

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

**Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del
Distrito Aurífero de Marmato – Caldas**

Juan Fernando Palacio Aguirre

Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, marzo de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del
Distrito Aurífero de Marmato – Caldas**

Juan Fernando Palacio Aguirre

Richard Resl, Ph.Dc.

Director de Tesis

Anton Eitzinger, Ms.

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph.Dc.

**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D.

**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, marzo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Juan Fernando Palacio Aguirre

Pasaporte: AM402211

Quito, marzo de 2014

Resumen

En vista de las ventajas que ofrece la consulta de grandes cantidades de información geográfica en campo por medio de Internet, esta tesis da cuenta de la construcción de un visor Web que muestra organizada y oportunamente datos espaciales a usuarios de las áreas involucradas en el Plan de exploración de metales preciosos dentro del distrito aurífero de Marmato – Caldas.

El texto está dividido en las siguientes partes. La primera aborda el contexto de la minería en Colombia desde una perspectiva histórica para llegar a la minería actual en Marmato Caldas; se dan algunos datos Figuras, de producción, exploración y extracción de metales preciosos, asuntos formales de la formulación del proyecto como tal. Se encuentran los objetivos que orientaron la investigación, la hipótesis, el alcance y el problema de investigación.

El marco teórico, debido a su extensión, es la segunda parte. En este se encuentran un buen número de conceptos que ayudaron a dar claridad a la construcción del visor. Además, permite que otras personas puedan consultar esta tesis y tomen como punto de partida para nuevas investigaciones.

El tercer capítulo está dedicado a la ingeniería de software. Esta es una parte en la cual se encuentran algunos conceptos y metodologías que ayudan el desarrollo del visor, se enumera la información requerida y disponible para el desarrollo del visor y la base de datos que se podrá consultar en Internet.

Finalizando con el desarrollo en la cuarta parte es el diseño de la interfaz del visor. En él se exponen los botones y herramientas que tendrá el visor. Además, en esta parte se incluyen los resultados de la elaboración de este proyecto.

Abstract

In view of the advantages of query large amounts of geographic information via the Internet field, this thesis realizes the construction of a Web viewer that displays organized and timely spatial data users in the areas involved in the Plan precious metals exploration in the gold district Marmato - Caldas.

The text is divided into the following parts. The first addresses the context of mining in Colombia from a historical perspective to reach the current mining Marmato Caldas, some figures data, production; exploration and extraction of precious metals, formal affairs such as project formulation are given. Are the objectives that guided the research, hypothesis, scope and the research problem.

The theoretical framework, due to its length, is the second part. Here are a number of concepts that helped give clarity to the construction of the viewer. It also allows other people to see this thesis and take as a starting point for further research.

The third chapter is devoted to software engineering. This is a part in which are some concepts and methodologies that help the development of the viewfinder, the required and available for the development of display information and database that will be available on Internet lists.

Ending with the development in the quarter is the interface design of the viewfinder. It buttons and tools that will expose the viewer. Furthermore, the results of the development of this project are included in this part.

Tabla de Contenidos

Resumen	5
Abstract.....	6
1. Introducción	13
1.1 Antecedentes	14
1.1.1 Situación espacial de Marmato	14
1.1.2 La Minería en Marmato.....	15
1.1.3 Minerales Andinos de Occidente S.A	15
1.1.4 Problema de investigación	16
1.2 Objetivos y Pregunta de Investigación	16
1.2.1 Objetivos General.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2.3 Pregunta de investigación	16
1.3 Justificación	17
1.4 Alcance	17
1.5 Hipótesis	18
2. Revisión Literaria ó Marco Teórico	19
2.1 Web Mapping	19
2.2 Componentes de una Aplicación Web Mapping	20
2.2.1 MapServer	21
2.2.2 Características de MapServer.....	22
2.2.3 Archivo “mapa”.....	22
2.3 GDAL	23
2.4 Archivo HTML	23
2.5 Servidor Web	24

2.6 Common Gateway Interface CGI	24
2.7 Cliente Web	24
2.8 MySQL	24
2.9 Fwtools.....	25
2.10 OpenLayers.....	25
2.11 PHP. Hypertext Preprocessor	25
2.12 Java	26
2.13 Navegador.....	27
2.14 Herramientas de código abierto complementarias a Mapserver	27
2.14.1 Apache.....	27
2.14.2 PostgreSQL	28
2.14.3 PostGIS.....	29
2.14.4 GvSIG.....	29
2.15 Algunas metodologías en el desarrollo del visor web	30
2.15.1 Proceso Unificado de Rational (RUP)	30
2.15.2 Microsoft Solutions Framework (MSF).....	31
2.16 Metodología de construcción del visor	32
2.17 Etapas de la construcción del visor.....	33
2.18 Definición de actores y datos que utilizaran la aplicación.....	34
2.18.1 Actores	34
2.18.2 Datos Disponibles	36
2.18.3 Recursos Humanos.....	37
2.18.4 Recursos Materiales	38
2.19 Diseño de la base de datos	39
2.19.1 Atributos.....	39

2.19.2 Diagrama entidad – relación	40
2.19.3 Relaciones	41
2.19.4 Requerimientos del visor.....	41
2.19.5 Diagrama de casos de uso	42
2.19.6 Diseño de cartografía temática.....	42
3. Metodología.....	44
3.1 Diseño de la interfaz	44
3.1.1 Controles de navegación	44
3.1.2 Capas	45
3.1.3 Leyenda	45
3.1.4 Barra de herramientas o controles.....	45
3.1.5 Mapa.....	45
3.2 Implementación de funcionalidades	45
3.3 El producto o resultado	47
3.3.1 Herramientas de navegación	48
3.3.2 Estructura del Cuadro de Herramientas	48
3.3.3 Panel Zoom Bar.....	48
3.3.4 Herramientas de medida.....	48
3.3.5 Herramienta para identificar.....	48
3.3.6 Imprimir	49
3.3.7 Agregar un nuevo pozo	51
4. Resultados y Análisis	52
4.1 Mejoramiento la eficiencia en la planeación y ejecución de los pozos de exploración de metales preciosos	52
4.2 Mejora de tiempos en la ejecución de actividades dentro de la operación	53

4.3 Mejora en la calidad de la información.....	54
4.4 Disminución de los costos de adquisición de Software	55
4.5 El funcionamiento del Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato - Caldas. Ha mejorado la calidad de la “información” dentro de la compañía "Minerales Andinos de Occidente"	56
4.6 Plantillas de mapas y análisis de la información recolectada en campo.....	57
4.7 Exportación de mapas de muestras de canal recolectadas en la mina	57
4.8 Exportación de mapa estado de plan de perforación	59
4.9 Exportación de Mapa Muestras de Superficie	60
5. Conclusiones.....	63
6. Referencias	64

Lista de Figura

Figura 1. Localización espacial del municipio de Marmato.....	14
Figura 2 Componentes de una aplicación Web Mapping.....	20
Figura 3. Etapas del proyecto	34
Figura 4. Diagrama E.R.....	40
Figura 5. Casos de uso.....	42
Figura 6. DrillingProgram	43
Figura 7. Diseño de la Interfaz del Aplicativo Catastral.	44
Figura 8. Diagrama que representa la utilización de la aplicación.....	46
Figura 9. Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato Caldas.....	47
Figura 10. Estructura de la barra de herramientas	48
Figura 11. Resultado de la herramienta Identificar.	49
Figura 12. Vista control de capas.	50
Figura 13. Vista con curvas de nivel, y Mapa Geológico de la zona.	50
Figura 14. Vista pantalla para creación de un nuevo pozo.....	51
Figura 15. Diagrama de procesamiento de datos entre usuario y visor Web	52
Figura 16. Ciclo de la información dentro del proceso de control de calidad de los datos. .	54
Figura 17. Interacción de los actores involucrados en el proceso de exploración de recursos minerales.....	56
Figura 18. Mapa enriquecimiento de zonas según muestreo dentro de la mina.	57
Figura 19. Leyenda para los valores de Oro del total de muestras recolectadas en la mina.	58
Figura 20. Zona de interés por altos valores de Oro.....	59
Figura 21. Mapa Plan de Perforación Ejecutado	59
Figura 22. Leyenda de Mapa Plan de Perforación.....	60
Figura 23. Mapa muestras y análisis químicos de superficie con respecto a estructuras	60
Figura 24. Leyenda de clasificación de valores de análisis de las muestras	61
Figura 25. Muestras con valores altos en Oro	61

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de las áreas dentro de la empresa Minerales andinos de occidente. En función del marco de trabajo donde se realizan e información geográfica que requieren al área de Gis.	35
Tabla 2. Clasificación de la información geográfica que proporciona la empresa para el desarrollo del visor web.....	36
Tabla 3. Clasificación de personal necesario para el desarrollo del visor web.	37
Tabla 4. Clasificación de herramientas de hardware y software necesario para el desarrollo del visor web.....	38
Tabla 5. Atributos de pozos.....	39
Tabla 6. Atributos zona influencia.	40
Tabla 7. Atributos mina.....	40
Tabla 8. Documento de requerimientos para el visor web.	41
Tabla 9. Medición de tiempos estimados antes y después de desarrollado el visor.....	53

1. Introducción

Las empresas mineras nacionales y multinacionales dedicadas a la explotación minera invierten grandes cantidades de dinero en la obtención de datos espaciales con diversos propósitos. Muchos de estos datos se encuentran almacenados en sistemas cerrados, al alcance de un reducido número de personas. Es por eso que administrar y compartir la información con funcionarios dentro y fuera de las instalaciones de la organización de una manera segura es un desafío constante.

MapServer proporciona la plataforma para compartir recursos SIG con la comunidad de usuarios, ya sea que se encuentren en las oficinas de la empresa usando herramientas Desktop o en campo abierto accediendo y viendo mapas a través de Internet.

Las principales ventajas de compartir información a través de un servidor SIG son las mismas que compartir cualquier dato a través de cualquier clase de tecnología de un servidor: los datos se administran desde una central, se admiten varios usuarios y se proporciona a los clientes información actualizada.

En vista de las ventajas que ofrece la consulta de grandes cantidades de información geográfica en campo por medio de Internet, esta tesis da cuenta de la construcción de un visor Web que muestra organizada y oportunamente datos espaciales a usuarios de las áreas involucradas en el Plan de exploración de metales preciosos dentro del distrito aurífero de Marmato – Caldas.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Situación espacial de Marmato

Marmato es un municipio ubicado al noroeste del departamento de Caldas (Colombia), 80 Km al sur de Medellín, según datos de la alcaldía municipal tiene una superficie aproximada de 41 km², un área urbana de 17.9 has y 4.063 has de área rural. El sector rural lo conforman el corregimiento de San Juan, Las Veredas La Miel, La Cuchilla, El Vergel, Guadalejo, Cabras, La Loma, Echandía, El Volante y El Llano, y los parajes Concharí, Bellavista, El Chocho, Guayabito, El tejar, La Quebrada, Llano Grande, La Portada, Buena Vista, Boquerón, Monterredondo, La Reja, Loaiza, El Polvero, La Planta, Los Indios, Los Novios, La Candelaria, Jiménez Alto y Bajo, Ladrillera, San Lorenzo, La republicana, San Ignacio y San Jorge. (Alacaldía, 2008).

Cuenta con una población de 8.175 habitantes aproximadamente. Su ubicación espacial es 5° 29" de latitud norte y 75° 36" de longitud oeste. Al norte limita con el municipio de Caramanta y Valparaíso Antioquia, al sur con La Merced y Pácora (Caldas), al occidente con Supía (Caldas) y al oriente con Valparaiso (Antioquia). El relieve en general es quebrado y escarpado (Díaz, 2013).

Figura 1. Localización espacial del municipio de Marmato.



1.1.2 La Minería en Marmato

Marmato fue y sigue siendo uno de los principales productores de oro de Colombia. Este municipio ha vivido de la economía minera desde hace varios siglos atrás; en la actualidad es la principal fuente de ingresos de los habitantes que ocupan este espacio del territorio colombiano.

Allí se encuentran minas de oro como Marmato y Echandía, que han sido explotadas desde 1537 (más de cuatro siglos) y que conforman un distrito minero de 25 Km² aproximadamente. Pero para que el lector se haga una idea de la situación actual, hace dos años, en 2011, había cerca de 200 minas instaladas en la zona alta de Marmato que procesaban el material con molinos de piones y cianuración por percolación (Díaz, 2013).

El oro de Marmato se encuentra de dos maneras: oro libre, o sea aquel que puede obtenerse directamente por la trituración y concentración física del mineral, y el oro combinado, que se encuentra como finas inclusiones en la pirita (y otros sulfuros) y que requiere de procesos químicos, como el de cianuración, para su extracción (Díaz, 2013).

1.1.3 Minerales Andinos de Occidente S.A

Actualmente la empresa Minerales Andinos de Occidente S.A desarrolla actividades de exploración aurífera en el municipio de Marmato, con la finalidad de realizar el cálculo de reservas de minerales. La empresa tiene una propuesta de minería de oro a cielo abierto con un volumen de extracción diario hasta de 40.000 toneladas de mineral y una producción calculada en más de 250.000 onzas anuales.

El desarrollo del proyecto contempla el montaje de la infraestructura asociada a la extracción del mineral: planta de beneficio, presa de colas, depósito de estériles, laguna de almacenamiento de aguas y campamentos entre otros.

La empresa cuenta con diferentes áreas de trabajo, las cuales cada una de ellas aporta aspectos importantes dentro del desarrollo del plan de exploración las cuales la mayoría de la información está representada espacialmente y a medida que avanza el proyecto el volumen de esta se hace cada vez más difícil de administrar entre los usuarios. No todos los usuarios pueden acceder a la Información Georeferenciada porque no se

cuenta con suficiente número de licencias de software, ni la capacitación en manejo de un software GIS. Esta situación genera atrasos en el procesamiento y análisis de los datos.

1.1.4 Problema de investigación

La dependencia de un analista o especialista en manejo de herramientas SIG, limitan el uso oportuno de la información espacial dentro de la empresa. Se tiene dificultad para acceder a los datos espaciales por limitaciones de la infraestructura tecnológica o por políticas de protección de datos de la empresa. La posibilidad de visualizar datos geoFiguras sin la tener que utilizar un software GIS especializado que muestre a petición del usuario las capas que se necesitan puede generar disminución de costos y agilidad del trabajo y toma de decisiones. Se busca entonces, ofrecer disponibilidad de la información a todas las áreas de influencia de la empresa y a la vez brindar seguridad a los datos.

1.2 Objetivos y Pregunta de Investigación

1.2.1 Objetivos General

Diseñar, desarrollar e implementar una interfaz Web a través de la herramienta Mapserver, en donde se pueda consultar, visualizar y analizar en tiempo real el estado de las actividades de exploración aurífera en el municipio de Marmato para la empresa “Minerales Andinos de Occidente S.A.”

1.2.2 Objetivos Específicos

- Crear un conjunto de Layers en ambiente web que le permitan al usuario final visualizar de diferentes perspectivas el plan de perforación de pozos de exploración.
- Recopilar organizadamente la mayor cantidad de información georeferenciada del proyecto y disponer de ella sin necesidad de tener instalado un software especial por medio de Internet
- Construir una herramienta que facilite la administración y toma de decisiones la empresa “Minerales Andinos de Occidente S.A.” de una manera móvil, fácil y eficaz.

1.2.3 Pregunta de investigación

¿Cómo se puede desarrollar e implementar una interfaz Web a través de la herramienta Mapserver, en donde se pueda consultar, visualizar y analizar en tiempo real el estado de las actividades de exploración aurífera en el municipio de Marmato para la empresa “Minerales Andinos de Occidente S.A.”?

1.3 Justificación

En este trabajo se expone la creación de módulos de administración de áreas de trabajo con lenguajes de programación web como PHP, lenguajes de análisis espacial como Python, herramientas de bases de datos como Postgres - PostGis y herramientas Web Mapping como MapServer, que manejan interfaces de usuario para importar datos espaciales, analizarlos y representarlos por medio de mapas. Los usuarios cuentan con permisos para realizar consultas espaciales, para crear puntos líneas y polígonos, y exportar mapas a otros formatos. Las acciones de los usuarios dentro de los módulos de administración están estrictamente diseñadas mediante las metodologías basadas en principios de ingeniería del software por medio de los casos de uso o diagramas de flujo.

El Visor Web está en la capacidad de dar respuestas a las siguientes preguntas que son de interés primordial en las actividades relacionadas con su planificación y diseño:

- * Localización: ¿Qué hay en...? * Condición: ¿Dónde sucede que...?
- * Tendencias: ¿Qué ha cambiado...? *Rutas: ¿Cuál es el camino óptimo...?
- * Modelos; ¿Qué ocurriría si...?

1.4 Alcance

En la empresa se cuenta con información de las diferentes áreas de trabajo que actúan dentro del proyecto minero: geología, trabajo social, ambiental, perforación, pequeña minería, titulación minera. Esta información se debe centralizar en una base de datos espacial que sea administrada por un grupo de especialistas GIS que se deben encargar de clasificar la información, garantizar oportunamente la disponibilidad e integridad de los datos espaciales, para las demás áreas de trabajo. Dentro del diseño del Visor Web es de vital importancia la calidad de esta base de datos y sus contenidos, ya que determinan la cantidad y calidad de los resultados.

1.5 Hipótesis

¿Es posible administrar, editar y compartir información geográfica a través de un visor web de una manera óptima, segura y móvil con la ayuda de Internet? Un visor web puede llegar a involucrar todos actores dentro de la planificación y ejecución del proyecto minero ya que a través de esta herramienta podrían consultar, compartir, editar información, etc. Después de realizar un análisis de acuerdo a las etapas que desarrolla la metodología RUP (Proceso Unificado de Rational) y las etapas de un proyecto minero es posible afirmar que el visor web pueda desempeñar importancia en la toma de decisiones dentro de la empresa Minerales Andinos de Occidente ya que la metodología RUP es adaptable al contexto y necesidades de cada organización.

2. Revisión Literaria ó Marco Teórico

2.1 Web Mapping

Las aplicaciones de Web Mapping permiten mostrar los mapas en Internet no sólo de forma estática (por ejemplo, como una carta topográfica escaneada) sino también hacerlos dinámicos, permitiendo así la interacción del usuario. Entre sus principales funcionalidades están:

- Generación mapas con todos los elementos requeridos incluyendo herramientas para la navegación (acercar, alejar, etc.).
- Superposición de capas de información.
- Despliegue de información descriptiva de los elementos del mapa.
- Ejecución de consultas de tipo espacial.
- Interacción con bases de datos.

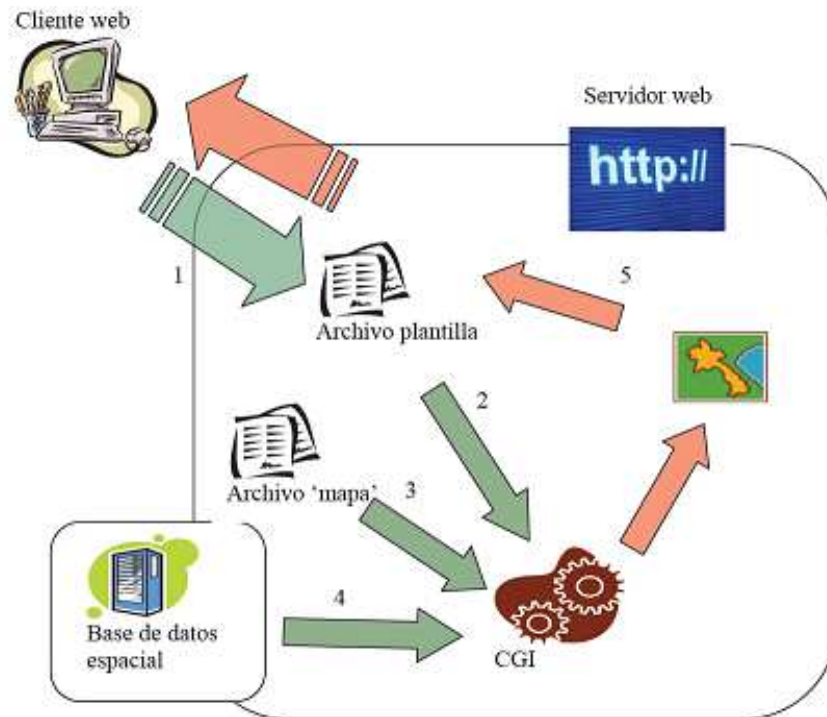
El Web Mapping brinda algunas ventajas como la posibilidad de compartir e intercambiar información con un público mucho más amplio, acceso a herramientas para análisis y toma de decisiones, actualización continua de información, facilidad para actualizar las aplicaciones, entre otras. (Castillo & A., 2013).

Hoy en día, las herramientas tecnológicas son de gran ayuda para la elaboración de proyectos, las cuales permiten obtener datos reales en el momento oportuno, es por ello que los dispositivos Web Mapping, brindan información real en tiempo real, facilitando así la veracidad y confiabilidad de la investigación obtenida, dado que en otras épocas el acceso a la información no era tan fácil y en muchos casos ésta no era muy confiable.

2.2 Componentes de una Aplicación Web Mapping

Figura 2. Componentes de una aplicación Web Mapping

La siguiente es una Figura técnica de la forma aplicable al Web Mapping



Las siguientes son técnicas aplicables al Web Mapping así como se detallan en la Figura anterior.

- El navegador del usuario visualiza el archivo plantilla (archivo .HTML)
- El usuario manda una petición al CGI con los parámetros definidos en el archivo plantilla.
- El CGI procesa la petición usando estos parámetros y la configuración del archivo "mapa".
- Se cargan los datos geoFiguras creando mapa resultante.

-Por último, retorna este mapa como una respuesta al archivo plantilla y llega al navegador.

2.2.1 MapServer

MapServer es una plataforma de código abierto que permite la publicación de datos espaciales y aplicaciones cartográficas en la web. Fue desarrollado a mediados de la década de 1990 en la Universidad de Minnesota, publicado bajo una licencia tipo MIT, y funciona en la actualidad con sistemas operativos como Windows, Linux, Mac OS X (MapServer Open Source, 2011).

Cuando se utilizan plataformas de códigos abiertos, se tiene la ventaja que la información obtenida y/o publicada es compatible con la mayoría de los sistemas operativos comunes, permitiendo desarrollar aplicaciones simples y especializadas, de tal forma que los datos procesados puedan ser fácilmente analizados y transmitidos según la necesidad de cada persona o de cada empresa.

Más allá de la navegación de datos SIG, MapServer permite crear mapas de imágenes geográficas, es decir, “mapas que pueden dirigir a los usuarios hacia el contenido”. Por ejemplo, el Minnesota DNR RecreationCompass proporciona a los usuarios más de 10.000 páginas web, informes y mapas a través de una única aplicación. La misma aplicación sirve como “motor de mapas” para otras porciones del sitio, proporcionando un contexto espacial donde es necesario (MapServer Mapping, 2013).

En su forma más básica, MapServer es un programa CGI que se encuentra inactivo en el servidor Web. Cuando se envía una solicitud de MapServer, utiliza la información que pasa en la URL de la solicitud y el archivo de asignaciones para crear una imagen del mapa solicitado. La solicitud también puede devolver las imágenes de las leyendas, las barras de escala, mapas de referencia, y los valores pasados como variables CGI (MapServer Mapping, 2013).

En el caso de la transmisión de datos y de imágenes por un sistema Web avanzado, es necesario tener en cuenta el tipo de sistema operativo y las características de los archivos según la información que se dese procesar, para así garantizar la seguridad de la misma y la confiabilidad en el momento de almacenarla.

2.2.2 Características de MapServer

2.2.2.1 Salidas cartográficas avanzadas

- Ejecución de la aplicación y dibujo de elementos según la escala.
- Etiquetado de elementos incluyendo mediación de colisión de etiquetas.
- Salidas basadas en plantillas totalmente personalizables.
- Fuentes TrueType.
- Automatización de los elementos del mapa (barra de escala, mapa de referencia y leyenda).
- Mapas temáticos usando clases basadas en expresiones lógicas ó expresiones regulares.
- Soporte a los lenguajes de scripting y ambientes de desarrollo más populares: PHP, Python, Perl, Ruby, Java y .NET
- Soporte multi-plataforma: Linux, Windows, Mac OS X, Solaris y más.
- Soporte a un gran número de estándares del Open Geospatial Consortium (OGC): WMS (cliente/servidor), WFS no-transaccional (cliente/servidor), WMC, WCS, Filter Encoding, SLD, GML, SOS, OM.
- Soporte de proyecciones cartográficas: Proyección de mapas al vuelo con miles de proyecciones disponibles a través de la librería Proj.4
- Múltiples formatos de datos vectores y raster: TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros por medio de GDAL, Archivos shapefile de ESRI, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL y muchos más por medio de OGR. (MapServer Mapping, 2013).

2.2.3 Archivo “mapa”

Es el principal archivo en la configuración de MapServer. En él se incluye una serie de parámetros que definen: las capas disponibles en el servicio en el mapa interactivo, el estilo con que se mostrarán esas capas, su simbología, el formato en que se generarán las imágenes, el sistema de referencia, tamaño de las imágenes, etc.

Dada las características de los archivos, el MapServer, sirve principalmente como motor de procesamiento para datos cartográficos avanzados aplicables a un sistema operativo de fácil acceso y sin mayores complicaciones, permitiendo la obtención y

análisis de la información, no solo en tiempo real, sino también en forma amplia, detallada y organizada, para que se pueda manejar según el propósito de la misma.

2.3 GDAL

Librería que permite leer formatos geospaciales (viene integrada con la versión utilizada de MapServer). Es una biblioteca de traductor para formatos de datos ráster geospaciales que se distribuye bajo una licencia de código X / MIT estilo abierto por la Open Source Geospatial Foundation como una biblioteca, que presenta un único modelo de datos abstractos para la aplicación que llama a todos los formatos soportados. También viene con una variedad de utilidades de línea de comandos útiles para la traducción y procesamiento de datos (Geo, 2011).

Dado que la transmisión de datos cartográficos se presenta en archivos especiales, es necesario contar con un traductor de formatos geospaciales, el cual es de suma importancia para el almacenamiento y procesamiento de la información, pues se requiere una estándar de datos abstractos según la complejidad de los archivos, permitiendo definir modelos de información aplicables a múltiples empresas con un sistema de investigación avanzado.

2.4 Archivo HTML

El Hyper Text Mark up Language (lenguaje de marcado de hipertexto), es el lenguaje de marcado más utilizado para la elaboración de páginas web. Se usa para describir la estructura y el contenido en forma de texto y para complementar el texto con objetos como imágenes. HTML se escribe en forma de etiquetas rodeadas por corchetes angulares (<,>). Sin embargo, también puede escribirse, en algunas ocasiones, con la apariencia de un documento. De igual manera puede incluir un script como los de Java (García, 2009).

Los programadores de páginas Web, utilizan mucho este lenguaje por ser cómodo para los usuarios y de fácil aplicación en los sistemas operativos, además de su adaptabilidad para procesar documentos combinados con textos e imágenes.

2.5 Servidor Web

Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente suele ser compilado y ejecutado por un navegador web. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo.

En este caso, cada empresa o usuario tiene su propio servidor Web, que lo administran siguiendo los protocolos informáticos, bien sea en forma exclusiva o en forma compartida por medio de su propio navegador.

2.6 Common Gateway Interface CGI

Interfaz de entrada común (en inglés Common Gateway Interface, abreviado CGI) es una importante tecnología de la WWW que permite a un cliente solicitar datos de un programa ejecutado en un servidor web. CGI especifica un estándar para transferir datos entre el cliente y el programa. Es un mecanismo de comunicación entre el servidor web y una aplicación externa cuyo resultado final de la ejecución son objetos MIME. Las aplicaciones que se ejecutan en el servidor reciben el nombre de CGIs. La interfaz es la que permite la entrada de datos según el tipo de tecnología utilizada el servidor Web, quien facilita también la entrada y salida de datos.

2.7 Cliente Web

Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, que le da respuesta a través de la web. Con este, se puede interactuar en forma virtual y dinámica en tiempo real.

2.8 MySQL

Gestor de bases de datos alfanuméricas y espaciales. MySQL soporta las extensiones espaciales para permitir la generación, almacenamiento y análisis de elementos

geoFiguras. Antes de MySQL, estas funciones estaban disponibles sólo para las tablas MyISAM. A partir de MySQL, InnoDB, NDB, BDB y file también son compatible con las funciones espaciales (MySQL Server Official Site , 2011).

Este tipo de aplicativos, ocupan mucho espacio en la memoria de un equipo de almacenamiento, pero a su vez son los indicados para interactuar con los archivos propios de programas y aplicaciones geoespaciales.

2.9 Fwtools

Set de programas de código abierto para Sistemas de Información Geográfica. Incluye herramientas para conversión de formatos de datos cartoFiguras (FWTools, 2013). Estos son los programas que permiten directamente la aplicación de un SIG.

2.10 OpenLayers

Es una biblioteca de Javascript de uso libre para acceder, manipular y mostrar mapas en páginas web. Proporciona un interfaz de programación de aplicaciones, API (del inglés Application Programming Interface) que permite la creación de clientes web para acceder y manipular información geográfica proveniente de muy variadas fuentes, y que permite incorporar mapas de forma dinámica dotados con controles diversos como zoom, medida de distancias y muchas otras herramientas (Open Source Geospatial Foundation, 2013). Mediante este aplicativo, se estructura la base de datos combinando diferentes opciones para la recepción, clasificación y organización de la información en la Web.

2.11 PHP. Hypertext Preprocessor

Es uno de los lenguajes de lado servidor más extendido en la web y que ha crecido gracias una gran comunidad de desarrolladores, creado por Rasmus Lerdorf en 1995 como un conjunto simple de scripts y denominado PERL (Personal Home Page Tools). Fue escrito en C para que permitiera la interpretación de un número limitado de comandos. Posteriormente decidió liberar el código para continuar su desarrollo hasta ser uno de los más importantes lenguajes de programación en entorno WEB (Álvarez, 2004).

Dada la aceptación del primer PHP y de manera adicional, su creador diseñó un sistema para procesar formularios al que le atribuyó el nombre de FI (Form Interpreter) y el conjunto de estas herramientas, sería la primera versión compacta del lenguaje: PHP/FI (Álvarez M.; Álvarez R.; Cuenca C. , 2004).

PHP presenta características de tipo clásico al utilizar variables, funciones, condicionantes, etc., a diferencia de http, XML o WML con la característica de ejecutarse en el equipo servidor, no en el cliente como JAVA, admitiendo el acceso a recursos que se encuentran en el servidor como pueden ser bases de datos (Álvarez M.; Álvarez R.; Cuenca C. , 2004).

La siguiente gran contribución al lenguaje se realizó a mediados del 97 cuando se volvió a programar el analizador sintáctico, se incluyeron nuevas funcionalidades como el soporte a nuevos protocolos de Internet y el soporte a la gran mayoría de las bases de datos comerciales. Todas estas mejoras sentaron las bases de PHP versión 3 (Álvarez M.; Álvarez R.; Cuenca C. , 2004).

El lenguaje PHP es un lenguaje de programación de estilo clásico, es decir, es un lenguaje de programación con variables, sentencias condicionales, ciclos (bucles), funciones. No es un lenguaje de marcado como podría ser HTML, XML o WML. El programa PHP es ejecutado en el servidor y el resultado enviado al navegador. El resultado es normalmente una página HTML pero igualmente podría ser una página WML (Álvarez M.; Álvarez R.; Cuenca C. , 2004).

El creador de este aplicativo no solo pretende establecer nuevas aplicaciones para el servidor web, sino también desarrollar nuevas opciones de navegación en forma más sencilla y compatible con otras aplicaciones en las cuales se conservan las mismas variables, funciones y condiciones bajo un lenguaje C.

2.12 Java

Lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por “Sun Microsystems”, basado en C++. Con el tiempo se ha extendido a millones de usuarios, especialmente a través de Internet. Es un lenguaje compatible entre distintos ordenadores, debido a que no se compila a código máquina, sino a un lenguaje intermedio que luego es

interpretado por la máquina virtual de Java de cada plataforma. Estas características le da una velocidad ligeramente inferior a la de los programas realizados en otros lenguajes compilados, como C++, pero cuenta con mayor compatibilidad. Además ofrece mejoras que el lenguaje en sí incorpora sobre otros como C++ (Sznajdleder, P.; Fernández, D.; García, V. , 2013).

Este es un lenguaje de programación con mucha aplicación a programas web, pues es de fácil uso y su compatibilidad con otros programas y aplicaciones hacen que sea atractivo para el desarrollo de muchas actividades en las cuales se requiere el almacenamiento, clasificación y ordenamiento de datos.

2.13 Navegador

Un navegador o navegador web es una aplicación que opera a través de Internet, interpretando la información de archivos y sitios web para que el usuario pueda leerla. La información debe encontrarse alojada en un servidor dentro de la WWW o en un servidor local. El navegador interpreta el código, con frecuencia HTML, en el que está escrita la página web y lo presenta en pantalla permitiendo al usuario interactuar con su contenido y navegar hacia otros lugares de la red mediante enlaces o hipervínculos (Microsoft, 2013).

El navegador es el aplicativo que permite traducir e interpretar los datos encontrados en un archivo o en una red del servidor.

2.14 Herramientas de código abierto complementarias a Mapserver

2.14.1 Apache

Poderoso y flexible servidor HTTP de código abierto que funciona con LINUX, UNIX, Windows, etc. Fue desarrollado por “Apache Software Foundation”. Es uno de los servidores web de mayor uso en el mundo, lo cual lo convierte en uno de los grandes íconos del Software Libre. Algunas de sus funciones son:

- Los módulos Apache API: se utiliza un nuevo conjunto de interfaces de programación de aplicaciones (APIs).
- Filtrado: Los módulos pueden actuar como filtros de contenido.
- Soporte a IPv6: Se soporta la próxima generación de formato de direcciones IP.

- Directrices simplificadas: Se han eliminado una serie de directrices complicadas y otras se han simplificado (Foundation, 2013).

El servicio de Apache convierte a un ordenador en un servidor de Internet o Intranet. Las computadoras que utilizan este servicio pueden publicar páginas web de manera local o remota (Rodríguez A.; Segnini, J. , 2009).

Cuando comenzó su desarrollo en 1995 se basó inicialmente en código del popular NCSA HTTPd 1.3, pero más tarde fue reescrito por completo. Su nombre se debe a que su desarrollador quería que el servidor tuviese la connotación de algo firme y enérgico, pero no agresivo; “la tribu Apache fue la última en rendirse al que pronto se convertiría en gobierno de EEUU., y en esos momentos la preocupación de su grupo era que llegasen las empresas y ‘civilizaran’ el paisaje que habían creado los primeros ingenieros de internet”. También se debió en parte a que, Apache era un conjunto de parches que se aplicaban al servidor de NCSA. En inglés era conocido como *patchy server* (servidor parcheado) (Rodríguez A.; Segnini, J. , 2009).

El servidor de software libre Apache, es uno de los servidores más usados en el mundo, debido a su flexibilidad y su compatibilidad con los diferentes sistemas operativos, permitiendo navegar fácilmente en internet o intranet y en páginas locales o remotas.

2.14.2 PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional (ORDBMS) basado en el proyecto POSTGRES, de la universidad de Berkeley. Es hijo Open Source de POSTGRES y utiliza el lenguaje SQL92/SQL99.

Fue el pionero en muchos de los conceptos existentes en el sistema objeto-relacional actual. Es un sistema objeto-relacional, ya que incluye características de la orientación a objetos, como puede ser la herencia, tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional (PostgreSQL, 2013).

Este aplicativo trabaja mucho con bases de datos de alta complejidad y es compatible con archivos de textos y de imágenes.

2.14.3 PostGIS

PostGis es una extensión del Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL que cuanta con funciones de bases de datos geográficas. Es de código libre bajo licencia de uso GNU y es una alternativa eficaz para un gran número de proyectos SIG.

Entre sus ventajas más importantes está la posibilidad de interactuar con la bases de datos mediante una extensión del lenguaje SQL adaptada para SIG. Se puede afirmar que PostGIS más PostgreSQL forman una base de datos espacial donde se almacena y gestiona tanto la geometría de los elementos geoFiguras como los atributos temáticos de los mismos. PostGIS permite al SGBD orientado a objetos PostgreSQL la gestión de objetos. geoFiguras. De esta manera, PostGIS puede considerarse al nivel de la base de datos SDE de ESRI o al de la versión de Oracle. PostGIS ha sido desarrollado por Refrations Research Inc. como un proyecto de investigación en tecnologías de bases de datos en código abierto. (Contreras, J., 2011 - 2013).

Algunos sistemas de información, se derivan de otros sistemas, como es el caso de PostGIS, en los cuales una versión mejorada de otras bases de datos la cual se puede especializar en el manejo de datos especiales.

2.14.4 GvSIG

En cuanto a gvSIG, se trata de un sistema de información geográfica programado en JAVA y basado en diferentes librerías y programas de software libre. La empresa IVER Tecnologías de la Información es la responsable del desarrollo pero forma parte de un proyecto más amplio (gvPONTIS) promovido por la Generalitat Valenciana, mediante el cual se pretende la distribución bajo licencia GPL del software desarrollado para la Conselleria d'infraestructures i Transport. Es una herramienta muy completa con un interfaz de usuario muy sencillo para el manejo de bases de datos geográficas desde diferentes fuentes y formatos (Contreras, J., 2011 - 2013).

Este aplicativo resulta de la combinación de varios programas de software libres, en los cuales se pretende distribuir una nueva licencia como herramienta de interfaz más completa y sencilla en el manejo de bases de datos geográfica y espacial.

2.15 Algunas metodologías en el desarrollo del visor web

2.15.1 Proceso Unificado de Rational (RUP)

RUP sigue principios de ingeniería del software para la obtención de sistemas de información de calidad y de esta forma proporcionar una alternativa que permita evitar que los productos que se obtengan caigan en los aspectos que caracterizan a la crisis del software .

RUP sigue una estrategia de ciclo de vida iterativo e incremental, pero de una forma un tanto peculiar, como vamos a ver a continuación:

- **Iniciación:** Obtención de los objetivos, catálogo de requisitos, identificación de casos de uso.
- **Elaboración:** Refinamiento de los objetivos de la fase anterior, casos de uso, análisis, diseño, definición y establecimiento de la arquitectura base del sistema.
- **Construcción:** Refinamiento de los objetivos de las fases anteriores y construcción del sistema de información.
- **Transición:** Refinamiento de los objetivos de las fases anteriores e implantación del sistema de información (preparación del producto para su entrega y pasos a producción de versiones no finales (porque hay que hacer ajustes) y de la versión final prevista).

El RUP está basado en 6 principios clave que son los siguientes: Adaptar el proceso, Equilibrar prioridades, Demostrar valor iterativamente, Colaboración entre equipos, Elevar el nivel de abstracción, Enfocarse en la calidad.

RUP proporciona un prototipo al final de cada iteración. Dentro de cada iteración, las tareas se categorizan en nueve disciplinas:

- **Seis disciplinas de ingeniería:** Modelaje de negocio, Requisitos, Análisis y diseño, Implementación, Pruebas, Despliegue.
- **Tres disciplinas de soporte:** Gestión de la configuración y del cambio, Gestión de proyectos, Entorno.

2.15.2 Microsoft Solutions Framework (MSF)

Es una metodología desarrollada por Microsoft Consulting Services que define un marco de trabajo de referencia para construir e implantar sistemas empresariales distribuidos basados en herramientas y tecnologías de Microsoft para cualquier plataforma (Linux, Citrix, Microsoft, Unix).

MSF provee un conjunto de principios, modelos, disciplinas, conceptos y lineamientos para la entrega de tecnología de la información utilizando soluciones Microsoft.

MSF no se limita sólo al desarrollo de aplicaciones, también es aplicable a otros proyectos de TI como proyectos de implementación de redes o infraestructura.

La metodología MSF es del tipo de metodologías ágiles, está enfocada a dirigir proyectos o soluciones de innovación, en ella no se detalla ni se hace énfasis de la organización ni el tamaño del equipo de desarrollo, está más bien centrada en la gestión y administración del proyecto para lograr el impacto deseado.

El Modelo de Proceso de MSF se compone de 5 fases o etapas iterativas, en dónde al final de cada fase se logran alcances específicos (definidos por hitos) y se logran entregables específicos que agregan valor al proyecto.

- **Visión:** En esta fase se debe realizar un estudio de lo que pretendemos en el futuro que haga nuestra aplicación o nuestro proyecto para ello debemos realizar un documento de estrategia y alcance donde debe quedar pactada la necesidad de funcionalidad y servicio que se debe contar en la solución. Debemos crear los equipos de trabajo junto con el plan de trabajo, Para asegurar el éxito del proyecto es importante tener en cuenta el análisis de riesgos y plan de contingencia.

- **Planificación:** En esta fase básicamente debemos concretar claramente cómo va a estar estructurada nuestra solución para ello debemos crear un documento de planificación y diseño de la arquitectura, diseñar las pruebas de concepto donde se plantean los diferentes escenarios para probar la validez de los criterios utilizados para el diseño, debemos establecer métricas.

- **Desarrollo:** En la etapa de desarrollo debemos codificar las aplicaciones y realizar las configuraciones necesarias para que la solución funcione, es importante hacer pruebas continuamente así se verifica la calidad del producto continuamente a lo largo del desarrollo y no únicamente al final del proceso.
- **Estabilización:** Esta fase debemos seleccionar el entorno de prueba piloto y lo que pretendemos con esto es identificar las deficiencias con un grupo reducido de usuarios para corregirlas y así en el futuro no tener problemas cuando se use la solución por todos, ocasionalmente a esta etapa se le llama BETA, debemos crear un plan de gestión de incidencias, realizar una revisión de documentación final de la arquitectura y Elaboración de plan de despliegue o implementación.
- **Despliegue o Implementación:** En esta etapa final ya se ha comprobado la calidad de la solución, por lo cual está lista para ser publicada, en este sentido debemos liberar la solución y crear un registro de mejoras y sugerencias, revisar las guías y manuales y entrega de proyecto final.

Este ciclo se puede llevar a cabo de forma iterativa, de manera que cuando liberamos una solución podemos iniciar nuevamente la metodología para darle más funcionalidad.

En todo tipo de sistemas de información, se debe garantizar la seguridad, confiabilidad y aplicabilidad de la misma, es así como el aplicativo MSF promueve un conjunto de modelos, disciplinas, conceptos y lineamientos para la entrega oportuna de la información proponiendo soluciones en el contexto de los mismos aplicativos informáticos basados en cinco fases principales relacionadas con la visión, la planificación, el desarrollo, la estabilización y el despliegue o implementación del respectivo aplicativo.

2.16 Metodología de construcción del visor

El proceso metodológico para la creación del aplicativo Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato, combinara principios de los modelos RUP y MSF ya que sus cualidades nos van a permitir llegar a los objetivos planteados dentro del proyecto del visor web.

Cuando se pretende construir un producto o sistema, es importante considerar una serie de pasos predecibles que se deben seguir a fin de obtener un resultado de alta calidad y que en la ingeniería de software se conocen como proceso de software, tales como RUP, (Rational Unified Process).

Uno de los pasos más destacados la implementación de un plan similar a este, es la divulgación y obtención de la información por medios masivos y confiables, en los cuales se tiene como alternativa un visor web.

Aunque RUP es adaptable al contexto de cada organización, es más apropiado para proyectos grandes. Por su parte MSF proporciona un marco de trabajo flexible y escalable, que también puede ser adaptado a las necesidades de cualquier proyecto, pero sin tener en cuenta su tamaño o complejidad, siendo posible aplicar sus componentes, individual o colectivamente, para mejorar la posibilidad de éxito.

Estos modelos combinan los mejores principios de otros modelos como el de cascada y el modelo en espiral; está basado en fases, las mismas que se encuentran manejadas por hitos y de forma interactiva, por lo que puede ser aplicado al desarrollo y empleo de no solo aplicaciones tradicionales sino también para aplicaciones distribuidas web. Además se guiara el proceso a través de casos de uso y se documentara con diagramas UML (con extensiones para aplicaciones Web y Bases de datos).

Gracias a los modelos anteriores, se puede retomar y mejorar los aplicativos existentes presentando nuevas alternativas de almacenamiento de información en bases de datos y bibliotecas informáticas que se ajusten cada día a las necesidades de las empresas y de los usuarios con respecto a la transmisión de diferentes datos y en sincronía con el avance tecnológico.

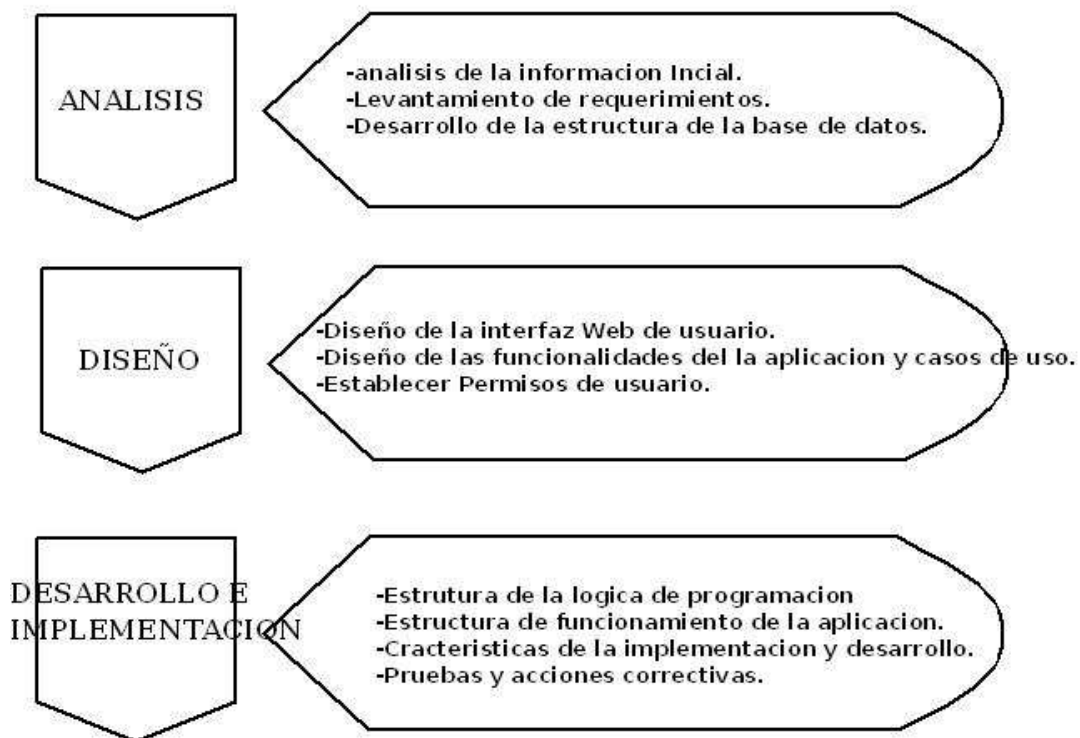
2.17 Etapas de la construcción del visor

Estas funcionalidades deseadas en el objeto del proyecto, implican la ejecución de diferentes tareas tanto de carácter organizativo, así como de diseño y desarrollo. Se pueden resumir en las siguientes actividades:

- Análisis de la información inicial.
- Levantamiento de requerimientos.
- Desarrollo de la estructura de la base de datos.

- Diseño de la interfaz Web de usuario.
- Establecer permisos de usuarios.
- Desarrollo y personalización de las funcionalidades de la aplicación.
- Pruebas de la aplicación y acciones correctivas.

Figura 3. Etapas del proyecto



Fuente Elaboración propia del investigador

Para la construcción del visor, es necesario tener en cuenta que siempre habrá unos pasos a seguir, los cuales definen las características del proyecto ejecutado en relación con su organización y su diseño.

2.18 Definición de actores y datos que utilizarán la aplicación

2.18.1 Actores

Los actores que van a utilizar directamente la aplicación, están identificados principalmente por áreas dentro de la organización y que a su vez solicitan requerimientos dentro del área GIS: Ambiental, Interventoría, Seguridad Industrial, Relaciones

comunitarias, Línea Base, Minas. Cada uno de los actores tiene asociado un conjunto de información que es de interés corporativo. Actualmente la información de las áreas o departamentos de la compañía se gestiona desde una aplicación desarrollada sobre Visual Basic y Acces y actualiza la información georeferenciada de algunas tablas. En este sentido la empresa ha adoptado la siguiente clasificación basada en seis grandes áreas de trabajo y varios temas de trabajo asociados a cada una de estas grandes áreas. El objetivo es normalizar la información de carácter divulgativo de los proyectos siguiendo esta clasificación.

Tabla 1. Clasificación de las áreas dentro de la empresa Minerales andinos de occidente. En función del marco de trabajo donde se realizan e información geográfica que requieren al área de Gis.

Área de Trabajo	Funciones dentro de la empresa.	Información georeferenciada que requiere visualizar en la aplicación
Ambiental.	Área encargada de la gestión ambiental dentro del proyecto en la etapa de exploración. Manejo de residuos, recuperación de áreas.	Topografía, hidrografía, Uso de suelo, imagen satelital.
Interventoría.	Área encargada de coordinar las perforaciones de pozos con las empresas contratistas especializadas en taladrar la roca.	Puntos de ubicación de los pozos de exploración, topografía.
Seguridad Industrial.	Área encargada de la seguridad de todos los actores involucrados en el proceso de exploración del proyecto minero, incentivar las buenas prácticas de seguridad industrial.	Puntos de ubicación de los pozos de exploración, puntos de las bocaminas, Topografía.
Relaciones Comunitarias.	Área encargada de socializar las actividades de la empresa con la comunidad en el área, también sirven de enlace de comunicación entre la empresa y la comunidad.	Imagen Satelital, topografía, Hidrografía.
Línea Base.	<i>La línea de base ambiental</i> describe el área de influencia del proyecto o actividad, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que, pudieren generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente.	Topografía, hidrografía, Uso de suelo, imagen satelital, área de alcance del proyecto.
Minas	área encargada de realizar la explotación en la zona alta del proyecto, clasificada como pequeña minería.	Puntos de las bocaminas ubicadas en la zona alta de pequeña minería.

Fuente Elaboración propia del investigador

Dada la importancia y el impacto de este proyecto, se evidencia la necesidad de intervención por parte de otros actores que pueden ver afectados o beneficiados sus intereses colectivos e individuales frente a la ejecución del proyecto, por tal razón deben participar otros actores tanto internos como externos, sirviendo como agentes reguladores de la actividades programadas en cada etapa de aplicación y cumplimiento.

2.18.2 Datos Disponibles

Para el desarrollo del visor web, la empresa Minerales Andinos de Occidente dispone de la siguiente información organizada en Base de datos y georeferenciada con un sistema de coordenadas WGS_1984_UTM_Zone_18N, Projection: Transverse_Mercator, a continuación vamos a describir cada uno de los objetos disponibles:

Tabla 2. Clasificación de la información geográfica que proporciona la empresa para el desarrollo del visor web.

NOMBRE	TIPO	NOMBREDB	DESCRIPCIÓN METADATO
Imagen Satelital.	Raster	ImagenSatelital	Imagen satelital tipo raster del área en donde se desarrolla el proyecto.
Curvas de Nivel	Polygon	Contourn	Líneas que representan la topografía del terreno en la zona. Están clasificadas en 50m , 20m y 10m.
Plan de Perforación	Point	DrillingProgram	Tabla de puntos donde se ubican cada uno de los puntos de perforación, tanto planeados como ejecutados y en ejecución.
Ríos y quebradas	Polygon	HydrographicBasins	Líneas que representan los ríos y afluentes del área de influencia.
Bocaminas	Point	Mills	Ubicación de las bocaminas de las minas de pequeña minería en el proyecto de influencia.
Zonas	Polygon	Zone	Polígonos que identifican las zonas del municipio, zonas urbanas, rurales y mineras.
Zona de influencia	Polygon	Pit	Zona de desarrollo del proyecto minero a gran escala.

Fuente Elaboración propia del investigador

Los datos disponibles por la empresa no es necesario generar ninguna otra información para el desarrollo del visor web, ya que todos los datos se acomodan a los requerimientos solicitados por el cliente. Estos objetos y datos disponibles son de estricto cumplimiento para las empresas dedicadas a este tipo de actividad, pues así se garantiza el cumplimiento del plan propuesto y se efectúa con las normas establecidas.

2.18.3 Recursos Humanos

A continuación vamos a mencionar los recursos humanos necesarios para el análisis, diseño e implementación del proyecto., también describiremos si se encuentran disponibles al momento de realizar la recolección de información y sus funciones dentro del proyecto.

Tabla 3. Clasificación de personal necesario para el desarrollo del visor web.

CARGO	PROFESIÓN	CONOCIMIENTOS	TAREAS	DISPONIBLE / NO DISPONIBLE
Analista de requerimientos.	Ingeniero de sistemas o Geólogo.	Sistemas de información geográfica, Bases de Datos.	Levantamiento de requerimientos, diseño de la interfaz gráfica y de usuario, diseñar los casos de uso dentro de la aplicación. Hacer seguimiento con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.	Disponible
Programador	Técnico de sistemas.	Lenguajes de programación PHP, MySQL, PostgreSQL, lenguaje python y conocimientos básicos de sistemas de información geográfica.	Programar en lenguaje cada uno de los casos de uso levantados por el analista, implementar la instalación y funcionamiento de la aplicación.	Disponible.

Fuente Elaboración propia del investigador

De igual manera se cuenta con un equipo humano especializado en labores propias del proyecto a ejecutar, los cuales serán los líderes en los procesos técnicos y especializados.

2.18.4 Recursos Materiales

Para el desarrollo del proyecto es necesario herramientas de hardware y software las cuales vamos a describir en la siguiente tabla, como las herramientas de software que se utilizaran para el desarrollo del proyecto son gratuitas, serán incluidas como disponibles al momento de disponibles de realizar la recolección de información.

Tabla 4. Clasificación de herramientas de hardware y software necesario para el desarrollo del visor web.

Cantd.	Recurso	Característica	Utilidad	Disponible / No disponible
1	Servidor	HP Proilant 310	Servidor donde se va a instalar la aplicación y va a prestar a los usuarios el servicio http de visor web.	Disponible.
2	Desktop	Hp CompaqDc 7900	Equipos para el personal profesional que va a desarrollar la aplicación	Disponible.
1	Servidor Web.	Apache	El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP, el cual va a servir de plataforma de publicación de los contenidos geoFiguras y de interfaz de la herramienta de visor web.	Disponible
1	Servidor de Mapas.	MapServer	Su modo de funcionamiento está basado en la generación de lado del servidor Web de imágenes estáticas (JPEG, GIF, PNG, etc.) como resultado del proceso de las peticiones realizadas por los clientes. Estas imágenes son referenciadas posteriormente dentro de la interfaz de usuario que se le envía al cliente (código HTML).	Disponible
1	Lenguaje de programación	PHP	PHP es un lenguaje de programación interpretado (Lenguaje de alto rendimiento), diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Se usa principalmente para la interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las bibliotecas Qt o GTK+.	Disponible
2	GVSIG	Gvsig desktop	GvSIG Desktop es un programa informático para el manejo de información geográfica con precisión cartográfica que se distribuye bajo licencia GNU GPL v2. Permite acceder a información vectorial y rasterizada así como a servidores de mapas que cumplan las especificaciones del OGC.	Disponible
1	Sistema de Gestión de Bases de Datos	PostgreSQL y PostGIS	PostgreSQL es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacional (ORDBMS). PostGIS es una extensión espacial para PostgreSQL que permite almacenar entidades geométricas como objetos en tablas relacionales y ofrece multitud de funciones para el mantenimiento y análisis espacial.	Disponible

Fuente; Elaboración propia del investigador.

Los recursos materiales constituyen la base para para la implementación y ejecución del proyecto, por ello es muy conveniente tener un listado de los equipos y elemento propios de la actividad, en este caso todo lo referente al software y hardware.

2.19 Diseño de la base de datos

De acuerdo con la información disponible por la empresa y con los objetivos específicos del proyecto se ha diseñado la siguiente base de datos que durante el desarrollo del proyecto y las necesidades de los usuarios se pueden agregar más atributos y/o tablas. A continuación vamos a mostrar las tablas y sus atributos: Tabla POZO: que me representa cada uno de los pozos que se incluyen dentro del plan de perforación.

Tabla 5. Atributos de pozos.

Nombre	Tipo	Tamaño	Descripción	Requerido
IdPozo	Varchar	20	Identificación de pozo de perforación.	Llave primaria
Plataforma	Varchar	20	Indica la plataforma desde donde fue perforado el pozo.	No nulo
Estado	Varchar	10	Atributo que indica si el pozo es planeado, si se está perforando o si ya se perforo.	No nulo
X	Number	20	Coordenada Este.UTM	No nulo
Y	Number	20	Coordenada Norte.UTM	No nulo
Z	Number	20	Coordenada Altura. UTM	No nulo

Fuente Elaboración propia del investigador

La información anterior permite definir los atributos de utilizados para la implementación de los programas asociados a las bases de datos que almacenaran la información del proyecto.

2.19.1 Atributos

Zona: Tabla que me representa cada una de las zonas de influencia dentro del proyecto.

Tabla 6. Atributos zona influencia.

Nombre	Tipo	Tamaño	Descripción	Requerido
IdZona	Varchar	2	Atributo de identificación a cada una de las zonas de influencia del proyecto.	llave primaria
Nombre	Varchar	25	Indica el nombre de la zona.	no nulo
XMAx	Number	20	Coordenada máxima Este. UTM	no nulo
YMAx	Number	20	Coordenada máxima Norte.UTM	no nulo
Xmin	Number	20	Coordenada Mínima Este.UTM	no nulo
Ymin	Number	20	Coordenada Mínima Norte.UTM	no nulo

Fuente Elaboración propia del investigador

Mina: Tabla que me representa cada una de las bocaminas dentro del proyecto.

Tabla 7. Atributos mina

Nombre	Tipo	Tamaño	Descripción	Requerido
IdMina	Varchar	20	Atributo de identificación de cada bocamina dentro del proyecto.	llave primaria
Nombre	Varchar	35	Nombre de cada mina dentro del proyecto.	no nulo
X	Number	20	Coordenada Este de la bocamina. UTM	no nulo
Y	Number	20	Coordenada Norte de la bocamina. UTM	no nulo
Z	Number	20	Coordenada Altura de la bocamina. UTM	no nulo

Fuente Elaboración propia del investigador

2.19.2 Diagrama entidad – relación

Figura 4. Diagrama E.R

Fuente Elaboración propia del investigador

2.19.3 Relaciones

R1: Una zona tiene muchas minas.

R2: Una zona tiene muchos pozos.

2.19.4 Requerimientos del visor

Tabla 8. Documento de requerimientos para el visor web.

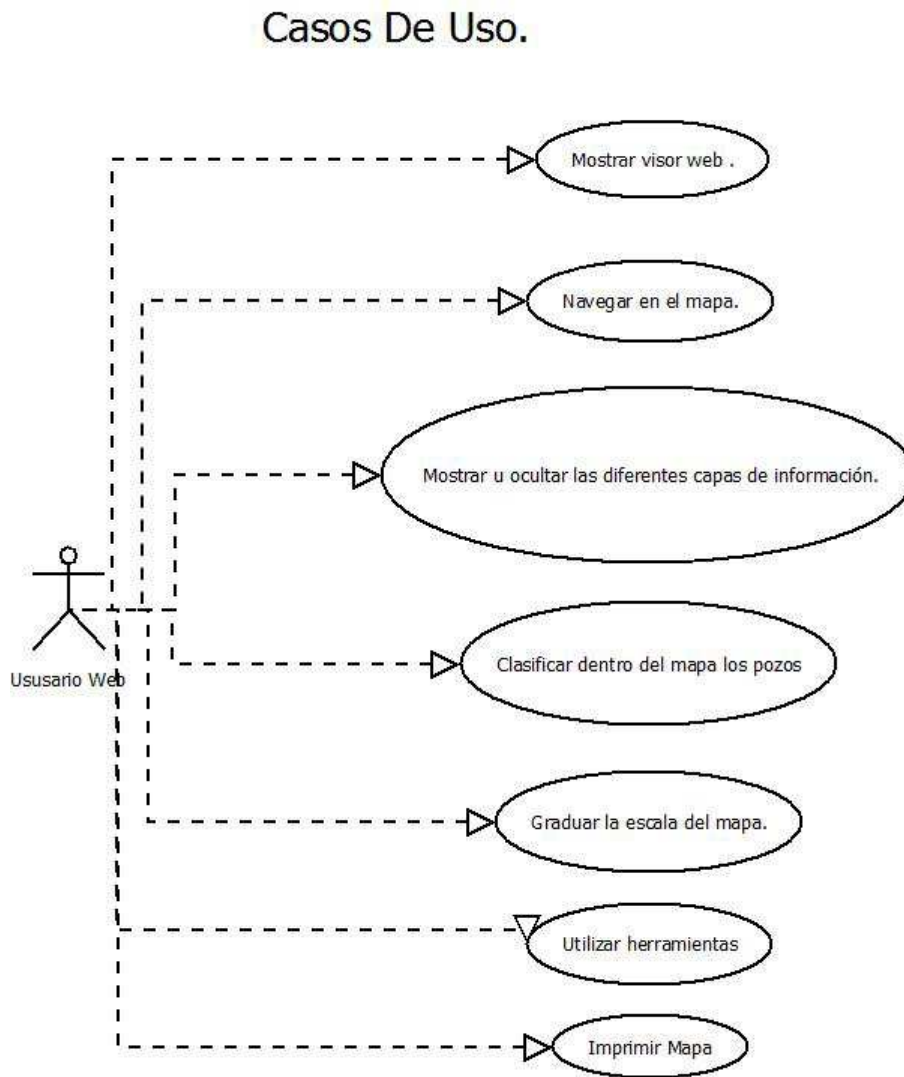
Req. ID	Descripción	Caso de uso
Req1	Permitir navegar en el mapa, siendo posible: a. Acercar. b. Alejar. c. Mover. d. Mostrar información de algún punto especificado.	CU1
Req2	Permitir mostrar u ocultar las diferentes capas de información.	CU2
Req3	Clasificar dentro del mapa los pozos: planeados, en ejecución, y planeados.	CU3
Req4	Imprimir o exportar a PDF el mapa obtenido con todas las capas que estén visibles en ese momento.	CU4
Req5	Graduar la escala del mapa.	CU5
Req6	Utilizar herramientas como medir, seleccionar, hacer consultas.	CU6

Fuente Elaboración propia del investigador

Cada visor cuenta con unos requerimientos específicos propios de la necesidad del proyecto.

2.19.5 Diagrama de casos de uso

Figura 5. Casos de uso

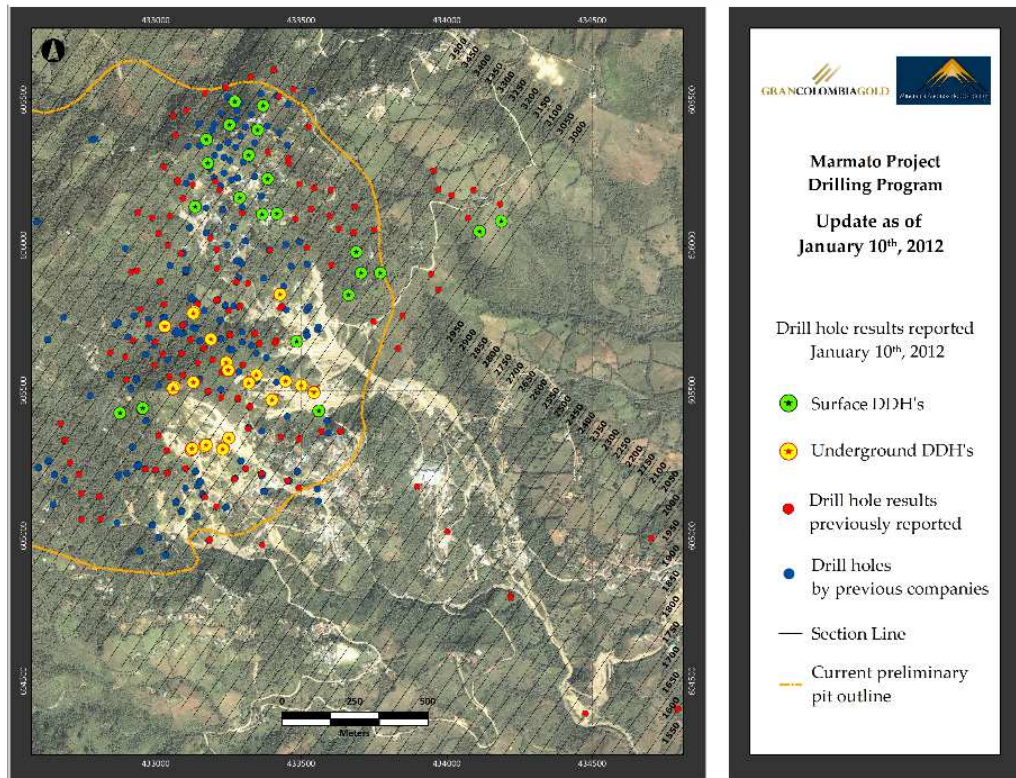


Fuente Elaboración propia del investigador

2.19.6 Diseño de cartografía temática

El mapa de plan de exploración será diseñado de la siguiente manera para el proyecto de acuerdo al mapa en formato JPG que se publica en el portal de la empresa.

Figura 6. Drilling Program



Fuente: Gran Colombia Gold (2013). Site Map. Accedido el 19 de diciembre de 2013 en http://www.grancolombiagold.com/Theme/GranColombia/files/Marmato_Project_Drilling_Program.jpg

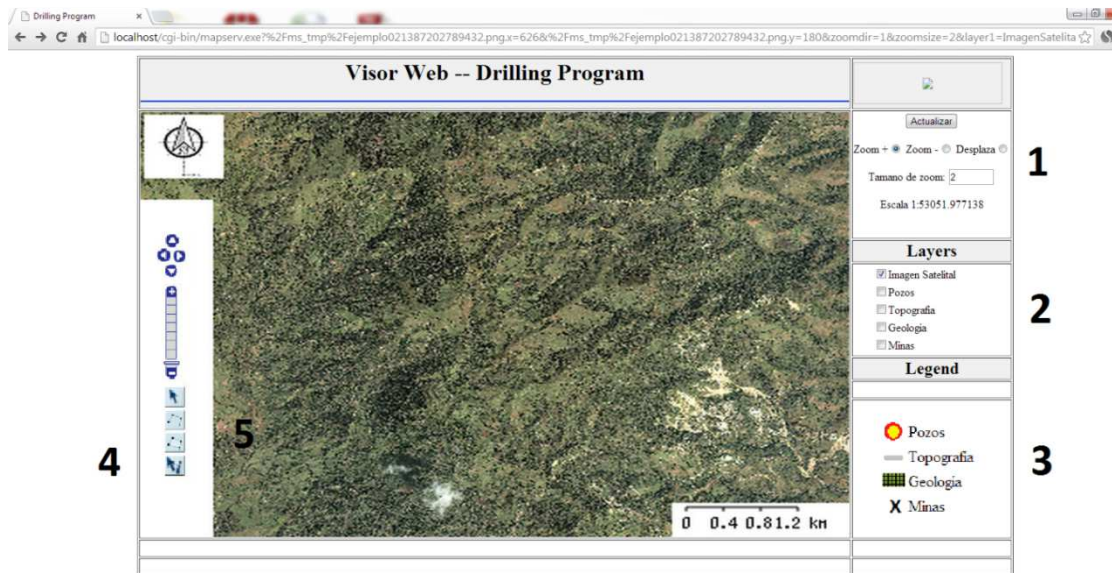
3. Metodología

3.1 Diseño de la interfaz

En esta etapa se definió la forma en la cual los objetos de navegación pueden aparecer, cómo los objetos de interfaz activarán la navegación y el resto de la funcionalidad de la aplicación, qué transformaciones de la interfaz son pertinentes y cuándo es necesario realizarlas.

La interfaz es la parte del visor en la cual los usuarios interactúan, en este caso se realiza a través de la intranet y respetará los aspectos visuales que corresponden a la zona de estudio. Se crearon varios marcos o frames para una mejor utilización del espacio y elementos técnicos. A continuación se muestra una imagen del visor y sus elementos:

Figura 7. Diseño de la Interfaz del Aplicativo Catastral.



Fuente: Elaboración propia del investigador

3.1.1 Controles de navegación

Permiten interactuar con la cartografía, cada uno tiene definido, una funcionalidad.

3.1.2 Capas

Permite activar o desactivar las capas del visor teniendo la capacidad de visualizarlas o no según la selección del usuario.

3.1.3 Leyenda

Permiten al usuario identificar las capas fácilmente para su interpretación.

3.1.4 Barra de herramientas o controles

Los botones de navegación permiten interactuar con la cartografía, cada uno tiene definido, una funcionalidad.

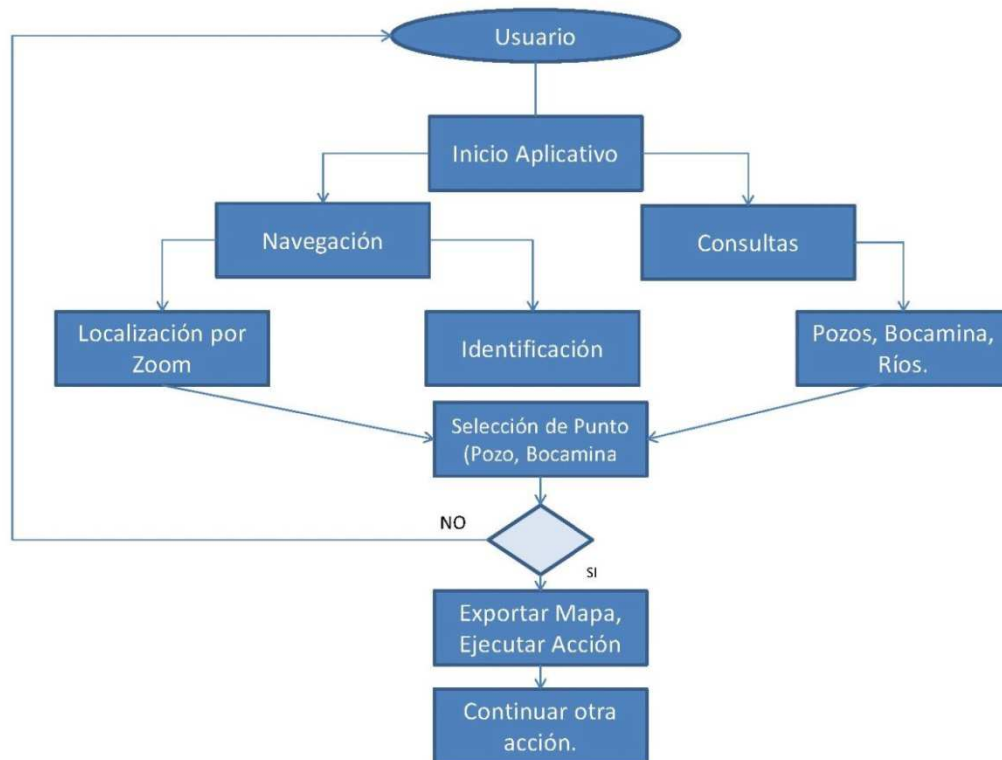
3.1.5 Mapa

En este espacio se visualiza el mapa del área de Marmato. La vista inicial es a escala 1:53.051.

3.2 Implementación de funcionalidades

Para el desarrollo del visor, se procedió a la integración de OpenLayers con MapServer, en esta fase se desarrolló toda la programación HTML y javascript. En la siguiente Figura se describe el flujo de utilización del aplicativo:

Figura 8. Diagrama que representa la utilización de la aplicación.



Fuente Elaboración propia del investigador

En la Figura anterior, se puede observar el diagrama de utilización del aplicativo. Se inicia cuando el usuario accede al aplicativo y decide buscar información de cualquier tipo. Puede hacerlo conociendo algún dato o atributo que permita situarse en el mapa. Por ejemplo, se quiere conocer la ubicación de un punto de perforación y sus atributos, podemos utilizar la herramienta de consultas gráficas que nos permite ubicarla de acuerdo a determinadas condiciones que se debe indicar, tal es el caso del número de ID de Pozo, La Plataforma, o la zona.

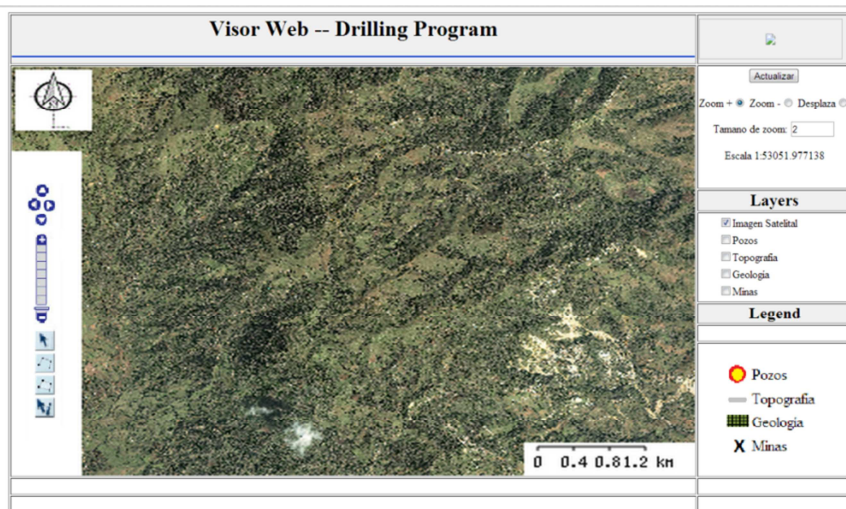
El otro caso que puede ocurrir es que se desconoce cualquier dato y el usuario quiera navegar por el mapa. Cuando requiera alguna información podrá pinchar en la herramienta de identificación y clicando sobre algún elemento obtendrá la información correspondiente.

3.3 El producto o resultado

El producto obtenido es una herramienta GIS “Open Source” enfocada a la Exploración de recursos minerales , la que en general se verá beneficiada con un producto de gran calidad, fácil y rápida actualización y mantenimiento, que redundará en una gestión más eficiente maximizando el uso de recursos, tanto físicos como de tiempo.

En este apartado se expone, de manera gráfica, el servicio de intranet resultado del desarrollo de este proyecto. La interfaz obtenida sigue la estructura y parámetros estéticos Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato - Caldas. En la siguiente Figura se puede observar el aspecto final de la interfaz de usuario:

Figura 9. Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato Caldas.



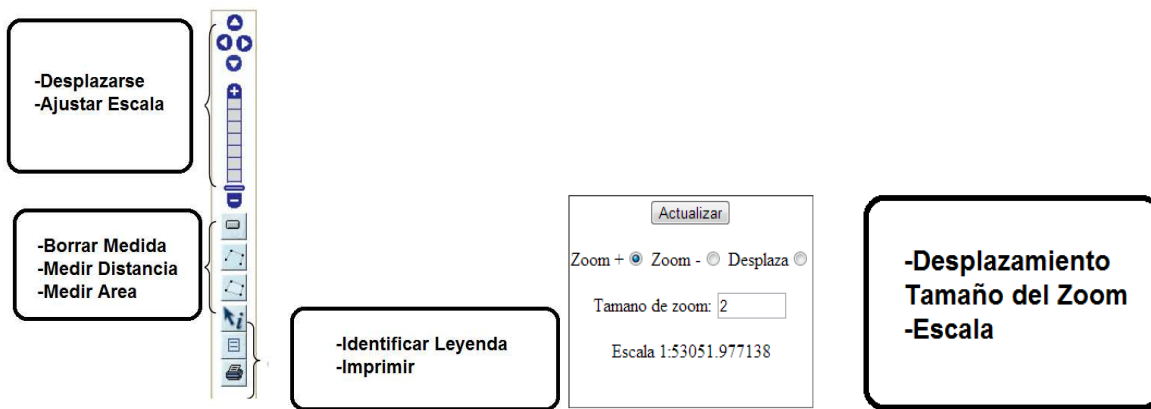
Fuente Elaboración propia del investigador

Cuando el usuario accede al aplicativo, y una vez cargada la página, se encuentra con una interfaz como la que se visualiza en la Figura, teniendo en la parte izquierda de la pantalla, la barra de herramientas, en la parte central se encuentra el mapa, visualizándose todo el perímetro del área de estudio, y en la parte derecha se localizan el control de capas, y leyenda.

3.3.1 Herramientas de navegación

El aplicativo ofrece al usuario la posibilidad de realizar extensión de la visualización, volver a la extensión inicial, medir en el mapa y realizar consultas e identificación. A continuación se puede observar las herramientas generadas y disponibles en el visor.

Figura 10. Estructura de la barra de herramientas



Fuente Elaboración propia del investigador


3.3.2 Estructura del Cuadro de Herramientas

La barra de herramientas, contiene iconos o botones que al ser presionados activan ciertas funciones de la aplicación.

3.3.3 Panel Zoom Bar

Permite el desplazamiento norte, sur, este u oeste en la ventana del mapa.

3.3.4 Herramientas de medida

Mediante estos tres controles , el usuario puede medir en la ventana del mapa la distancia o el área y borrar la imagen generada, teniendo el resultado en metros.

3.3.5 Herramienta para identificar


A través de este icono  se puede obtener información de los pozos planificados, en ejecución y planeados, las identificaciones siempre se realizan sobre el layer “Pozo” y el resultado se visualiza en la ventana de información para consultas. En este caso, interesa conocer los datos Pozo de exploración tales como ID, Fecha de Inicio, Coordenadas, Localización, Longitud, Valores de Oro y Plata, entre otras solo con seleccionar el objeto dentro del mapa.

Figura 11. Resultado de la herramienta Identificar.

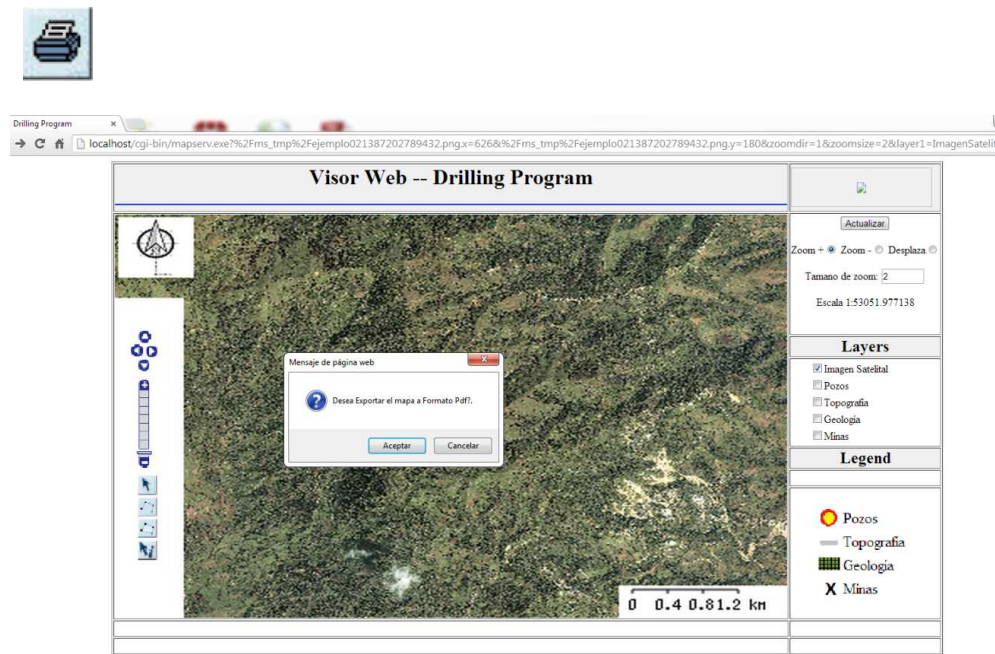
Informacion de Pozo	
Nombre:	DH-0099
X:	412194.37
Y:	671502.07
Z:	1329.63
Localizacion:	Vereda El Eden.
Dip:	256
Azimuth:	90
Longitud:	300 metros
Tenores significativos	
Au:	13.7 ppm
Ag:	45 pm

Fuente Elaboración propia del investigador

3.3.6 Imprimir

Esta herramienta permite copiar el zoom actual de la ventana del mapa en una nueva plantilla web externa desde la que se puede enviar a imprimir en formato JPG o PDF. La siguiente Figura presenta el resultado de esta herramienta.

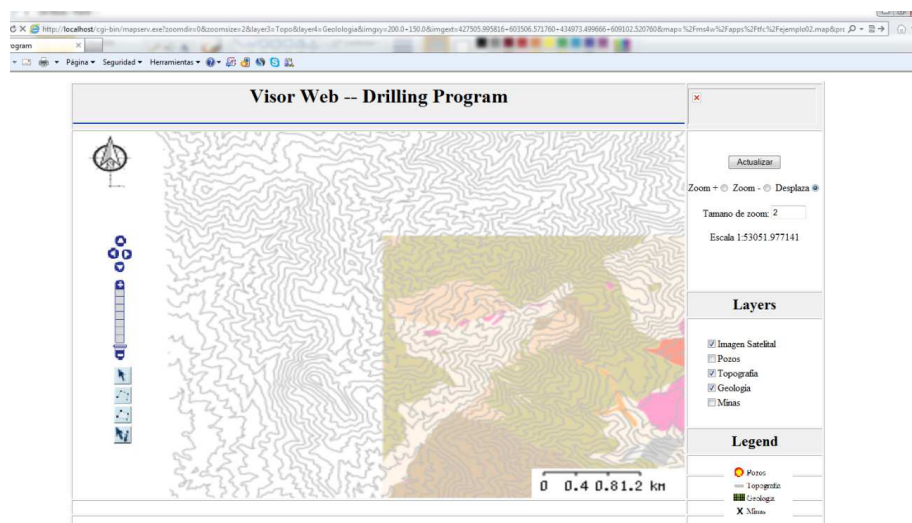
Figura 12. Vista control de capas.



Fuente Elaboración propia del investigador

53A través del control de capas, el usuario puede escoger las capas que desea visualizar y el momento en que quisiera dejar de verlas.

Figura 13. Vista con curvas de nivel, y Mapa Geológico de la zona.



Fuente Elaboración propia del investigador

3.3.7 Agregar un nuevo pozo

El usuario Planificador tendrá la opción de crear un punto dentro del mapa presionando clic derecho sobre el mapa y seleccionando del menú la opción “Agregar nuevo Pozo”. Se abre la ventana para que el usuario pueda ingresar los requerimientos mínimos para la creación de un pozo: Nombre, plataforma, Coordenadas, dip, Azimut, localización.

Figura 14. Vista pantalla para creación de un nuevo pozo

Nuevo Pozo	
Nombre del Pozo:	<input type="text" value="DH-00999"/>
Plataforma:	<input type="text" value="PLT099887"/>
Ubicación:	<input type="text" value="VEREDA EL MANGO"/>
Fecha de Inicio	<input type="text" value="12/09/2013"/>
Especificaciones de ubicación y dirección:	
sistema de coordenadas:	<input type="text" value="UTM"/>
X:	<input type="text" value="412191.51"/>
Y:	<input type="text" value="671500.27"/>
Z:	<input type="text" value="1329.07"/>
Azimut:	<input type="text" value="90"/>
Dip:	<input type="text" value="90"/>
<input type="button" value="Guardar"/>	

Fuente Elaboración propia del investigador

El usuario debe diligenciar correctamente todos los campos para la creación del nuevo pozo. En caso que uno de los datos no esté correctamente diligenciado, la interfaz de usuario le indicara las sugerencias y las correcciones.

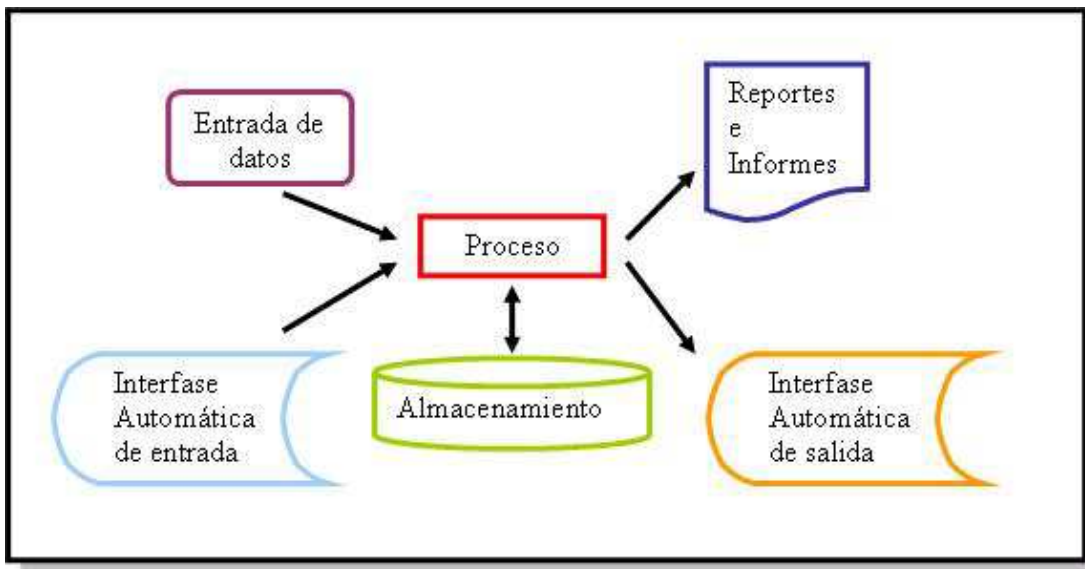
4. Resultados y Análisis

4.1 Mejoramiento la eficiencia en la planeación y ejecución de los pozos de exploración de metales preciosos

El visor web, permite al usuario interactuar en tiempo real con los datos que aporten significativamente a la toma de decisiones a cualquier tipo de actor independientemente de su rol dentro de la aplicación, si el rol del usuario es la planeación el usuario tendrá acceso a visualizar los valores en Oro, Plata de los pozos ya ejecutados y así continuar con su programación para cumplir las metas, obteniendo una visión global del modelo. Si el rol de usuario es de ejecutor u operativo entonces el usuario solo puede visualizar / activar dentro del aplicativo las tareas que tiene asignadas y no todos los campos pueden ser visualizados.

Este tipo de roles mejoran la productividad dentro de las áreas involucradas ya que especifica a cada uno su responsabilidad dentro de la planificación o ejecución por medio de tareas y proporciona al usuario planificador oportunamente todos los detalles para tomar decisiones acertadas durante el proceso de exploración.

Figura 15. Diagrama de procesamiento de datos entre usuario y visor Web



Fuente Elaboración propia del investigador

4.2 Mejora de tiempos en la ejecución de actividades dentro de la operación

Se realizó una medición de los tiempos de cada uno de los procesos involucrados desde la planificación hasta la etapa de finalización de plataforma, los cuales cada actor indica la reducción del tiempo significativo en el proceso de análisis y procesamiento de información, gracias al visor ya que tienen acceso a la información, que no tienen que disponer de un software especializado, ni tampoco deben preparar un mapa con un archivo de datos actualizado para graficarlo en ArcGIS o AutoCAD, sino que la información la cargan durante la operación en el Visor y cuando disponen de ella para visualizarla no es necesario procesarla o prepararla. A continuación se muestra el cuadro con los tiempos estimados antes y después de desarrollado el visor:

Tabla 9. Medición de tiempos estimados antes y después de desarrollado el visor.

Ítem	Antes del Visor Web	Después del Visor Web	Unidades	Actor	Mejora del tiempo %
Tiempo de planeación la definición de un punto para planear un pozo.	2	1	Horas	Modelador	50.0%
Tiempo de espera en la solicitud de un mapa de plan de perforación.	4	0.15	Horas	Geología / Perforaciones	95.0%
Tiempo de preparación de Mapa de Campo.	4	0.15	Horas	Ambiental/ Topografía	95.0%
Tiempo de entrega de los datos para reportes mensual.	8	1	Horas	Modelamiento/Geología	88.0%
Tiempo de Visualización de Datos de Campo.	8	4	Horas	Geología / Topografía / Modelamiento / Perforaciones	50.0%
Tiempos Promedio	5.2	1.26			75.6%

Fuente Elaboración propia del investigador

La tabla muestra claramente una reducción significativa en tiempo promedio de todas las actividades en un 76%.

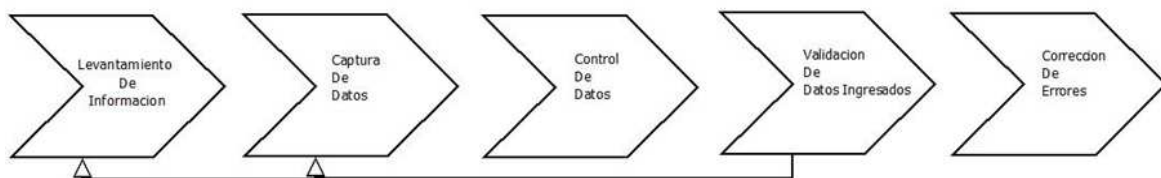
4.3 Mejora en la calidad de la información

Dentro de todo el proceso de análisis y levantamiento de requerimientos se definen algunos especificaciones mínimas que deben tener cada uno de los registros de las tablas definidas en la base de datos, es por tal razón que algunos datos son más relevantes en el proceso de interpretación, por lo tanto debemos ser más exigentes en que la calidad de la información sea confiable.

Para garantizar la calidad de la información se implementaron procesos de verificación de los datos que están programados al final de la jornada de cada actor o usuario. Los datos ingresados en la base de datos son exportados por el área encargada y posteriormente son comparados con los datos incluidos en las carteras o formatos de campo. Si durante el proceso se detecta alguna diferencia entre los datos, se debe resaltar el punto donde ocurrió el error, corregir en la aplicación y notificar al área encargada de administración del Visor Web para que incluya un procedimiento para evitar que se cometa el mismo error en caso que sea recurrente.

A continuación se muestra el proceso de ciclo de la información dentro del proyecto de exploración de Metales preciosos dentro de la empresa “minerales andinos de occidente”:

Figura 16. Ciclo de la información dentro del proceso de control de calidad de los datos.



Fuente Elaboración propia del investigador

4.4 Disminución de los costos de adquisición de Software

Se realiza la comparación de precios en inversión de productos de software ya que en el análisis de la propuesta se describe en una tabla la inversión inicial para desarrollar el visor Web basado en software Libre. En la tabla comparado con los costos del software de licenciado por año.

- **Antes:**

Cantidad	Nombre Licencia / Detalle	Costo
10	Capacitaciones	5000 \$
4	ArcInfo del Sistema ArcGIS 10	24000 \$
Total:		101000 \$

Tabla total costo adquisición de Software Arcgis (\$ USD)

- **Ahora:**

Costo hardware / software:

Cantidad	Recursos	Precio
1	Servidor	\$ 2.000
2	Desktop	\$ 1.500
1	Servidor Web.	\$ 0
1	Servidor de Mapas.	\$ 0
1	Lenguaje de programación.	\$ 0
2	GVSIG	\$ 0
Total		3500

Costo de software durante la implementación del visor web.

- **Costo recurso humano:**

Cargo	Profesión	Conocimientos
Analista de requerimientos.	Ingeniero de sistemas o Geólogo.	\$ 20.000
Programador	Técnico de sistemas.	\$ 15.000
Total		\$ 35.000

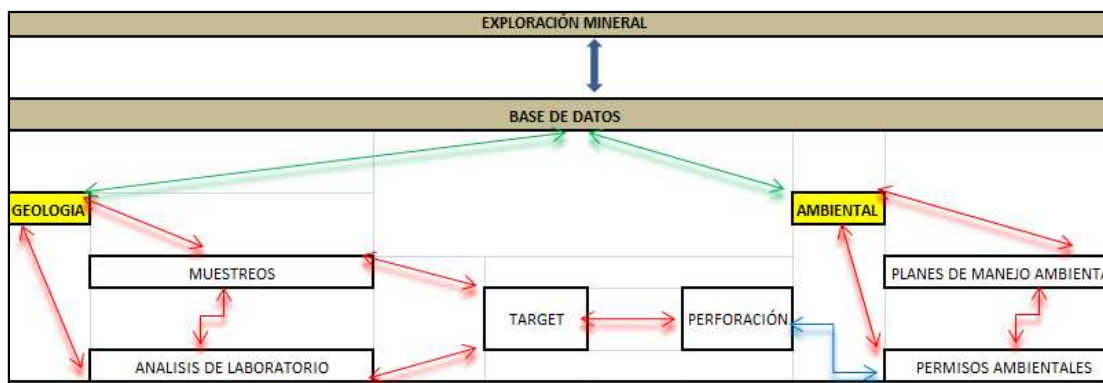
Costo del personal requerido durante desarrollo e implementación del visor web.

Existe una diferencia significativa en el costo de 66.000 \$ USD en la implementación del visor Web con software libre. El costo del software licenciado es casi 3 veces superior y menos orientado al objetivo de la compañía.

4.5 El funcionamiento del Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del Distrito Aurífero de Marmato - Caldas. Ha mejorado la calidad de la “información” dentro de la compañía "Minerales Andinos de Occidente"

Por medio de las bases de datos espaciales y no espaciales que son el soporte de almacenamiento de la información de todas las áreas de Exploración de yacimientos minerales, se puede realizar una sincronización, enlace y superposición de información.

Figura 17. Interacción de los actores involucrados en el proceso de exploración de recursos minerales.



Fuente Elaboración propia del investigador

Tabla de interacción de los actores involucrados en el proceso de exploración de recursos minerales.

En la fase de exploración se manejan diferentes frentes y cada uno procesa información que es vital para el éxito del proyecto.

- **Geología:** Encargada de recolección de datos estructurales, geológicos, de alteración, toma de muestras

- **Análisis de laboratorio:** procesa información que contiene información espacial y precisa de los valores de metal en las muestras recolectadas.
- **Target:** Son las zonas que indican que áreas representan mayor potencial por valores de mineral detectado en los análisis de laboratorio.
- **Perforación:** es la fase de toma de muestras a profundidad de las zonas detectadas en la fase inicial de geología.

Cuando se inicia la superposición de información con el área de ambiental se deben contar con los permisos ambientales y establecer que no se esté interfiriendo en zonas de restricciones (zonas de paramo, protección indígena, protección de cuencas etc.)

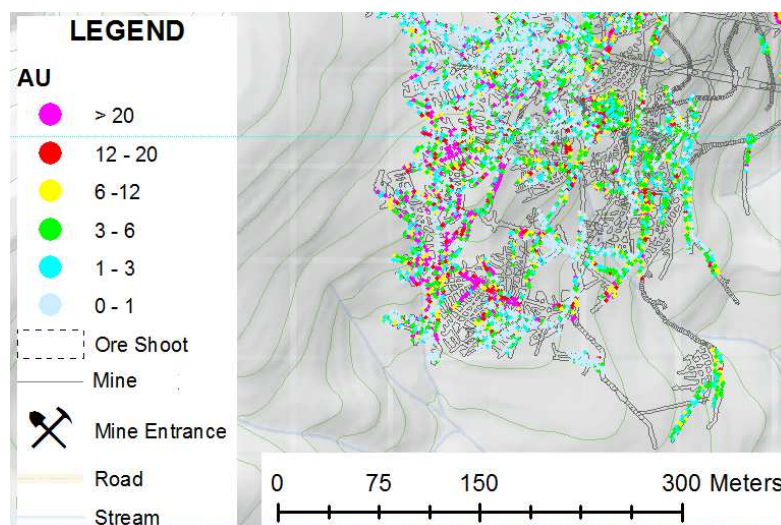
Con la vinculación de la información de cada una de las áreas incluidas en exploración se inicia la evaluación de la viabilidad económica para desarrollar el proyecto.

4.6 Plantillas de mapas y análisis de la información recolectada en campo

El visor web permite al usuario la exportación de algunas plantillas, mapas prediseñados conectados a una base de datos que facilitan al usuario el análisis de la información. Los mapas son una de las posibles salidas y explotación de los datos del sistema.

4.7 Exportación de mapas de muestras de canal recolectadas en la mina

Figura 18. Mapa enriquecimiento de zonas según muestreo dentro de la mina.

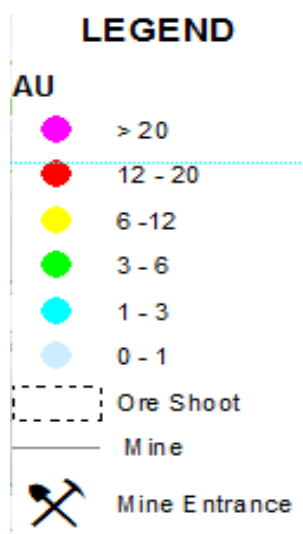


Fuente Elaboración propia del investigador

El levantamiento de estos datos depende del módulo **MineChannel**, donde el tomador extrae la roca con fines de realizar el análisis de contenido de Oro y Plata. Al momento de tener ya completa la información de descripción de la roca y resultados de análisis químicos, el dato ya está listo para ser visualizado en el mapa, el cual se interpreta según los valores de rango de los resultados de Oro en análisis químicos.

Según los intervalos de la leyenda podemos deducir que los valores de oro más bajos tienen tendencia a ser más claros, mientras que los valores más importantes están identificados por colores más cálidos.

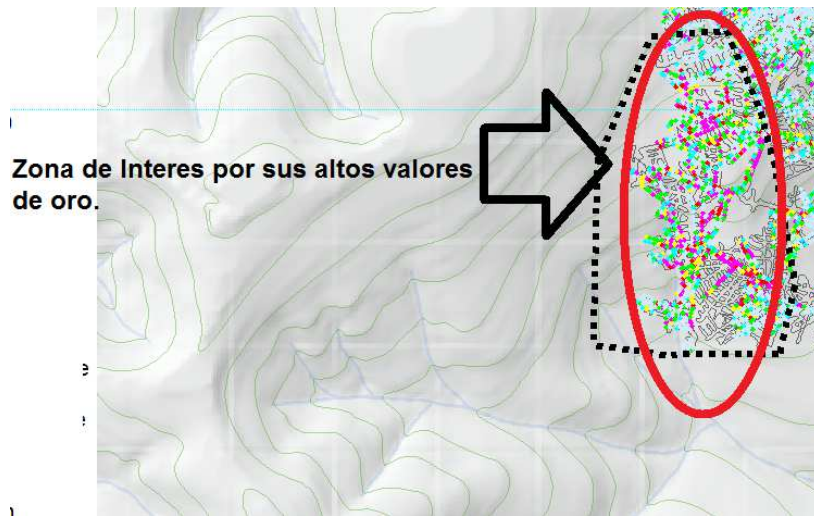
Figura 19. Leyenda para los valores de Oro del total de muestras recolectadas en la mina.



Fuente Elaboración propia del investigador

Dentro de los datos exportados por el mapa podemos observar que existe una zona en la cual abundan muestras con altos valores de Au, lo cual resultaría interesante para una futura explotación.

Figura 20. Zona de interés por altos valores de Oro

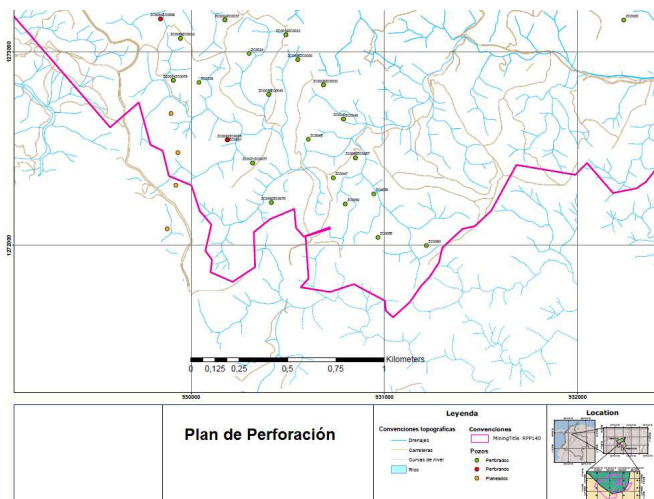


Fuente Elaboración propia del investigador

4.8 Exportación de mapa estado de plan de perforación

El presente mapa le permite al usuario analizar y verificar el estado que se encuentra la programación de los pozos y comparar si se están cumpliendo con los cronogramas de trabajo planteado y conocer si se ejecutó.

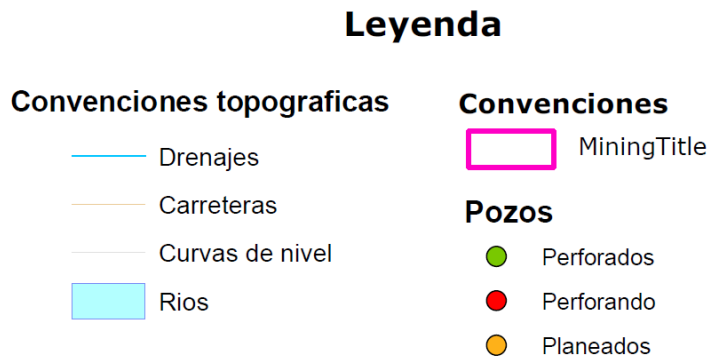
Figura 21. Mapa Plan de Perforación Ejecutado



Fuente Elaboración propia del investigador

El levantamiento de los datos para este mapa se hace en la plataforma del visor web, iniciando con el modelador que programa los pozos hasta su ejecución, los campos restantes son ingresados por cada una de las áreas responsables.

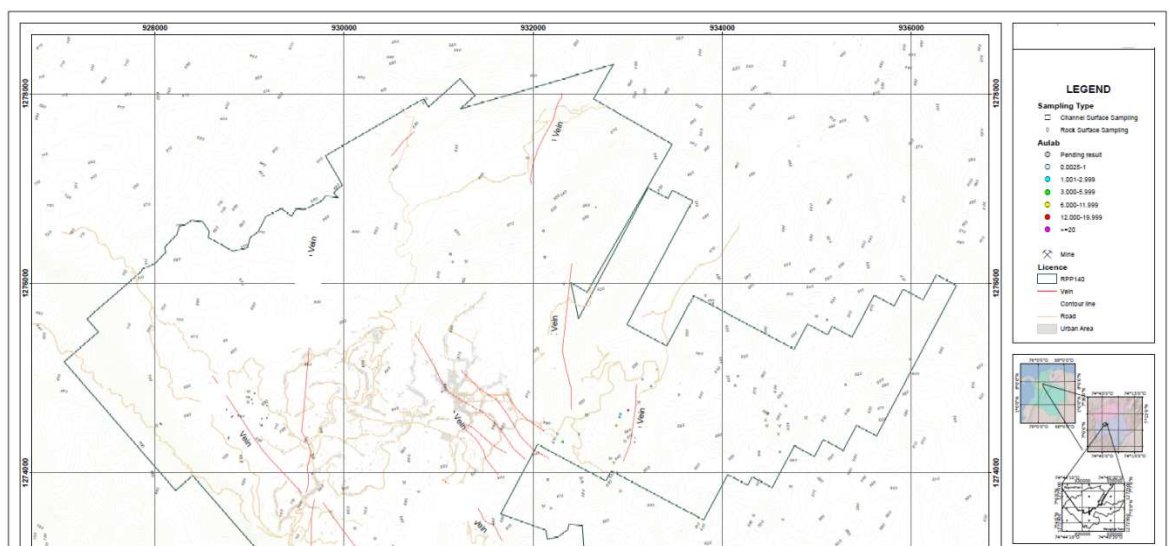
Figura 22. Leyenda de Mapa Plan de Perforación.



Fuente Elaboración propia del investigador

4.9 Exportación de Mapa Muestras de Superficie

Figura 23. Mapa muestras y análisis químicos de superficie con respecto a estructuras

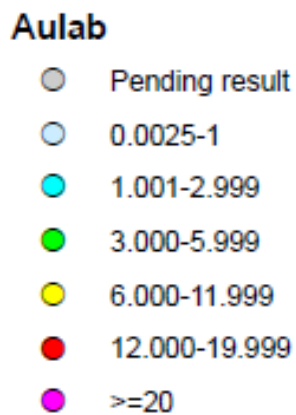


Fuente Elaboración propia del investigador

Dependen del Módulo **Geochemistry**, donde se recolectan las muestras de roca en campo con la finalidad de analizar las características de la roca asociadas a la posible concentración de oro.

Por medio de este mapa el geólogo es el que puede identificar patrones o anomalías ya que la clasificación de los resultados de análisis químicos es por colores, los más claros corresponden a valores muy bajos y los más cálidos corresponden a muestras con altos valores de Oro.

Figura 24. Leyenda de clasificación de valores de análisis de las muestras



Fuente Elaboración propia del investigador

Figura 25. Muestras con valores altos en Oro



Fuente Elaboración propia del investigador

En la imagen anterior se detecta muestras que fueron recolectadas y los resultados de los análisis dieron con a los contenidos de oro, esto le indica al geólogo que recolecto la muestra que tiene que hacer una revisión más detallada sobre el área para confirmar que en dicha zona existe alguna anomalía que represente altas cantidades de material de oro.

5. Conclusiones

El funcionamiento del Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del distrito aurífero de Marmato - Caldas ha mejorado la “información” dentro de la compañía “Minerales Andinos de Occidente” Por medio de las bases de datos espaciales y no espaciales que son el soporte de almacenamiento de la información de todas las áreas de Exploración de yacimientos minerales, se puede realizar una sincronización, enlace y superposición de información.

El funcionamiento del Visor Web para el Plan de Exploración de metales preciosos dentro del distrito aurífero de Marmato - Caldas ha mejorado la calidad “información” dentro de la compañía “Minerales Andinos de Occidente”. Ahora se detectan menos errores en casos tales como inserción de coordenadas, dirección e inclinación de la planificación de los pozos.

Por medio de las bases de datos espaciales y no espaciales que son el soporte de almacenamiento de la información de todas las áreas de exploración de yacimientos minerales, se puede realizar una sincronización, enlace y superposición de información.

La visualización espacial de la información recolectada en campo ha permitido la interpretación integra entre los integrantes encargados de la planeación y ejecución de los pozos ya que les permite ver en oportunamente los resultados obtenido por la perforación. Al obtener rápidamente los resultados de análisis químicos tanto de las muestras recolectadas en campo como de los pozos facilita en la toma de decisiones para hacer una planificación de nuevos pozos

6. Referencias

- Alcaldía, A. d. (2008). Plan de Desarrollo Municipal - “Hagamos de Marmato un municipio mejor”. En A. d. Marmato. “Hagamos de Marmato un municipio mejor”. Accedido el 5 de diciembre de 2013, en http://www.marmato-caldas.gov.co/apc-aa-files/39656265616266366134333935316639/PLAN_DE_DESARROLLO.pdf.
- Álvarez M.; Álvarez R.; Cuenca C. . (2004). *Programación en PHP – Manual Completo*. . Obtenido de Accedido el 15 de diciembre de 2013 en HTU<http://www.desarrolloweb.com/manuales/12UTHU>.
- Aronoff, S. (1995). *Geographic Information System a Management Perspective*. . Ottawa Canada: 4ta. Ed. WDL Publication .
- Barredo, J. (1996). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio*. . En J. Barredo. Madrid : RA-MA Editorial.
- Burrough, P. (1987). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. NewYork-EEUU: Oxford.
- Castillo, G., & A., S. (2013). Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. En *Diseño de un sistema de información geográfica con interfaz Web en el campo experimental de ‘el Ardal’*. <http://age.ieg.csic.es/metodos>.
- Contreras, J. (2011 - 2013). Tesis Ingeniería Técnica de Informática de Gestión. España: Universidad Oberta de Catalunya (España).
- Díaz, J. (2013). Tratamiento biológico como alternativa para disminuir el impacto ambiental ocasionado por el drenaje ácido, generado por la actividad minera en el municipio de Marmato-Caldas. Manuzales : Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Univ.
- Fedesarrollo. (2008). La minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal. En Fedesarrollo. Colombia : <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>. Consultado Marzo d.
- Foundation, T. A. (2013). *The Apache Software Foundation, Apache HTTP Server Project*. . Obtenido de Accedido el 8 de diciembre de 2013 en <http://httpd.apache.org/>

- FWTools. (2013). FWTools: Open Source GIS Binary Kit for Windows and Linux. <http://fwtools.maptools.org/>.
- Gallego, A., & Giraldo, M. (1987). Apuntes de geología y mineralogía de Marmato. (s.n). Colombia: S.N.
- García, N. (2009). Caso de estudio: Parque Nacional Sierra Nevada de Mérid. En *Diseño e implementación de un Servidor de Mapas Web*. Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.
- Geo, S. &. (2011). Gdal. GDAL main page. En *Data Abstraction Library (2011)*. Accedido el 5 de diciembre de 2013 en <http://www.gdal.org/index.html>.
- INGEOMINAS y Ministerio de Minas y Energía . (2013). Bases para el ordenamiento geoambiental del área minera de Marmato-Caldas. Marmato : Accedido el 10 de diciembre de 2013 en http://www.1.ingegominas.gov.co/component/option.com_docman/task.doc_download/gid.4610/It.
- Longley, P., Goodchild, M., & Maguire, D. R. (2011). Geographic Information Systems & Science. . Third Edition John Wiley & Sons, Inc.
- MapServer Mapping, O. S. (2013). MapServer Open Source Web Mapping (2011). MapServer 5.6 Documentation. Accedido el 16 de diciembre de 2013 en <http://mapserver.org/MapServer-56.pdf>. Accedido el 16 de diciembre de 2013 en <http://mapserver.org/MapServer-56.pdf>.
- Microsoft. (2013). *¿Qué es la ingeniería de software?* Obtenido de Accedido el 8 de diciembre de 2013 en <http://social.technet.microsoft.com/Forums/es-ES/7dc2cf80-a6ad-4271-b4db-a1e3edb946fb/-que-es-la-ingenieria-software-?forum=ietechnetes>.
- MySQL Server Official Site . (2011). MySQL Spatial Extensions. <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/spatial-extensions.html>.
- Open Source Geospatial Foundation. (2013). OpenLayers: Free Maps for the Web. Accedido el 2 de diciembre de 2013 en <http://openlayers.org/>.
- PostgreSQL. (2013). *Portal en español sobre PostgreSQL*. Obtenido de Accedido el 15 de diciembre de 2013 en http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql
- Radilla, F. (2008). Caso de estudio: sistemas de información geográfica. Tesis Maestro en Ciencias, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico

Nacional, Departamento de Comput. En *Modelado de datos para base de datos espaciales*. México D.F.

Rodríguez A.; Segnini, J. . (2009). *Desarrollo de un sistema automatizado bajo entorno web para el control de la programación académica en la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui*. Obtenido de Tesis Ingeniero en Computación, Universidad de Oriente Núcleo de Anzoá

Sznajdleder, P.; Fernández, D.; García, V. . (2013). *Java a fondo: estudio del lenguaje y desarrollo de aplicaciones*. 2. Edición. Alfaomega, Buenos Aires. Obtenido de 2. Edición. Alfaomega, Buenos Aires.