	10,0000	1061368,5769	879685,6407	1061371,3890	879672,2125	13,7195
b8	banda8	1	0,8896	1,0000	10,0000	15,0000	1061371,4135	879672,1914	1061355,1961	879655,6572	23,1599
b9	banda9	1	0,3476	1,0000	5,0000	1,0000	1061413,8497	879651,7497	1061424,0153	879663,2621	15,3582
b10	banda10	1	1,2725	1,0000	1,0000	2,0000	1061423,9308	879663,2060	1061441,6682	879667,4937	18,2483
b11	banda11	1	0,6645	1,0000	1,0000	3,0000	1061423,9661	879663,2409	1061435,0454	879679,4919	19,6684
b12	banda12	1	0,6845	1,0000	1,0000	4,0000	1061424,0006	879663,2624	1061417,9688	879683,3383	20,9624
b13	banda13	1	0,4864	1,0000	1,0000	5,0000	1061423,9487	879663,2489	1061413,8883	879651,7687	15,2646
b14	banda14	1	1,0031	1,0000	12,0000	6,0000	1061426,5129	879705,0652	1061456,4071	879699,0172	30,4998
b15	banda15	1	0,4061	1,0000	6,0000	16,0000	1061456,4357	879699,0127	1061448,6254	879693,2335	9,7160
b16	banda16	1	1,2038	1,0000	17,0000	6,0000	1061452,9068	879688,2778	1061456,4337	879699,0146	11,3013
b17	banda17	1	1,2537	1,0000	6,0000	18,0000	1061456,4199	879699,0286	1061467,8783	879693,5991	12,6797
b18	banda18	1	1,2045	1,0000	6,0000	19,0000	1061456,4242	879699,0077	1061471,5120	879712,0963	19,9738
b19	banda19	1	1,2071	1,0000	6,0000	7,0000	1061456,3652	879699,0577	1061444,0940	879719,0059	23,4204

Datos parciales de la entidad Mallas.

idmalla	norte	este	cota	nota	fecha	idzona	idt
1302	879894,5000	1061010,4600	89,6600	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1303	879898,1100	1061005,3500	91,0800	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1304	879900,1700	1061003,1200	91,0200	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1305	879901,8600	1061000,3300	91,4300	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1306	879903,7800	1060998,0900	91,8700	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1307	879894,4900	1061010,4000	89,6500	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1308	879903,8200	1060998,1100	91,8700	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1309	879901,9800	1061000,4700	91,5100	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1310	879900,1600	1061003,1200	91,0400	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1311	879898,2800	1061005,4500	91,0700	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1312	879896,4000	1061007,9300	90,0900	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1313	879896,3900	1061007,9000	90,1200	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1314	879894,4900	1061010,4700	89,6600	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1315	879893,5400	1061007,5200	89,5800	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1316	879895,2700	1061005,1700	90,4100	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1317	879896,9700	1061002,5800	91,2200	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1318	879898,8700	1061000,1500	91,1800	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1319	879900,6900	1060997,6600	91,8300	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1320	879896,4700	1061007,8900	90,1300	"M"	18/04/2016	z1	tri3
1321	879777,1850	1061229,7720	20,0280	""	26/04/2016	z2	tri1
1322	879878,2670	1061007,0860	91,7910	""	26/04/2016	z1	tri1
1323	879875,1980	1061006,8600	91,3700	""	26/04/2016	z1	tri1
1324	879872,1110	1061006,6320	91,2620	""	26/04/2016	z1	tri1
1325	879869,0270	1061006,5040	91,3650	""	26/04/2016	z1	tri1
1326	879866,0320	1061006,1140	91,6410	""	26/04/2016	z1	tri1
1327	879862,9860	1061006,0790	91,8810	""	26/04/2016	z1	tri1
1328	879864,5780	1061003,6820	92,0780	""	26/04/2016	z1	tri1

Datos de la entidad Trituradoras.

Código	nombre	velocidad	estado	capacidad	id_clasif
tri1	trituratora 1	2,50	1	3,00	cla2
tri2	trituratora 2	1,00	1	2,00	cla3
tri3	trituratora 3	1,00	1	3,00	cla4
tri4	trituratora 4	1,00	1	3,00	cla3

Datos de la entidad Clasificadoras.

ID_CLASIF	NOMBRE	ESTADO	CAPACIDAD	VELOCIDAD
cla2	clasifica2	1	5,00	2,00
cla3	clasifica3	1	3,00	3,00
cla4	clasifica4	1	3,00	3,00

Datos de la entidad Producto Final.

Código	nombre	volumen	Pro.Crudo	Porcentaje Pro.Crudo
ba	base tipo a	8000	g38	40
bb	base tipo b	9000	g34	60
sba	subbase tipo A	9300	g12	70
sbb	subbase tipo B	8700	g12	70
asfa	asfalto tipo A	7400	g12	35
asfb	asfalto tipo b	7300	g12	30
asfc	asfalto tipo C	6400	g34	45
gff	grava filtros ferreo	8200	g38	40

Datos de la entidad Producto Crudo.

Código	nombre	volumen	id_clasif
pp2	rojon	10000,00	cla2
b7	polvillo	8000,00	cla4
pp3	pulmo3	8500,00	cla3
g38	grava 3/8	11300,00	cla4
g12	grava 1/2	12300,00	cla4
pp4	pila pulmon 4	9700,00	cla3
g34	grava 3/4	8900,00	cla4
pv4	polvillo4	10300,00	cla4
g1	grava 1	11200,00	cla4

Adicionalmente a las tablas de los datos espaciales, también se obtuvieron algunos datos de clientes y de despachos a estos clientes, los cuales se almacenaron en las tablas siguientes:

Datos de Clientes.

Código	NOMBRE	NIT	EMPRESA	TELEFONO	CIUDAD
51	Castillo	342246708	Constructora El Castillo	2474648	Jamundi
52	Jaramillo	438984066	Constructora Jaramillo Mora	3421678	Cali
53	Bolívar	898792304	Constructora Bolívar	3436795	Cali
54	Meléndez	312589000	Constructora Meléndez	3246573	Cali
55	Colpatria	127764802	Constructora Colpatria	3345326	Cali

Datos parciales de los Despachos.

Codigo	fecha	Cod.Cliente	cliente	idpFINAL	idpCRUDO	cantidad	Calificacion
11	21/01/2016	51	bolivar	bb		116	bueno
12	22/01/2016	51	bolivar	ba		120	malo
13	23/01/2016	52	castillo	bb		216	regular
14	24/01/2016	54	melendez		g12	140	regular
15	25/01/2016	51	bolivar	sab		120	bueno
16	26/01/2016	51	bolivar	gif		180	bueno
17	26/01/2016	54	melendez		g12	140	bueno
18	26/01/2016	52	castillo	sba		155	regular
19	26/01/2016	52	castillo		g38	125	bueno
20	15/02/2016	54	melendez		pp2	180	regular
21	16/02/2016	51	bolivar		b7	180	regular
22	17/02/2016	52	castillo		g12	110	bueno
23	18/02/2016	52	castillo	sba		130	bueno
24	19/02/2016	52	castillo		g34	130	malo
25	25/02/2016	54	melendez		pp2	120	bueno
26	25/02/2016	51	bolivar	sba		130	regular
27	25/02/2016	54	melendez		g34	130	bueno
28	25/02/2016	54	melendez	sbb		55	bueno
29	15/03/2016	54	melendez		g38	90	bueno
30	16/03/2016	53	jaramillo		g12	100	regular
31	17/03/2016	54	melendez	sbb		110	bueno
32	18/03/2016	51	bolivar	sbb		155	regular
33	25/03/2016	53	jaramillo		pp4	80	regular
34	25/03/2016	54	melendez		b7	130	regular
35	25/03/2016	52	castillo	asfa		190	regular
36	25/03/2016	54	melendez		pv4	110	malo
37	25/03/2016	51	bolivar	sba		98	regular
38	10/04/2016	53	jaramillo		pp3	100	bueno
39	10/04/2016	54	melendez		pp3	170	bueno
40	10/04/2016	52	castillo		at3	130	regular
41	10/04/2016	53	jaramillo		pp4	80	bueno
42	10/04/2016	52	castillo		b7	140	bueno
43	10/04/2016	52	castillo	sbb	g34	130	regular
44	10/04/2016	53	jaramillo		g34	120	bueno
45	10/04/2016	51	bolivar		g34	130	bueno