

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad # 9



Título:

“Personalización de GENESIG para el Sistema de Información Geográfica de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: Rol Analista de Sistemas.”



*Trabajo para optar por el Título de Ingeniería en
Ciencias Informática*

Autor: Katsleidy Rodriguez Tascón

Tutor: Ing. Lisset Salazar Gómez

Co-Tutor: Ing. Eddy Dangel Quesada

La Habana, 30 de junio del 2010

“Año 52 de la Revolución”

Dedicatoria

A mis padres, Leopoldo Rodríguez Hernández y Adelaida Tascón Martín , a quienes les estaré eternamente agradecida por darme esta oportunidad de estudiar y saber siempre que cuento con su apoyo desinteresado, en los momentos buenos y sobre todo, en los malos. A ustedes les digo que me esforcé todo lo que pude y que ya casi tengo un gran sueño realizado, el tener un título universitario, en una carrera que me gusta y sé además, que este es un sueño de ustedes también. Sólo me queda decirles lo siguiente, lo cual he tratado de que se convierta en una línea durante toda mi vida: “Que adorno más grande puede haber para un hijo que la gloria de un padre, o para un padre que la conducta honrosa de un hijo.”

A mi hermana Marisleidy Rodríguez Tascón, una de las personas que más quiero, por su confianza y afecto, por creer en mí y por estar siempre para mí. Gracias por existir.

A mi cuñado Anímer Naranjo por su incondicionalidad y apoyo.

A mis abuelos Juan y Eloy quienes quiero y aprecio mucho ya que siempre han estado presentes con su ejemplo y me han dado consejos en la vida a través de sus cuentos y sus regaños. Para ustedes también va dedicada esta tesis, y aunque quizás no puedan leerla completa sepan que los llevo en el corazón y su ejemplo está en mi recuerdo cada vez que escribo una letra.

Y a todas aquellas personas que han confiado en mí y en algún que otro momento me han tendido su mano solidaria, o me han dado algún consejo.

A todos muchas gracias.

Katy

Agradecimientos

“Lo que importa verdaderamente en la vida no son los objetivos que nos enmarcamos, sino los caminos que seguimos para lograrlo”. A lo largo de estos 5 años he transitado por un camino lleno de adversidades, pero también lleno de amor, de cariño de amistad, en fin de momentos felices al lado de todas las personas que han hecho posible mi sueño de hacerme ingeniera en la carrera de ciencias informáticas y son a estas personas a las que les quiero dar las gracias.

El amor, la comprensión y el apoyo hacen germinar milagros por eso quiero agradecer a mis padres **Leopoldo y Adelaida** porque sin ellos no me hubiera podido recuperar de las situaciones más difíciles, por haberme guiado por el camino correcto y no hacerme desistir de mis sueños.

A mi hermana **Marisleidy** y mi cuñado **Animer** por su paciencia y comprensión.

No quiero dejar pasar por alto agradecerles a esas personas que con el paso del tiempo también pasaron a ser una parte muy importante en mi vida mis amigos, que nunca me dieron la espalda, que siempre estuvieron a mi lado cuando preferirían haber estado en otra parte, porque cuando en algún momento estuve deprimida y aburrida de la vida pude contar con ellos, por ser especiales, en este momento inundan mis pensamientos mis queridas amigos **Yenisel, Mariem, Lisandra, Erielis, Yanita, Serguey, Yelina**, siempre los recordaré como mis hermanos de universidad, junto a ellos pase 5 años especiales.

Hacerles llegar mi respeto y agradecimiento a todos los **profesores de la carrera** que contribuyeron a mi formación y que hicieron posible y realidad este momento.

A mi tutora **Lisset Salazar**, y a mi cotutor **Eddy Dangel** por toda la ayuda brindada para realizar este sueño.

A nuestro **Comandante en Jefe** por haber depositado su confianza en nosotros.

A la **Revolución** por permitimos estudiar en una escuela como esta.

A todas esas personas que siempre estuvieron ahí para ayudarme en lo que necesitara.

A los que son y los que fueron, a los que están y los que no están...

Muchas gracias.

Katy.

Declaración de Autoría

Declaro que Katisleidy Rodriguez Tascón es la única autora de este trabajo titulado “Personalización de GENESIG para el Sistema de Información Geográfica de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: Rol Analista de Sistemas.” Y autorizo a la Facultad 9 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de ____ del año 2010.

Katisleidy Rodriguez Tascón

Ing. Lisset Salazar Gómez

Resumen

Las Tecnologías de Información y las Comunicaciones han logrado el desarrollo de la sociedad cubana, cada vez se suman más sectores a la informatización de los procesos fundamentales, lo que conducirá a las empresas a una verdadera revolución tecnológica que abrirá un enorme campo de posibilidades. La Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM) avanza con pasos seguros hacia la meta de informatizar todo el conocimiento geológico existente en el país. El presente trabajo se realiza con el objetivo realizar un Sistema de Información Geográfica para la ONRM, el cual permitirá la integración y el análisis de la información geográfica en todas instituciones geológicas del país, permitiendo visualizar los datos obtenidos en un mapa digital con el fin de tener una mayor eficiencia y control.

El documento realizado refiere un conjunto de resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación y brinda argumentos que justifican la fundamentación de la solución propuesta, a la situación problemática existente. También deja plasmadas todas las funcionalidades que brinda este producto informático agrupándolas por sus especificidades, modelándolas según su descripción y análisis con un alto nivel de detalle. Se emplea como Lenguaje de Modelado (sus siglas en ingles UML), como metodología de desarrollo Proceso Unificado de Desarrollo (sus siglas en ingles RUP), y la herramienta Visual Paradigm para realizar los diagramas correspondientes al sistema, además de proporcionar toda la documentación del software. Por último, se muestra los diagramas de diseño de la aplicación así como un grupo de conclusiones y recomendaciones de enorme valía para la continuidad del trabajo.

Palabras Claves

ONRM, RUP, SIG, TIC, UML, Visual Paradigm.

Abstract

The Information and Communication Technologies have greatly contributed to the development of the Cuban society. Everyday, more sectors and organizations aim at the automation of their main processes; it will lead all enterprises of our country to an actual technological revolution which will open a wide range of possibilities. The National Office of Mineral Resources moves forward to achieve the computerization of all the existing geological knowledge in our country. The objective of this work is to create a Geographical Information System for the National Office of Mineral Resources, which will allow the integration and analysis of the geographical information in all the geological institutions of our country, which will also allow visualizing the data obtained through a digital map in order to achieve greater efficiency and control.

The research work shows a set of results obtained during the investigation process and offers grounds to validate the proposed solution for the investigation problem. It also states all the informatics product functionalities gathered according to their specific characteristics and modeled according to their description and analysis showing a high level of details. UML is used as modeling language; RUP is used as development methodology and the tool Case Visual Paradigm to make all the system diagrams. Besides, all the information related to the software is presented. To conclude, the application design diagrams as well as a set of valuable conclusions and recommendations are presented in order to guarantee the permanence of the investigation.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Conceptos asociados al dominio del problema.....	6
1.3 Desarrollo de los SIG a nivel Mundial.....	9
1.4 Desarrollo de los SIG en Cuba.....	11
1.5 Situación Problemática.....	13
1.6 Metodologías de desarrollo de software a utilizar - RUP.....	14
1.7 Lenguaje de Modelado - UML.....	18
1.8 Herramienta CASE de Desarrollo de Software - Visual Paradigm.....	19
1.9 Conclusiones.....	20
Capítulo II.....	21
2.1 Introducción.....	21
2.2. Modelo de Dominio.....	21
2.2.1. Eventos principales del entorno.....	22
2.2.2. Glosario de términos del dominio.....	22
2.3. Especificación de los Requisitos del Software.....	25
2.3.1. Técnica de captura de requisitos.....	25
2.3.2. Requerimientos funcionales.....	26
2.3.3. Requerimientos No Funcionales.....	29
2.3.4. Definición de los actores.....	32
2.4. Definición de Caso de Uso del Sistema.....	32
2.4.1. Diagrama de Caso de Uso del Sistema.....	34
2.4.2. Descripción de los Casos de Uso del Sistema.....	35
Para el resto de las descripciones de los Casos de Uso del Sistema ver Anexo 1.....	54
2.5 Conclusiones Parciales.....	54
Capítulo III.....	55
3.1 Introducción.....	55

3.2 Arquitectura.....	55
3.3 Patrones de diseño	56
3.4 Diseño.....	58
3.4.1 Diagramas de Clases del Diseño	58
3.5 Conclusiones.....	63
Glosario de Términos	66
Anexos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1: Descripción de los requisitos funcionales del Sistema.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2: Diagrama de Clases del Diseño.	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía Consultada	68

Tablas y Figuras

Tabla 1: Definición de actores	32
Tabla 2: RF_Exportar capas.....	35
Tabla 3: RF_Localizar Objetos Geológicos.....	37
Tabla 4: RF_Visualizar Capas de Servicios Externos.....	46
Tabla 5: RF_Representar Objetos Geológicos	48
Tabla 6: RF_Redimensionar Mapa	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7: RF_Identificar Geometría.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: RF_Realizar Control de Selección	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9: RF_Localizar por Coordenadas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10: RF_Medir distancia.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11: RF_Calcular Superficies	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12: RF_Calcular Acimut.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13: RF_Visualizar Elementos Complementarios ...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14: RF_Exportar Mapa	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15: RF_Generar Consultas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 1: Mapa conceptual de Sistema	7
Figura 2: Fases de RUP.....	17
Figura 3: Flujos de trabajo de RUP	18
Figura 4: Diagrama del dominio	24
Figura 5: Diagrama de Caso de Uso del Sistema.....	34
Figura 6 DCD: Localizar Objetos Geológicos	59
Figura 7 DCD: Visualizar Capas de Servicios Externos	60
Figura 8 DCD: Exportar Capas	61
Figura 9 DCD: Representar Objetos Geológicos.....	62
Figura 14 DCD: Redimensionar Mapas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15 DCD: Calcular Superficies.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16 DCD: Exportar Mapas	¡Error! Marcador no definido.

Figura 17 DCD: Generar Consultas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18 DCD: Identificar Geometría	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19 DCD: Localizar por Coordenadas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 20 DCD: Medir Distancia.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21 DCD: Realizar Control de Selección.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 22 DCD: Visualizar elementos Complementarios	¡Error! Marcador no definido.
Figura 23 DCD: Calcular Azimut	¡Error! Marcador no definido.

Introducción

Con la intención de extender el desarrollo informático hacia todos los sectores de la sociedad el país se encuentra inmerso en un proceso de informatización. Las empresas cubanas van camino al ajuste de los modelos de negocio basados en las Tecnologías de Información y las Comunicaciones(TIC); pero no todas disponen de la capacidad suficiente para adoptar los modelos de negocio que las hagan más abiertas y competitivas.

La base tecnológica de la gran mayoría de empresas nacionales afrontan una etapa de revolución y es necesario un cambio de pensamiento hacia enfoques más flexibles respecto al uso de las TIC en el sector. Lo que conducirá a la empresa y a la sociedad a una verdadera revolución tecnológica que abrirá un enorme campo de posibilidades a todos por igual.

Cuba ha tratado de mantenerse, a pesar de su estatus de país subdesarrollado y de todas las barreras que le impone el bloqueo, en contacto directo con el desarrollo de las nuevas tecnologías y los diferentes procesos por los que ha transitado la informática. El país se encuentra hoy centrando todos sus esfuerzos en lograr un avance tecnológico, es por esto que se desarrollan herramientas que den soluciones a problemas de planificación y gestión.

Las empresas cubanas en busca de un perfeccionamiento empresarial que contribuya en el desarrollo económico del país, presentan una alta demanda de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que le permita un mayor dominio de toda la información geográfica con las que ellas cuentan. Estos ayudan a resolver problemas difíciles y mejorar su calidad de vida, pues es considerada una importante herramienta que permite almacenar y manipular información usando geografía; analizando patrones, relaciones y tendencias de la información para ayudar a tomar mejores decisiones ante situaciones que requieren de rapidez y eficiencia.

Estos sistemas se han convertido para el hombre actual y para las empresas en un espacio de preferencia indudable cuando se encuentran frente a una situación que solicite de una disposición con inmediatez. La tecnología de los SIG puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos.

Las empresas cubanas están inmersas en un cambio tecnológico favorable, una de ellas es la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM). Esta entidad vela por el aprovechamiento racional de los

recursos minerales del país y es el órgano que controla el proceso concesionario¹, ordenando y fiscalizando la actividad geológica, minera y petrolera de la República de Cuba.

La ONRM cuenta con un archivo técnico donde se conserva el patrimonio documental geológico, minero y petrolero del país, brindando servicio a toda la comunidad de las geociencias, a las entidades o personas que tengan interés en informaciones históricas y actuales de la Geología, Minería y el Petróleo del país. Esta maneja otras informaciones geológicas georeferenciadas como son los yacimientos y concesiones².

Se debe conocer que parte de la información geográfica que se maneja se realiza a través de mapas impresos en papel, lo que provoca deficiencia debido a lo engorroso que puede tornarse esto ante la cantidad de información geográfica existente, lo que implica una alta complejidad y la aparición de procesos complejos que se deben realizar para permitir un fácil manejo de la información ya sea actualizarla, consultarla y modificarla, constituyendo esta la **situación problemática** de esta investigación.

El **problema a resolver** queda formulado de la siguiente forma:

¿Cómo lograr el entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo para satisfacer la demanda existente de los SIG en la ONRM?

Siendo el **objetivo general** realizar el análisis y diseño del SIG de la ONRM.

Constituyendo el **objeto de estudio** los procesos del análisis y diseño en el desarrollo de SIG.

Enmarcando el **campo de acción** que abarca esta investigación en el análisis y diseño del desarrollo SIG para la ONRM.

¹ Persona o entidad que tiene la concesión de un servicio o la distribución de un producto determinado.

² Derecho que se le otorga temporalmente a una persona natural o jurídica para que pueda realizar actividades mineras.

Como guía de la investigación se plantea la **idea a defender**:

Con la elaboración adecuada de la documentación técnica correspondiente al análisis y diseño del SIG de la ONRM, se logrará el entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo para satisfacer la demanda existente de los SIG en la ONRM.

Para cumplir con el objetivo general propuesto y darle solución a la situación problemática planteada, se proponen las tareas siguientes:

Tareas de investigación:

1. Caracterizar el proceso de manejo de la información geográfica en Cuba.
2. Modelar el negocio para lograr familiarizarse con el entorno de trabajo que actualmente existe.
3. Analizar los procesos para conocer las inquietudes del cliente y lograr una familiarización con estos.
4. Describir los requisitos que debe cumplir el sistema para su futura implementación.
5. Modelar el diagrama de casos de uso del sistema.
6. Modelar el diseño del sistema.
7. Modelar los diferentes diagramas que describen el diseño del sistema.
8. Generar la documentación de la información referente al análisis y diseño del sistema.

Resultados esperados

- ✓ Crear la documentación de la información referente al análisis y diseño del SIG para la ONRM para su futura implementación.

A lo largo de la investigación se procura obtener información relevante mediante la aplicación de los siguientes métodos científicos:

Métodos teóricos

- **Analítico–sintético:** Este método ha servido para analizar y comprender la teoría y documentación relacionada con el tema de investigación, permitiendo así, extraer los elementos más coherentes e importantes con el objeto de estudio.
- **Análisis histórico–lógico:** Este método ha servido para realizar un análisis histórico exhaustivo de la historia de los SIG, posibilitando el análisis de la trayectoria de estos sistemas para una mejor comprensión de los mismos.
- **Modelación:** Este método se pone en práctica en el trabajo, al realizar el análisis y diseño de la realidad objetiva de las funcionalidades que se incorporan mediante diversos modelos y diagramas que ayudan a comprender mucho más el objeto en su totalidad.

Métodos Empíricos.

- **Observación:** Este método es de vital importancia ya que ha permitido percibir a partir de la situación real que se está investigando cómo se desarrolla a groso modo el proceso que constituye el objeto de estudio.
- **Entrevista:** Para el desarrollo de este método se ha entrevistado a especialistas de la ONRM quienes han aportado elementos significativos a la investigación.

Capítulos de la investigación

El presente documento está estructurado por 3 capítulos, a continuación se expone brevemente una descripción de cada uno.

Capítulo 1: Se abordará en detalle todo lo relacionado con la fundamentación teórica que sustenta la presente investigación, se hará un estudio del estado del arte del tema y se especificarán algunos

conceptos asociados a la misma. Además de fundamentar la elección de las herramientas que se utilizarán para dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

Capítulo 2: Se profundizará en el Dominio del problema. Conjuntamente se levantarán los requerimientos propios del sistema, tanto funcionales como no funcionales, realizando también las descripciones y la documentación correspondiente.

Capítulo 3: Se desarrollarán los artefactos pertenecientes a los flujos de trabajo análisis y diseño, dígase diagramas de clases y diagramas de interacción.

Capítulo I

Fundamentación Teórica

1.1 Introducción.

En este capítulo se muestra la documentación necesaria para una mejor comprensión del trabajo así como se analiza la metodología de desarrollo de software y la herramienta de modelado a utilizar, para el desempeño del rol de analista de sistemas que pueden ser útiles en el desarrollo de la propuesta de solución.

1.2 Conceptos asociados al dominio del problema

En la actual investigación se muestran un grupo de conceptos asociados con el objetivo de conseguir que el lector alcance una mayor comprensión y una visión general de los temas tratados a lo largo de todo el trabajo investigativo, por lo que se hace necesario especificar y puntualizar cada uno de ellos.

1.2.1 Sistema

Según la IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms:

"Sistema es un todo integrado, aunque compuesto de estructuras diversas, interactuantes y especializadas. Cualquier sistema tiene un número de objetivos, y los pesos asignados a cada uno de ellos pueden variar ampliamente de un sistema a otro. Un sistema ejecuta una función imposible de realizar por una cualquiera de las partes individuales. La complejidad de la combinación está implícita".
(Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms)

Dado el planteamiento anterior se puede definir un sistema como el conjunto de procesos o elementos interrelacionados entre sí para cumplir un objetivo específico y se define con el siguiente mapa conceptual.

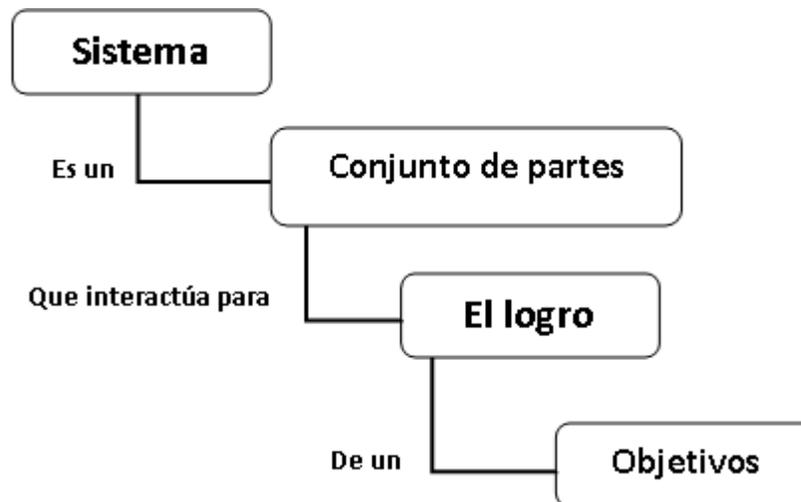


Figura 1: Mapa conceptual de Sistema

1.2.2. Sistema informático

Según Andrés Berdasco Blanco un Sistema Informático es el conjunto formado por elementos hardware y software que constituyen los recursos a los cuales llegan las peticiones de los usuarios para ser atendidas, en otras palabras se puede decir que es uno o varios ordenadores con un sistema operativo y con los programas (software) necesarios por los usuarios. (BERDASCO BLANCO, 2000)

Se concluye que un sistema informático es aquella unión que se concibe entre los programas y los componentes físicos, ofreciéndoles respuestas a aquellos usuarios que han hecho de una forma o de otra cierto pedido.

1.2.3 Sistema de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) son una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado 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 gestión. (National Center, 1990)

También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. (National Center, 1990)

Se concluye que un SIG es un sistema de computador preparado para mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre.

1.2.4 Datos Geográficos

Específicamente en geografía, los datos o antecedentes seleccionados para entender una idea, en este caso un fenómeno geográfico, y/o deducir su distribución y consecuencias, tienen dos características particulares según. La primera de ellas consiste en hacer parte de una observación o soporte (unidad de observación, objeto geográfico, individuo) que tiene una posición espacial definida; y la segunda consiste en que dicho dato tiene la posibilidad de presentarse como una variable o atributo temático, “es decir que los objetos espaciales están dotados de propiedades intrínsecas las cuales se pueden medir”. (Bosque, 1992)

1.2.5 Datos Espaciales

Un dato espacial puede entenderse como la representación de un objeto en dos o tres dimensiones, la cual tiene atributos inherentes a nuestro espacio; por lo que, por sí mismo, cuenta con los atributos de dimensión y de localización. (Una Solución para almacenamiento y el análisis de datos espaciales , 2008)

Una definición más entendible puede ser que un dato espacial es un objeto o entidad que resulta de una abstracción del espacio geográfico real y que puede ser un rasgo natural, obra humana o alguna abstracción numérica derivada del tratamiento de cifras relacionadas con tal objeto o entidad. (Diccionario Geográfico,2009)

1.2.6 Georreferenciación

Se basa en el posicionamiento en el que se concreta la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas. La misma es muy utilizada en los Sistemas de Información Geográfica. (Diccionario Babylon,2009)

1.2.7 Mapa

El concepto de mapa proviene del término latín mappa. Se trata de una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, que por lo general suele ser plana, aunque también puede ser esférica como en el caso de los globos terráqueos. (Definición de mapa - Qué es, Significado y Concepto,2009)

Se concluye que un mapa es una representación geográfica a escala de la tierra o de una parte de ella sobre un plano.

1.3 Desarrollo de los SIG a nivel Mundial

Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido, gracias al desarrollo de los medios informáticos, en una potente herramienta de apoyo a la gestión y conocimiento del territorio insospechado, existe una gran variedad de SIG, pero todos con arquitecturas y funcionalidades diferentes, todo esto se debe a la evolución y avance de los mismos en todos estos años.

Un ejemplo de esto es:

Los SIG WEB: Los cuales permiten la visualización de datos y acceder a funcionalidades de análisis y consulta de servidores SIG a través de Internet o intranet.

Generalmente se distinguen por ser un cliente ligero, (por ejemplo, un navegador web para visualizar mapas de Google) sólo proporcionan una funcionalidad de visualización y consulta.

En la actualidad podemos encontrar como principales SIG a nivel mundial:

- ✓ **ArcGIS:** Desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute) España Geosistemas S.A.

Uno de los principales líderes a nivel mundial de la rama. Es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. En él se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como:

- ArcGIS Server, para la publicación y gestión web.
- ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.
- ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones. ArcGIS Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo. (ESRI, 1991)

- ✓ **GvSIG:** Sistema de Información Geográfica en Software Libre de la Generalitat Valenciana.

Es una herramienta orientada al manejo de información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales de forma ágil tanto ráster como vectoriales. Integra en una vista datos tanto locales como remotos.

Está orientada a usuarios finales de información de naturaleza geográfica, sean profesionales o de administraciones públicas (ayuntamientos, diputaciones, consejerías o ministerios) de cualquier parte del mundo, siendo, además, gratuita. (Conselleria de Infraestructuras y Transporte, 2003)

- ✓ **MapInfo:** Distribuidor, Desktopmapping Software.

MapInfo es basado en la cartografía y la aplicación de análisis geográfico de los expertos en la inteligencia de la ubicación. Diseñado para visualizar fácilmente las relaciones entre los datos y la geografía.

- MapInfo Professional ayuda a los analistas de negocios, planificadores, profesionales de GIS - incluso los no usuarios de GIS - adquirir más conocimiento de sus mercados, compartir información, mapas y gráficos ricos y mejorar la toma de decisiones estratégicas. (erdas,2000)

Es necesario destacar que estos SIG líderes mundiales son todos realizados con herramientas propietarias, por lo que el costo de adquisición es bastante alto.

1.4 Desarrollo de los SIG en Cuba

Cuba no ha quedado exenta del desarrollo de los SIG, en 1987 surge en el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba "El SIG de Cuba" con el objetivo fundamental de actualizar el atlas nacional de Cuba.

El departamento de computación y matemática aplicada del Instituto cubano de Hidrografía (hoy GEOCUBA) desarrolla a partir de 1990 el producto TeleMap que en su versión actual constituye una herramienta muy poderosa para el diseño de un SIG y ha sido ampliamente generalizado en todo el país.

Otra rama que utiliza los SIG es la salud, donde especialistas han creado el Sistema de Información Geográfica para la Gestión de la Estadística de Salud de Cuba (SIG-ESAC) que permite la representación cartográfica de las estadísticas de salud de Cuba de una forma muy sencilla y de fácil aprendizaje. Este permite cartografiar y realizar diferentes tipos de análisis con respecto a diversos aspectos de la salud como: morbilidad, mortalidad, población, recursos y servicios; el diseño de la base de datos, creada para este sistema, puede emplearse en otros sistemas de información geográfica, utilizados para desarrollar diversos análisis epidemiológicos como el Sistema de Información Geográfica de Epidemiología (SIG-EPI).

También se han desarrollado los SIG en proyectos relacionados con el planeamiento urbano, la gestión del medio ambiente mediante el seguimiento de las zonas de posibles inundaciones, y además elaborar una base de datos de la cual se alimenten las líneas directrices del Programa de Desarrollo Humano Local (HuPDHL) y sirvan para la consulta de otras direcciones e instituciones. Este software se considera relevante para la gestión de riesgos y constituye una necesidad en las etapas de prevención de desastres naturales y de simulación de los daños que estos producen.

Los usuarios de los SIG en Cuba no son los cibernéticos o especialistas informáticos, la mayoría son geólogos, cartógrafos, geógrafos, desarrolladores, arquitectos, ingenieros, etc., quienes conocen y operan SIG en sus investigaciones y proyectos.

Muchos de estos especialistas han aprendido a manejar los SIG de forma autodidacta, sin un adiestramiento previo y trabajan en organizaciones oficiales del Gobierno, tales como GEOCUBA, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Planificación Física, Ministerio de las Fuerzas Armadas, Universidades.

Especialistas de GEOCUBA, las Fuerzas Armadas y la Universidad de Ciencias Informáticas(UCI) desarrollaron la plataforma GENESIG la cual constituye una herramienta informática , que surge como necesidad de contar con un producto soberano que sirva como soporte al desarrollo de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica en entornos Web con tecnologías libres.

El objetivo fundamental de GENESIG es realizar la representación geoespacial de la información asociada a negocios específicos, además debe permitir realizar análisis sobre dicha información. Cuenta con la particularidad de poseer información que otros SIG existentes no brindan, por ejemplo le ofrece al usuario la posibilidad de configurar la representación del mapa en cuanto a estilos y simbología mediante el módulo de catálogo.

Esta es una herramienta poderosa para ampliar las personalizaciones de sistemas de informaciones geográficas bajo los estándares internacionales y un resultado que apoya al componente investigativo

aportado para nuevas extensiones y colaboraciones de entidades de la rama de la Geomática³ que utilizan los Sistemas de Información Geográfica para su funcionamiento y toma de decisiones.

Sobre la base de GENESIG se está realizando en la UCI el SIGUCI que tiene como objetivos brindarle a la comunidad universitaria un sistema capaz de ofrecer información geográfica de la escuela detallada y actualizada. Además, debe permitir realizar análisis sobre dicha información. SIGUCI constituye un producto de gran actualidad.

1.5 Situación Problemática

Muchas empresas e instituciones cubanas aún no se han impulsado el uso eficiente de las computadoras por el motivo de que el país sea subdesarrollado y por todas las barreras que le impone el bloqueo, indiscutiblemente estas crecen la rapidez y eficiencia en los procesos de cada centro de trabajo. Su uso abarca solamente a un grupo de aplicaciones sencillas que no están a la medida de los procesos y tareas que se realizan.

Es la cuestión de la ONRM en la cual existe un Archivo Técnico donde se encuentra registrada toda la información correspondiente a los registros de las investigaciones geográficas hechas en Cuba desde el comienzo de estas labores en el país. La misma está conformada por documentos que son un tipo de libro, que puede tener asociado, mapas, libretas, discos compactos y discos magnéticos. Las informaciones son solicitadas por personas o instituciones interesadas en la investigación de los suelos para estudios, posibles explotaciones, búsqueda en mapas u otro tipo de actividades donde es requerida.

Para la obtención de cualquier información geográfica es necesario dirigirse a la ONRM, solicitar estos libros y realizar la búsqueda en el contenido del documento o soporte digital, si se encuentra en algunos de los formatos digitales más comunes. Los documentos son entregados a la Oficina por las empresas que estén haciendo sus estudios geológicos. En la manipulación de los documentos donde se encuentran los mapas es inevitable el deterioro de los mismos reflejándose más en aquellos que estén en papel. Téngase en cuenta además que existen algunos que datan de 1800 y el nivel de deterioro es notable. A

³ Comprende la ciencia, ingeniería y manejo de información geográficamente referenciada.

este archivo viene personal de todo el país y parte del mundo a consultar la información existente para realizar estudios e investigaciones; estas personas pudieran convertirse en concesionarios de la ONRM, también pueden ser estudiantes o investigadores de otras ramas interesados en información geográfica de algún área del país.

El archivo técnico cuenta con especialistas en Gestión Documental, así como de las geociencias para brindar apoyo a quienes necesitan de información geológica. Los especialistas teniendo en cuenta las necesidades del solicitante, elaboran la información disponible y producen materiales ajustados a la solicitud del usuario. Los materiales generalmente se elaboran sobre la base de la información general existente en el país sobre determinadas sustancias minerales, áreas geográficas, yacimientos, grado de estudio, concesiones, etc. y frecuentemente se utilizan para la toma de decisiones.

Para disminuir el desgaste de los documentos existentes la ONRM tomó la decisión de desarrollar un SIG para realizar búsquedas de la información, el cual permitirá la integración y el análisis de la información geográfica en todas las instituciones geológicas del país, permitiendo visualizar los datos obtenidos en un mapa digital con el fin de tener una mayor eficiencia ya que el SIG facilitará el salto del mapa impreso en papel al manejo de mapas digitales lo que trae consigo la integridad, confidencialidad, usabilidad y disponibilidad de la información manejada y almacenada en el sistema, y control porque toda la información estaría almacenada, segura y disponible para aquellos usuarios que tengan acceso al sistema relacionando cada objeto con una información más amplia y estableciendo relaciones espaciales y de carácter.

El SIGONRM cumple con las declaraciones OpenGis que establece el Open Geospatial Consortium (OGC), en consecuencia con la política de migración al software libre y de avance tecnológico que impulsa el país.

1.6 Metodologías de desarrollo de software a utilizar - RUP

La tendencia de crear sistemas más sofisticados, adaptados a las nuevas tecnologías, a las necesidades de los usuarios que cambian constantemente, de mejorar los productos de una versión a otra, y de realizar todo este proceso de una forma más rápida, hace cada vez más complejo el proceso de desarrollo de software.

“Las metodologías de desarrollo de software definen **quién** está haciendo **qué**, **cuándo** y **cómo** para alcanzar un determinado objetivo.”(Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh).

Actualmente existen muchas metodologías de desarrollo de software, tales con RUP, XP y MSF. Para el logro de un producto final de calidad, y que se desarrolle en el tiempo establecido es necesario la aplicación de una de estas metodologías. Se debe realizar un análisis de las características de cada proyecto informático para determinar cuál es la más factible para evitar clientes y desarrolladores insatisfechos con el producto final. Se utilizará RUP la cual brinda buenos resultados y un desarrollo del software efectivo.

1.4.1 RUP

RUP es más que un simple proceso para disciplinar, asignar tareas y responsabilidades. Tiene como objetivo principal, asegurar la producción de software de calidad dentro de plazos y presupuestos previsible. Es una metodología tradicional o pesada. Permite lograr un producto de máxima calidad que cumpla con las necesidades planteadas por el usuario en un tiempo y con un presupuesto acordado con anterioridad. Realiza un modelado visual del software, posee una potente documentación y control de cambios.

Sus características permiten que este sea adaptable a una gran variedad de sistemas para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organización y diferentes tamaños de proyecto. La particularidad de que cada ciclo de iteración, exige el uso de artefactos, es el motivo que hace que sea una de las metodologías más importantes para alcanzar un grado de certificación en el desarrollo del software.

El ciclo de vida de RUP se caracteriza por:

Dirigido por casos de uso: Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, lo cual se capta cuando se modela el negocio y se representa a través de los requerimientos. A partir de aquí los casos de uso guían el proceso de desarrollo ya que los modelos que se obtienen, como resultado de los diferentes flujos de trabajo, representan la realización de los casos de uso.

Centrado en la arquitectura: La arquitectura muestra la visión común del sistema completo en la que el equipo de proyecto y los usuarios deben estar de acuerdo, por lo que describe los elementos del modelo que son más importantes para su construcción, los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente. RUP se desarrolla mediante iteraciones, comenzando por los CU relevantes desde el punto de vista de la arquitectura.

Iterativo e Incremental: Aunque pueda parecer que los flujos de trabajo se desarrollan en cascada, RUP propone que cada fase se desarrolle en iteraciones. Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros. Por ejemplo, una iteración de elaboración centra su atención en el análisis y diseño, aunque refina los requerimientos y obtiene un producto con un determinado nivel, pero que irá creciendo incrementalmente en cada iteración.

RUP divide su ciclo de vida en cuatro fases y nueve flujos de trabajo, de ellos seis de ingeniería y tres de soporte.

Fases de RUP:

- ✓ **Inicio:** En esta fase se establece la visión y el alcance del proyecto, y las partes interesadas deben realizar la estimación de tiempo y costo.
- ✓ **Elaboración:** En esta etapa se analiza el dominio del problema para establecer una arquitectura base sólida para el desarrollo exitoso del proyecto.
- ✓ **Construcción:** En esta etapa el objetivo es llegar a obtener la capacidad operacional inicial, así como desarrollar y probar el producto.
- ✓ **Transición:** El objetivo fundamental es llegar a obtener la liberación o release del proyecto.



Figura 2: Fases de RUP

Flujos de Trabajo de Ingeniería

- ✓ **Modelamiento del negocio:** En este flujo se realiza el entendimiento entre clientes y desarrolladores para concebir las necesidades del negocio que serán abarcadas.
- ✓ **Requerimientos:** Se realiza el acuerdo entre desarrolladores y clientes de lo que el sistema necesariamente debe hacer.
- ✓ **Análisis y Diseño:** Se realiza una descripción de cómo se implementará el sistema, centrándose en la noción que se tiene de la arquitectura.
- ✓ **Implementación:** Se crea el software, ajustándolo a la arquitectura y asegurando que tenga el comportamiento deseado.
- ✓ **Pruebas:** Se realizan las pruebas que aseguran que el comportamiento requerido es el correcto y que todo lo solicitado está presente.
- ✓ **Despliegue:** El producto final se hace llegar a sus usuarios finales.

Flujos de Trabajo de Soporte

- ✓ **Administración de configuración y cambios:** Controla los artefactos producidos y las versiones del producto.
- ✓ **Administración de proyectos:** Se manejan los riesgos y administran horarios y recursos.
- ✓ **Ambiente:** Se brinda una guía en la configuración de un ambiente apropiado para cada proyecto.

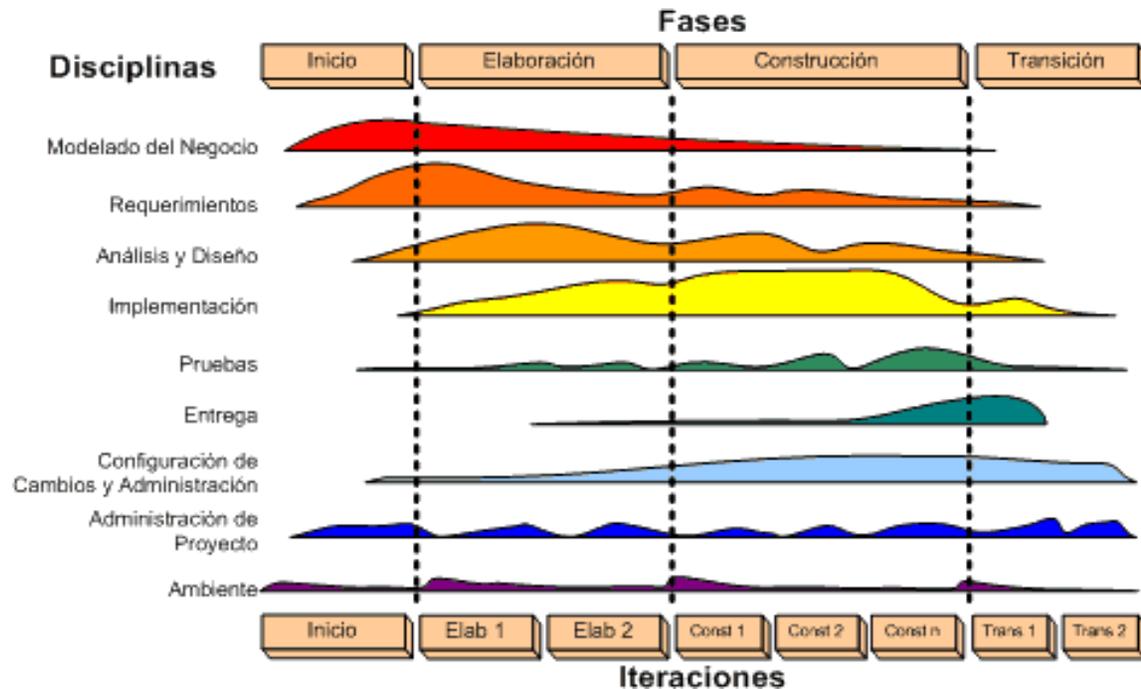


Figura 3: Flujos de trabajo de RUP

Ha sido seleccionado como metodología a utilizar porque genera una documentación de gran utilidad para la continuidad del proyecto, es adaptable a las necesidades del equipo de desarrollo, los roles están bien definidos y al ser un proyecto de gran magnitud participan varios equipos con una comunicación bien fluida.

1.7 Lenguaje de Modelado - UML

El lenguaje de modelado seleccionado es el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad.

Es un lenguaje que permite visualizar, especificar, construir y documentar, modelos de sistemas de software, incluyendo su estructura y diseño, que capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. Es un lenguaje de propósito general para el modelado visual y orientado a objetos, que permite una abstracción del sistema y sus componentes, al mismo tiempo,

posibilita establecer una serie de requerimientos y estructuras necesarias para plasmar en un sistema de software previo al proceso intensivo de escribir código. (Larman, Craig, 1999)

Se concluye que en la existencia del proyecto se utilizará este lenguaje de modelado ya que permite construir modelos por ingeniería inversa a partir de sistemas existentes. Presenta un conjunto de herramientas que permiten modelar (analizar y diseñar) sistemas orientados a objetos (OO), es fácil de aprender y utilizar, con la modelación de los artefactos durante las primeras fases de ciclo de vida del software, se posibilita que en fases posteriores los implementadores tengan un mayor dominio y una mejor comprensión sobre qué es lo que se debe implementar, permitiendo tanto al cliente como a los desarrolladores tener una representación real de los alcances y la factibilidad que puede o no llegar a tener el producto.

Es importante tener en cuenta que cuanto más complejo es el sistema que se quiere realizar, más importante es el uso de UML.

1.8 Herramienta CASE de Desarrollo de Software - Visual Paradigm

La herramienta seleccionada para realizar la modelación del análisis del SIGONRM es el Visual Paradigm, mediante esta herramienta se puede realizar un diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que genera un software de mayor calidad, presenta el uso del lenguaje estándar que es el (UML) seleccionado como lenguaje de modelado, que facilita la comunicación del equipo de desarrollo con capacidades de ingeniería directa e inversa. Permite realizar una rápida construcción de la aplicación con calidad, además mostrar características que son favorables para el trabajo con tecnologías libres.

Ofrece distintas perspectivas del sistema. Es independiente de plataforma y dotado de una buena cantidad de productos o módulos para facilitar el trabajo durante la confección del SIGONRM, por lo que se garantiza una muy buena calidad del producto final. Posee entre sus principales características la posibilidad de crear un conjunto bastante amplio de artefactos, los cuales se utilizarán durante la confección del sistema.

Sus componentes se encuentran relacionados, por lo que se hace muy fácil la creación de cualquier tipo de diagrama, ya que cada componente utilizado en el diagrama que se esté creando, sugiere nuevos posibles componentes a utilizar, y no es necesario localizarlos en la barra donde pueden aparecer un número grande de componentes.

Brinda un número considerable de estereotipos a utilizar, lo que permite un mayor entendimiento de los diagramas. Posibilita generar código a partir de los diagramas de clases de diseño, para plataformas como .Net, Java y PHP, así cómo obtener diagramas a partir del código. Intercambia información mediante la importación y exportación de ficheros con aplicaciones como por ejemplo Visio y Rational Rose.

Presenta disponibilidad en múltiples plataformas: Microsoft Windows (98, 2000, XP, o Vista), Linux, Mac OS X, Solaris o Java. Permite establecer una trazabilidad real entre el modelo (análisis y diseño) y el código ejecutable, y facilita el desarrollo de un proceso cooperativo en el que todos los agentes tienen sus propias vistas de información.

1.9 Conclusiones

En este capítulo se realizó una descripción general del objeto de estudio de la presente investigación, se enunciaron los problemas y necesidades que presenta la ONRM. De ahí que surja la idea de desarrollar un sistema como el que se propone con el objetivo de solucionar estos problemas.

Capítulo II

Descripción y Análisis de la Solución Propuesta

2.1 Introducción

En el presente capítulo se conceptualiza el entorno mediante un modelo de dominio en el cual se analizan cada una de las entidades y conceptos presentes en el contexto donde se desarrollaría el SIG, además de las relaciones existentes entre cada uno de estos, se define la estrategia a seguir para llevar a cabo la captura de requisitos, así como las tareas, técnicas y plantillas a utilizar, se especifican los requisitos funcionales y no funcionales que deberá cumplir la solución propuesta, se presentan los diagramas de casos de uso del sistema, se describen los actores y se detallan los casos de uso del sistema.

2.2. Modelo de Dominio

Se utiliza Modelo de Dominio debido a que el producto web que se va a desarrollar está concebido como una personalización de la plataforma GeneSIG, y resulta difícil encontrar procesos de negocio bien estructurados que permitan realizar un modelado completo de dicho negocio, por lo que se decidió realizar un modelo de dominio y un glosario de términos para identificar y describir todos los términos presentes en el modelo.

Un modelo de dominio captura los tipos más importantes de objetos en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan las "cosas" que existen o los eventos que suceden en el entorno en el que trabaja el sistema (Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James, 2001)

El modelado de dominio tiene como objetivo describir y comprender las clases y objetos más significativos dentro del contexto del problema, lo cual ayuda a definir los procesos y roles más importantes para el sistema a desarrollar. Esto ayuda a los usuarios, desarrolladores y clientes a manejar un vocabulario

común, que permita compartir el conocimiento manteniendo un lenguaje único y consistente que evite confusiones y posibilite el entendimiento de todas las partes interesadas.

2.2.1. Eventos principales del entorno.

GeoCuba es la empresa que determina todos los procesos geológicos desarrollados en Cuba, a la que pertenecen varios cartógrafos que son los encargados de crear o construir los mapas, que se le proporcionan a la ONRM la cual es la entidad que vela por el aprovechamiento racional de los recursos minerales del país y es el órgano que controla el proceso concesionario, ordenando y fiscalizando la actividad geológica, minera y petrolera de la República de Cuba.

Los mapas estos son utilizados por usuarios que pueden ser cualquier persona que trabaje en la ONRM, entidad geológica o persona del país que necesite trabajar o consultar algún tipo de información y están compuestos por varias escalas representativas, leyendas que permiten un mejor entendimiento de los mismos y la tipografía, que está referida a la variedad de mapas existentes de acuerdo con su especificación, que pueden ser de división Político-Administrativa, Vegetación, Yacimientos geológicos, entre otros.

También estos mapas tienen en su haber toda la información socioeconómica, tratada en los distintos tipos de datos referentes a todos los sectores de la economía y la sociedad. Los mapas que son utilizados, pertenecen al país, el mismo proporciona toda la información socioeconómica que se le agregará posteriormente a los mapas.

2.2.2. Glosario de términos del dominio.

Cartógrafo

Persona que se dedica profesionalmente a la realización de cartas geográficas, al estudio y elaboración de mapas.

GeoCuba

GEOCUBA es un grupo empresarial que se dedica a la elaboración, producción y venta de planos, mapas y cartas náuticas con diversos fines, así como a la realización de Estudios Geográficos, de Impacto

Ambiental, e investigaciones científicas en ramas del campo de las geociencias, entregando a sus clientes, productos informativos terminados con una alta calidad y fiabilidad.

ONRM

Es la encargada de solicitar un servicio determinado utilizando un mapa y que proporcione la información socioeconómica referente a la misma.

Usuario

Cualquier persona que trabaje en la ONRM, entidad geológica o persona del país que necesite trabajar o consultar algún tipo de información incluida en un mapa.

Mapa

Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, generalmente plana, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancia, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto.

Escala

Relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa y la distancia real de esos dos puntos en la superficie terrestre. En los mapas, la escala puede expresarse de tres modos distintos: en forma de proporción o fracción, con una escala gráfica o con una expresión en palabras y cifras. Cuanto mayor es la escala, más se aproxima al tamaño real de los elementos de la superficie terrestre. Los mapas a pequeña escala generalmente representan grandes porciones de la Tierra y, por tanto, son menos detallados que los mapas realizados con escalas más grandes.

La relación matemática entre las dimensiones en el mapa, carta o plano y la superficie terrestre que representa. Por extensión puede referirse a la mayor o menor profundidad del enfoque en un tema geográfico.

Leyenda

Explicación de los símbolos, los colores, las tramas y los sombreados empleados en un mapa; suele encontrarse a pie de página o en un recuadro, situado en sus márgenes o bien en su dorso. Los símbolos

empleados en los mapas pueden llegar a contener un gran volumen de información, que por su facilidad de lectura permiten una rápida interpretación.

Tipo de Mapa

Clasificación que se le da a los mapas de acuerdo con su especificación.

Información socioeconómica

Es un conjunto organizado de datos procesados referentes al aspecto social y económico de cualquier lugar de interés del país.

2.2.3. Diagrama de clases del modelo de dominio.

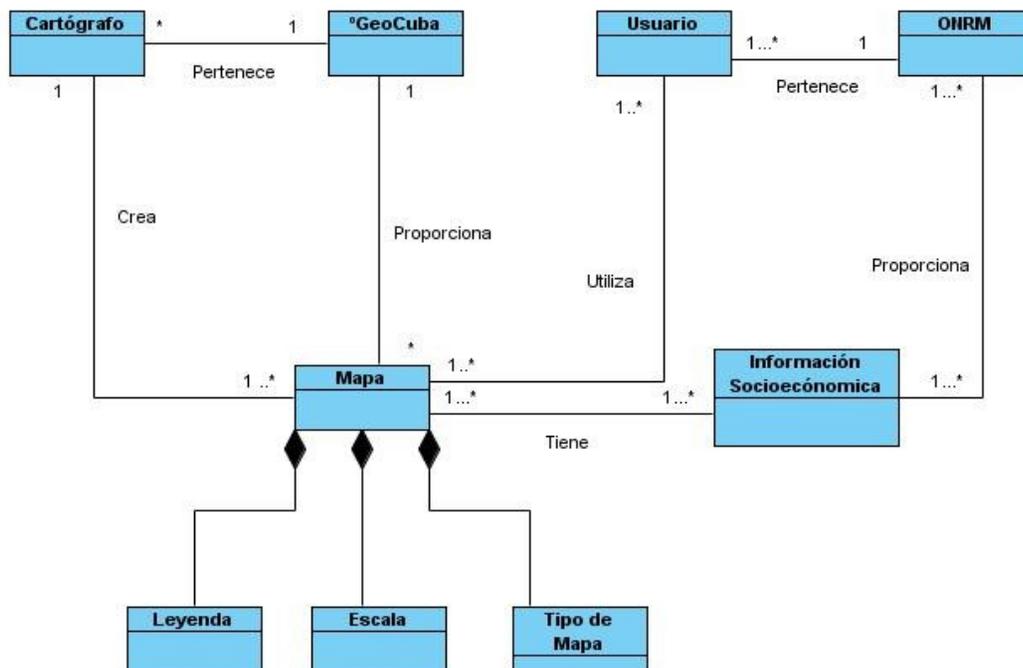


Figura 4: Diagrama del dominio

2.3. Especificación de los Requisitos del Software.

Desde ahora, ya conocido los conceptos asociados al objeto de estudio del problema se comenzará a modelar el sistema que se va a construir, y de paso se analizará ¿Qué debe hacer el sistema para que se cumplan los objetivos planteados al inicio de este trabajo? Para lo mismo identificamos los requisitos Funcionales (RF) y No Funcionales (RNF), y modelar los RF en representaciones de Casos de Uso del sistema.

2.3.1. Técnica de captura de requisitos.

La identificación de los requisitos que debe cumplir un software es una actividad que se lleva a cabo desde el inicio del desarrollo del sistema. En este proceso los analistas extraen de diferentes fuentes de información los datos que son necesarios para conocer las funcionalidades que implementará el sistema. Uno de los riesgos a tener en cuenta es el desconocimiento parcial o total de los analistas sobre el entorno de trabajo de la organización para la que se va a desarrollar el software, bajo este principio, es de vital importancia seleccionar personas que conozcan el negocio de la entidad. Por esto han surgido técnicas que permiten realizar el proceso de captura de requisitos de una forma más eficiente y segura.

Algunas de estas técnicas son: entrevistas, cuestionarios, listas de verificación (Checklist), grabaciones de video y de audio, tormenta de ideas, JAD (Joint Application Development o Desarrollo Conjunto de Aplicaciones), arqueología de documentos, observación, prototipos y talleres de trabajo basados en los casos de uso, análisis de la documentación.

La técnica utilizada es la **Entrevista** la cual es una de las técnicas más usadas en la captura de requisitos. Consiste en establecer una conversación entre personas de ambas partes (ONRM y el equipo de desarrollo). Estas son dirigidas normalmente por el personal más experto del equipo, quienes junto al equipo de profesionales de otras áreas, como la psicología y el derecho, son los encargados de orientar las entrevistas de forma que la información obtenida a través de ellas sea relevante al proceso. Al analizar las características del sistema con el personal seleccionado cuidadosamente por sus conocimientos sobre este, los analistas pueden conocer los datos que no están disponibles en ninguna otra forma. En esta técnica se pueden identificar tres fases: la preparación, la realización y el análisis de la información obtenida.

2.3.2. Requerimientos funcionales

Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir, por tal motivo a continuación se presenta un conjunto de ellos:

RF 1 Realizar Zoom: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar las diferentes funciones de zoom sobre el mapa.

- **RF 1.1** Realizar zoom +.
- **RF 1.2** Realizar zoom -.
- **RF 1.3** Realizar zoom extenso.
- **RF 1.4** Realizar zoom previo.
- **RF 1.5** Realizar zoom siguiente

RF 2 Recentrar mapa: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda recentrar el mapa según la posición puntual que realizó sin modificar la escala del mapa.

RF 3 Realizar paneo: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda recentrar el mapa variando con el puntero del ratón la posición de la vista que se presenta.

RF 4 Realizar identificación: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda consultar la información asociada a los objetos que forman parte de las capas del mapa que fueron seleccionadas; esta consulta puede ser: puntual, rectangular, radial o poligonal.

- **RF 4.1** Realizar identificación puntual.
- **RF 4.2** Realizar identificación rectangular.
- **RF 4.3** Realizar identificación poligonal.
- **RF 4.4** Realizar identificación radial.

RF 5 Localizar por coordenadas: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda localizar cualquier objeto del mapa de acuerdo con las coordenadas (x, y) proporcionadas.

RF 6 Medir distancia: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar trazos por el mapa y visualice la distancia total acumulada así como la existente entre los dos últimos vértices trazados.

RF 7 Calcular área y perímetro de una región: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar trazados formando una región determinada para poder visualizar el cálculo del área y perímetro de la misma.

RF 8 Calcular acimut: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda determinar un acimut o ángulo a partir de la ubicación de dos puntos sobre el mapa o varios acimuts a partir de una polilínea, para poder visualizar la dirección y la distancia entre dos puntos consecutivos sobre la polilínea.

➤ **RF 8.1** Calcular acimut entre dos puntos.

➤ **RF 8.2** Calcular distancias poligonales.

RF 9 Realizar control de selección: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda identificar las capas que son seleccionables o que se pueden consultar en un mapa.

RF 10 Visualizar ventana Mapa de Referencia: Permite que el usuario pueda moverse por el mapa, en un rango de escala determinado a partir de un rectángulo equivalente al extend visualizado.

RF 11 Visualizar Escala Gráfica: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda visualizar y ocultar la Escala Gráfica sobre el mapa.

RF 12 Generar Consultas: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda generar consultas dinámicas con la manipulación directa de los datos espaciales almacenados en las tablas de los mapas.

RF 13 Exportar mapa: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda exportar un mapa o vista de éste a un fichero en formato pdf. Incluye la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.

RF 14 Exportar capas: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda exportar una capa o vista de la misma en formato shape (formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos). Incluye la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.

RF 15 Localizar Informe geológico: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda localizar un informe geológico ya sea por provincias, por año de creado o por el autor del mismo.

RF 16 Localizar concesiones: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar la búsqueda de las concesiones (actividades mineras), además de información asociada a las mismas.

RF 17 Localizar pozos de agua. Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar la búsqueda de los pozos de agua, además de información a los mismos.

RF 18 Localizar pozos de petróleo: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar la búsqueda de los pozos de petróleo, además de información asociada a los pozos de petróleo.

RF 19 Localizar depósitos minerales: Con este requerimiento se quiere que el usuario pueda realizar la búsqueda de los depósitos minerales que desee, además de información asociada los mismos.

RF 20 Visualizar capas de servicios de mapas externos: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de mostrar las capas de servicios externos para que los usuarios puedan utilizar la información de las mismas.

RF 21 Brindar Servicio de Representar Informes Geológicos: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de informes geológicos, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.

RF 22 Brindar Servicio de Representar Concesiones: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de concesiones, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.

RF 23 Brindar Servicio de Representar pozos de agua: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de pozos de agua, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.

RF 24 Brindar Servicio de Representar pozos de petróleo: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de pozos de petróleo, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.

RF 25 Brindar Servicio de Representar depósitos minerales: Este requerimiento se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de depósitos minerales, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.

2.3.3. Requerimientos No Funcionales

Para que el sistema que se propone logre ser óptimo y eficaz en el campo de acción en que se utilice, no solo es importante definir las capacidades que debe cumplir sino también aquellas cualidades que lo harán más atractivo al cliente, usable, rápido y confiable.

Los requisitos no funcionales pueden ser más críticos que los funcionales, puesto que si un requisito funcional no se cumple, el sistema se degrada, pierde eficacia, y puede no responder a la totalidad de los requerimientos del usuario, pero en cambio si un requisito no funcional no se cumple, el sistema puede inutilizarse.

Apariencia o interfaz externa

- Debe mostrar una interfaz gráfica agradable al usuario, así como un diseño sencillo para que el usuario realice cualquier tipo de interacción con el sistema de manera fácil.

Usabilidad

- El sistema debe ser de uso fácil para cualquier persona, tanto personas con conocimientos mínimos en el manejo de la computación, como personas con una vasta experiencia en este tipo de ambiente.
- Se emplearán barras de progreso para indicar el estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable por los usuarios.

Portabilidad

- El sistema debe ser multiplataforma, debe correr tanto en la plataforma Windows como en Linux.

Confiabilidad y Disponibilidad

- El sistema debe estar disponible las veinticuatro horas del día.

Soporte

- La aplicación recibirá mantenimiento todas las semanas que es el tiempo acordado por los clientes y el equipo de desarrollo.

Requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema.

- Se propone que el sistema cuente con una ayuda general en la página principal, que guiará al usuario de cómo trabajar en el sistema, también estará disponible en cada una de las interfaces, de esta forma los usuarios tendrán conocimiento de las funcionalidades del mismo y hacer un mejor uso de estas.

Interfaz

- ✓ **Interfaz de usuario**

El sistema debe:

- Contar con una interfaz fácil, amigable, sencilla, permitiendo que los usuarios finales del mismo sean capaces interactuar con este aún teniendo conocimientos básicos.
- El sistema debe posibilitarle al usuario la configuración del entorno de trabajo.

Hardware

Para las PCs clientes:

- Se requiere tengan tarjeta de red.
- Al menos 128 MB de memoria RAM.
- Procesador 512 MHz como mínimo.

Para los servidores:

- Se requiere tarjeta de red.
- El Servidor de Mapas debe tener como mínimo 2GB de RAM y 2GB de disco duro.
- El Servidor de BD debe tener como mínimo 2GB de RAM y 10GB de disco duro.
- Procesador 3 GHz como mínimo.

Software

Para las PCs clientes:

- Visible en todos los navegadores del mundo como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari siempre cumpliendo con los estándares del Consorcio de Estándares Web (W3C).
- Sistema operativo: GNU/Linux, Windows y Mac OS.

Para los Servidores:

- Sistemas operativos GNU/Linux o Windows Server 2000 o superior.
- Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5.2 configurado con la extensión pgsql incluida.
- PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.
- PostGis como extensión de PostgreSQL como soporte de datos espaciales.

- PgRouting como extensión de PostgreSQL para análisis de rutas.
- MapServer 5.2.2 o superior, con extensión PHP mapscript.

Estándares Aplicables

El sistema será desarrollado bajo estándares OpenGIS como aseguramiento de la parte científica y en el desarrollo se codificará y modelará siguiendo los patrones de las normativas ISO, tanto de codificación como de diseño de bases de datos.

2.3.4. Definición de los actores.

Como parte del modelo de casos de uso del sistema se identificaron los siguientes actores:

Tabla 1: Definición de actores

Actor	Descripción
Usuario	Es cualquier trabajador que labore en la ONRM, entidad geológica o persona del país que desee utilizar las funcionalidades del sistema.
SGDG	Sistema de Gestión de Datos Geológicos.

2.4. Definición de Caso de Uso del Sistema

1. CUS Redimensionar Mapa
2. CUS Identificar Geometría.
3. CUS Localizar Coordenadas.
4. CUS Medir Distancia.

5. CUS Calcular Superficies.
6. CUS Calcular Acimut
7. CUS Realizar Control de Selección
8. CUS Visualizar Elementos Complementarios
9. CUS Generar Consultas
10. CUS Exportar Mapa
11. CUS Exportar Capas
12. CUS Localizar Objetos Geológicos.
13. CUS Visualizar capas.
14. CUS Representar Objetos Geológicos.

2.4.1. Diagrama de Caso de Uso del Sistema

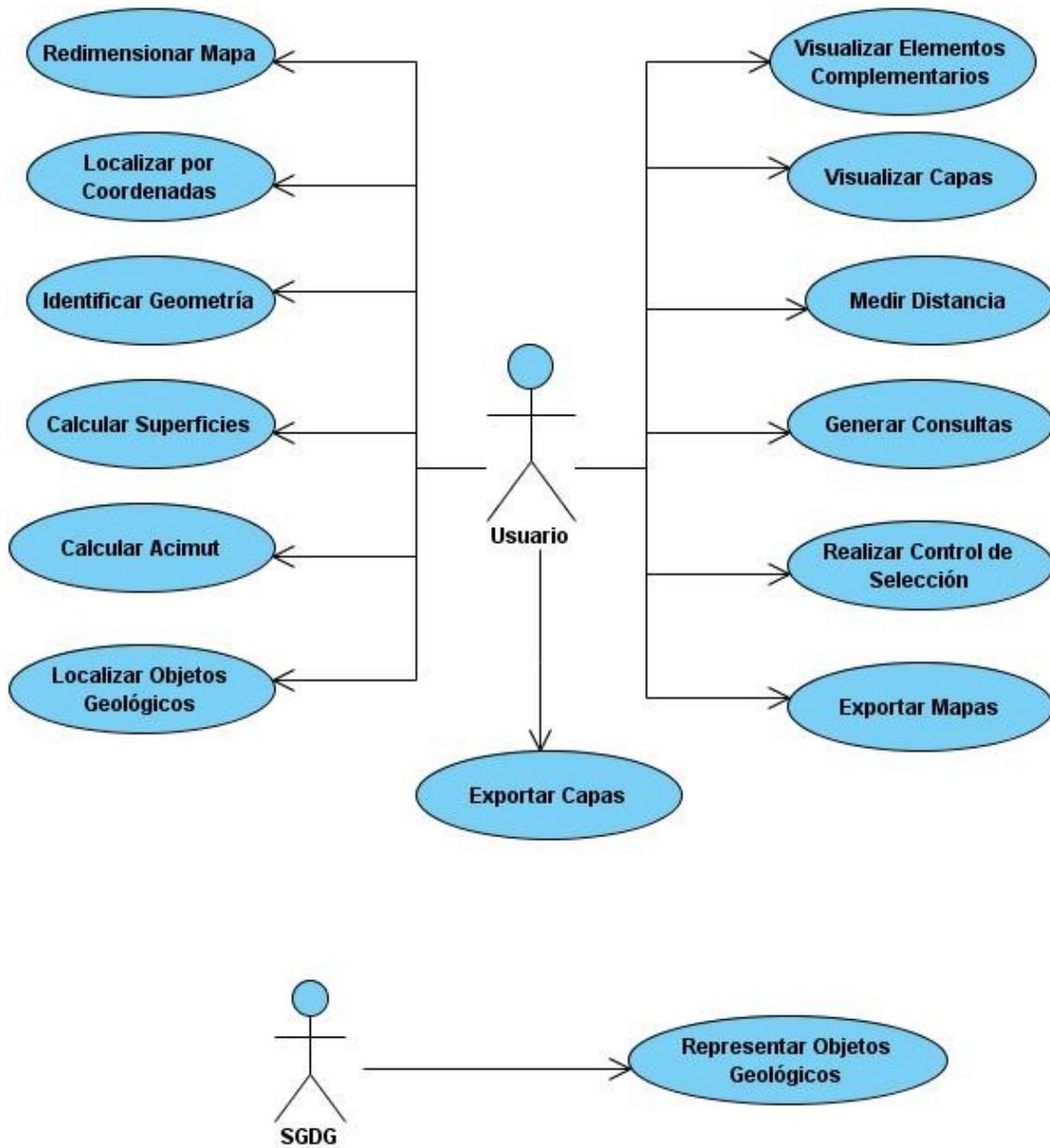


Figura 5: Diagrama de Caso de Uso del Sistema

2.4.2. Descripción de los Casos de Uso del Sistema.

Tabla 2: RF_Exportar capas

Caso de Uso:	Exportar Capas	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de exportar una capa o vista de la misma en formato shapefile. Incluye la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.	
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el actor desea exportar una capa o vista de ésta a un fichero en formato shapefile (formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos), definiéndose las opciones de tamaño, escala y resolución para dicho formato, y termina cuando el sistema exporta la capa en dicho formato.	
Precondiciones:	--	
Referencias	RF 14	
Prioridad	Secundario.	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor selecciona la opción de "Exportar Capas" que se encuentra en la barra de herramientas. Ver interfaz 25	2. El sistema muestra una ventana "Exportar Capas" que se muestra en la interfaz 26.	

3. El actor llena los valores que se muestran en la ventana (como son localización, rotación, escala, coordenadas, formato, rótulo e incluir) y da clic en el botón Exportar.

4. El sistema almacena los datos donde se guarda la localización, los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, e inmediatamente exporta la capa.

Interfaz 25

“Exportar Capas”



Interfaz 26

Exportar Capa

<p>Localización</p> <input style="width: 100%;" type="text"/>	<p>Coordenadas</p> <p>X: <input style="width: 50%;" type="text"/> Y: <input style="width: 50%;" type="text"/></p>
<p>Rotación</p> <p><input style="width: 80%;" type="text"/> °</p>	<p>Escala</p> <p><input style="width: 80%;" type="text"/> ▼</p>
<p>Formato</p> <p>Archivo: <input style="width: 80%;" type="text"/> ▼</p> <p>Resolución: <input style="width: 80%;" type="text"/> ▼</p>	<p>Rótulo</p> <p><input type="checkbox"/> Título</p> <input style="width: 100%;" type="text"/> <input type="checkbox"/> Nota <input style="width: 100%;" type="text"/>
<p>Incluir</p> <p><input type="checkbox"/> Escala</p>	<p><input type="button" value="Exportar"/> <input type="button" value="Restaurar"/></p>

Flujos Alternos

Acción del Actor

Respuesta del Sistema

1. El actor hace clic en el botón Restaurar.

2. El sistema centra el área de la región dibujada, llevando el ángulo de rotación

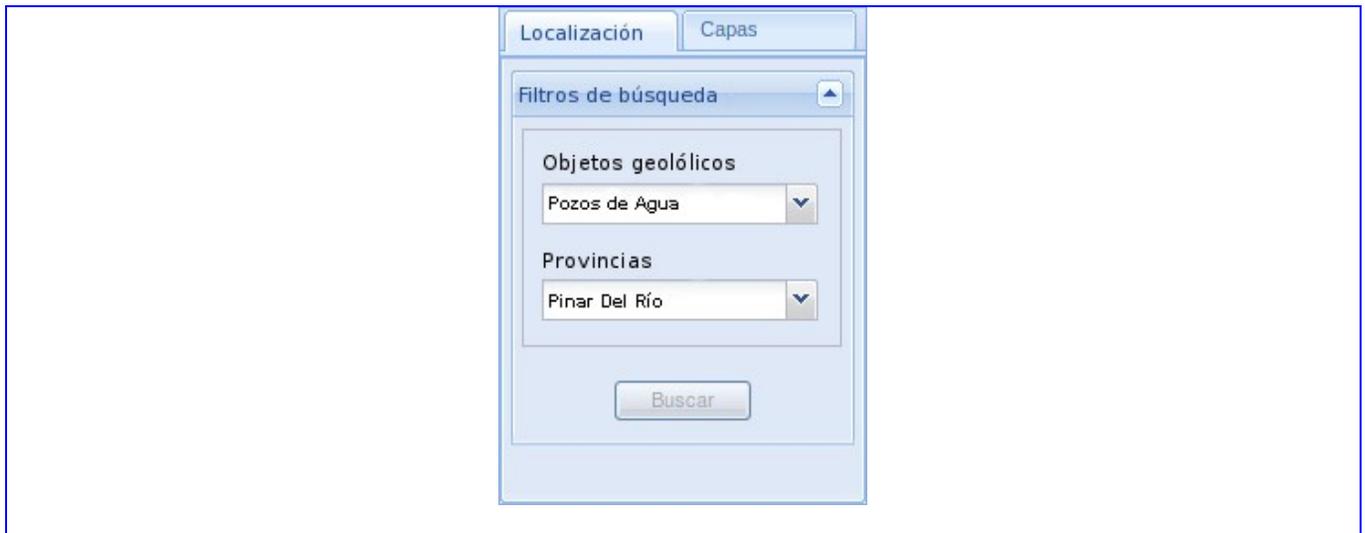
	de la misma a 0.
Poscondiciones	Se exporta la capa al formato .shapefile

Tabla 3: RF_Localizar Objetos Geológicos.

Caso de Uso:	Localizar Objetos Geológicos.
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de localizar objetos geológicos en cualquier lugar del país como son los pozos de petróleo, de agua, las concesiones, informes geológicos y los depósitos minerales.
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el actor desea localizar un objeto geológico en cualquier lugar del país y selecciona la opción de búsqueda por provincia, por tipo y por autor, finalizando cuando el objeto es localizado en el mapa.
Precondiciones:	--
Referencias	RF 15,16 , 17, 18 ,19
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

Sección “Localizar Concesiones”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario escoge la opción “Localizar Concesiones”.</p>	<p>2. El sistema muestra una interfaz “Búsqueda de Concesiones” que posee</p> <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Provincias” en el cual el usuario puede seleccionar la provincia para realizar la búsqueda de las concesiones.
<p>3. El usuario selecciona la provincia y da clic en la opción “Localizar Concesiones”.</p>	<p>4. El sistema muestra los Resultados de la búsqueda mostrando en el mapa con un identificador las concesiones que se encuentran en la provincia seleccionada.</p>
<p>Prototipo de Interfaz</p> 	
Flujos Alternos	

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1 El sistema muestra una ventana informativa “No existen concesiones en esa provincia”.
Sección “Localizar Pozos de Agua”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario escoge la opción “Localizar Pozos de Agua”.	2. El sistema muestra una interfaz “Búsqueda de Pozos de Agua” que posee <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Provincias” en el cual el usuario puede seleccionar la provincia para realizar la búsqueda de los pozos de agua.
3. El usuario selecciona la provincia y da clic en la opción “Localizar Pozos de Agua”.	4. El sistema muestra los Resultados de la búsqueda señalando en el mapa con un identificador los pozos de agua que se encuentran en las provincias seleccionadas.
Prototipo de Interfaz	



Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>4.1 El sistema muestra una ventana informativa “No existen pozos de agua en esa provincia”.</p>
Sección “Localizar Pozos de Petróleo ”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario escoge la opción “Localizar Pozos de Petróleo”.</p>	<p>2. El sistema muestra una interfaz “Búsqueda de Pozos de Petróleo” que posee:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Provincias” en el cual el usuario puede seleccionar la provincia para realizar la búsqueda de los pozos de petróleo.

3. El usuario selecciona la provincia y da clic en la opción “Localizar Pozos de Petróleo”.

4. El sistema muestra los Resultados de la búsqueda señalando en el mapa con un identificador los pozos de petróleo que se encuentran en las provincias seleccionadas.

Prototipo de Interfaz



Flujos Alternos

Acción del Actor

Respuesta del Sistema

4.1 El sistema muestra una ventana informativa “No existe pozos de petróleo en esa provincia”.

Sección “Localizar Depósitos Minerales ”

Acción del Actor

Respuesta del Sistema

1. El usuario escoge la opción “Localizar Depósitos

2. El sistema muestra una interfaz

<p>Minerales”.</p>	<p>“Búsqueda de Depósitos Minerales” que posee:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Provincias” en el cual el usuario puede seleccionar la provincia para realizar la búsqueda de los depósitos minerales. • ComboBox “Tipo de Mineral” en el cual el usuario puede seleccionar el tipo de mineral para buscar los depósitos existentes en el país.
<p>3. El usuario selecciona la provincia y da clic en la opción “Localizar Depósitos Minerales”.</p>	<p>4. El sistema muestra los Resultados de la búsqueda señalando en el mapa con un identificador los depósitos minerales que se encuentran en las provincias seleccionadas.</p>

Prototipo de Interfaz



Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1 El sistema muestra una ventana informativa “No existe depósitos minerales en esa provincia”.
Sección “Localizar Informes Geológicos ”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario escoge la opción “Localizar Informes Geológicos”.	2. El sistema muestra una interfaz “Búsqueda de Informe Geológico” que posee <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Provincias” en el cual el usuario puede seleccionar la provincia para realizar la búsqueda de un informe. • ComboBox “Filtro de Búsqueda por Año” en el cual el usuario puede seleccionar el año en que se realizó el informe. • TextBox “Autor” para que entre el nombre de la persona que creó el informe geológico.
4. El usuario entra los datos correspondientes y da clic en la opción “Localizar Informes”,	5. El sistema muestra los Resultados de la búsqueda mostrando el lugar señalando

	en el mapa con un identificador el lugar donde se encuentra el informe y brindando la información del mismo.
--	--

Prototipo de Interfaz



Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>2.1 En caso de entrada errónea del nombre del autor, el sistema muestra una ventana donde dice que no existe ningún autor con ese nombre y da la posibilidad de volver a introducirlo.</p> <p>4.1 El sistema muestra una ventana informativa “No existe informe geológico”</p>

	con esos datos”.
--	------------------

Tabla 4: RF_Visualizar Capas de Servicios Externos.

Caso de Uso:	Visualizar Capas de Servicios Externos.	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de cargar las capas de servicios de mapas externos para que los usuarios puedan utilizar la información de las mismas.	
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el actor desea visualizar una capa de un servicio de mapa externo determinado como el GoogleMap mostrándose la opción deseada y termina cuando realiza la operación.	
Precondiciones:	--	
Referencias	RF 20	
Prioridad	Secundario.	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
<ol style="list-style-type: none"> El actor selecciona la opción que brinda el sistema para cargar las capas externas en la barra de herramientas “Servicio de Mapas”. <p>Ver interfaz 28</p>	<ol style="list-style-type: none"> El sistema muestra una interfaz “Visualizar Capas Externas ” que posee <ul style="list-style-type: none"> • ComboBox “Filtro Servicios de Mapas” en el cual el usuario puede 	

	seleccionar el servicio de mapa que desee visualizar.
3. El actor selecciona el Servicio de Mapa que desea visualizar. Ver Interfaz 29	4. El sistema muestra una ventana con las capas del Servicio de Mapa seleccionado.
5. El actor selecciona capa deseada.	6. El sistema carga la capa deseada y la muestra en la interfaz principal.
<p>Interfaz 28</p> <p>“Visualizar Capas de Servicios Externos”</p> 	
<p>Interfaz 29</p> 	
<p>Flujos Alternos</p>	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

Poscondiciones	Se visualiza la capa deseada

Tabla 5: RF_Representar Objetos Geológicos

Caso de Uso:	Representar Objetos Geológicos.
Actores:	SGDG
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de brindar un servicio web para la localización de objetos geológicos como son los pozos de petróleo, de agua, las concesiones, informes geológicos y los depósitos minerales, mostrando una imagen del lugar donde se encuentran.
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el actor realiza una petición de búsqueda ya sea de pozos de petróleo , de agua , concesiones, depósitos minerales o informes geológicos enviando los parámetros a representar , el sistema procesa la información , construye una imagen con los objetos seleccionados, termina cuando envía la URL de la imagen construida mediante el servicio WMS (representa la información geográfica en forma de un archivo de imagen en un formato como PNG, GIF o JPEG, enviando peticiones en la forma de URL y esta indica qué información debe ser mostrada en el mapa, qué porción de la tierra debe dibujar, el sistema de coordenadas de referencia, y la anchura y la altura de la imagen de salida.)
Precondiciones:	
Referencias	RF 21,22,23,24 , 25

Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor selecciona la opción que se encuentra en la barra de herramientas “Representar Objetos Geológicos”(Interfaz 30). En la que puede seleccionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Representar Informes Geológicos. ✓ Representar Concesiones. ✓ Representar pozos de agua. ✓ Representar pozos de petróleo. ✓ Representar depósitos minerales. 	<p>2. El sistema muestra un panel donde muestra todos los objetos a representar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si seleccionó Representar Informes Geológicos., entonces ir a la sección “Representar Informes Geológicos”. • Si seleccionó Representar Concesiones, entonces ir a la sección “Representar Concesiones”. • Si seleccionó Representar pozos de agua, entonces ir a la sección “Representar pozos de agua”. • Si seleccionó Representar pozos de petróleo, entonces ir a la sección “Representar pozos de petróleo”. <p>Si seleccionó Representar pozos de petróleo, entonces ir a la sección “Representar pozos de petróleo”.</p>
Interfaz 30 “Representar Objetos Geológicos”	

	
Sección “Representar Informes Geológicos”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor realiza la petición web de Representar Informes Geológicos.</p>	<p>2. El sistema procesa la información buscando los datos solicitados de los Informes Geológicos</p> <p>3. Construye la imagen con los datos obtenidos.</p> <p>4. Envía la URL con la dirección donde se encuentra la imagen de los Informes Geológicos solicitados.</p>
Prototipo de Interfaz	
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>4.1 Si la información enviada no es correcta el sistema muestra una ventana “Información Incorrecta”.</p> <p>4.2 Da la posibilidad de que el actor vuelva a realizar la petición.</p>
Sección “Representar Concesiones ”	

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor realiza la petición web de Representar Concesiones.</p>	<p>2. El sistema procesa la información buscando los datos solicitados de las concesiones.</p> <p>3. Construye la imagen con los datos obtenidos.</p> <p>4. Envía la URL con la dirección donde se encuentra la imagen de las concesiones solicitadas.</p>
<p>Prototipo de Interfaz</p>	
<p>Flujos Alternos</p>	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>2.1 Si la información enviada no es correcta el sistema muestra una ventana "Información Incorrecta".</p> <p>2.2 Da la posibilidad de que el actor vuelva a realizar la petición.</p>
<p>Sección "Representar Pozos de Agua"</p>	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor realiza la petición web de Representar Pozos de Agua.</p>	<p>2. El sistema procesa la información buscando los datos solicitados de los Pozos de Agua.</p>

	<p>3. Construye la imagen con los datos obtenidos.</p> <p>4. Envía la URL con la dirección donde se encuentra la imagen de los pozos de agua solicitados.</p>
Prototipo de Interfaz	
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>2.1 Si la información enviada no es correcta el sistema muestra una ventana "Información Incorrecta".</p> <p>2.2 Da la posibilidad de que el actor vuelva a realizar la petición.</p>
Sección "Representar Pozos de Petróleo "	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor realiza la petición web de Representar Pozos de Petróleo.</p>	<p>2. El sistema procesa la información buscando los datos solicitados de los pozos de petróleo.</p> <p>3. Construye la imagen con los datos obtenidos.</p> <p>4. Envía la URL con la dirección donde se encuentra la imagen del pozo de petróleo solicitado.</p>

Prototipo de Interfaz	
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>2.1 Si la información enviada no es correcta el sistema muestra una ventana "Información Incorrecta".</p> <p>2.2 Da la posibilidad de que el actor vuelva a realizar la petición.</p>
Sección "Representar Depósitos Minerales "	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor realiza la petición web de Representar Depósitos Minerales.</p>	<p>2. El sistema procesa la información buscando los datos solicitados de los depósitos minerales.</p> <p>3. Construye la imagen con los datos obtenidos.</p> <p>4. Envía la URL con la dirección donde se encuentra la imagen de los depósitos minerales solicitados.</p>
Prototipo de Interfaz	
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

	<p>2.1 Si la información enviada no es correcta el sistema muestra una ventana "Información Incorrecta".</p> <p>2.2 Da la posibilidad de que el actor vuelva a realizar la petición.</p>
Poscondiciones	Se representó el objeto geológico deseado.

Para el resto de las descripciones de los Casos de Uso del Sistema ver [Anexo 1](#)

2.5 Conclusiones Parciales

En este capítulo se definieron importantes aspectos correspondientes al desarrollo de la solución propuesta, se comprendió mejor el funcionamiento y flujo de información en la ONRM teniéndose en cuenta el desarrollo de una solución que cumpla con las expectativas del cliente. Se ganó claridad en cuanto a las características del sistema que se desea construir y se sentaron las bases para las restantes fases del proceso de diseño e implementación de este.

Capítulo III

Diseño de la solución propuesta.

3.1 Introducción

En este capítulo se efectúa el diseño de la propuesta de solución, realizando cada uno de los diagramas de clases del diseño, correspondientes a cada uno de los casos de uso con que cuenta el sistema, teniendo en cuenta la arquitectura y los patrones de diseño definidos para la misma.

3.2 Arquitectura

La Arquitectura de Software es la organización fundamental de un sistema. Se representa a través de sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución. Se concentra en requerimientos no funcionales, que son satisfechos mediante los modelos y diseños de la aplicación. Un diseño correcto de la Arquitectura del sistema es esencial para el éxito o fracaso del proyecto.

La arquitectura seleccionada es una arquitectura Basado en Componentes porque se utiliza como framework Cartoweb el cual está implementado sobre plugins los cuales se dividen en dos grupos, los core-plugins y los plugins, los primeros son de obligatoria presencia ya que son los utilizados por el sistema y los segundos son los creados por los desarrolladores lo que permite crear algunos específicos y que exista una buena organización del código al tener en cada uno de ello una función específica, esto hace que se haga mucho más fácil la reutilización de estas funciones en otros proyectos. Esta posibilidad que brinda el framework permite que la arquitectura del sistema sea flexible y fácil de personalizar.

Las características principales de este patrón son la modularidad, la reusabilidad y compatibilidad, en la tecnología basada en componentes también se requiere robustez ya que los componentes han de operar en entornos mucho más heterogéneos y diversos. Su premisa es que los componentes cumplan con alta cohesión y bajo acoplamiento.

3.3 Patrones de diseño

Los patrones de diseño han adquirido gran popularidad entre investigadores y diseñadores de software orientado a objeto debido a que son la base para la búsqueda de soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software y aplicables a distintos problemas típicos de diseño que pueden encontrarse en diferentes contextos.

Un patrón de diseño es una solución a un problema de diseño no trivial que es efectiva y reusable (se puede aplicar a diferentes problemas de diseño en distintas circunstancias). Los patrones son soluciones de sentido común que deberían formar parte del conocimiento de un diseñador experto. Además, facilitan la comunicación entre diseñadores, pues establecen un marco de referencia. Por otro lado, los patrones de diseño, facilitan el aprendizaje al programador inexperto, pudiendo establecer parejas problema-solución. Además, los patrones de diseño, también ayudarán a especificar las interfaces, identificando los elementos claves en las interfaces y las relaciones existentes entre distintas interfaces. (Booch, et al., 2000).

Los patrones utilizados son:

Patrones de Asignación de Responsabilidades. (GRAPS)

“Un conjunto destacado de patrones es GRASP (General Responsibility Assignment Software Patterns), que permite establecer algunos parámetros útiles para el diseño del producto. Dentro de los patrones GRASP más usados encontramos: Bajo Acoplamiento, Experto, Alta Cohesión, Creador y Controlador”. (Ana Fernández Vilas, 2009)

- ✓ **Patrón Experto:** Asignar una responsabilidad al experto en la información, la clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad. Se conserva el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. Esto provee un bajo nivel de acoplamiento.

- ✓ **Patrón Creador:** ¿Quién debería ser responsable de crear una nueva instancia de alguna clase? Las responsabilidades de crear una instancia de la clase A se le dará a aquella clase B, en los siguientes casos:
 - B agrega los objetos de A.
 - B contiene los objetos de A.
 - B registra las instancias de los objetos de A.

B tiene los datos de inicialización que serán enviados a cuando este objeto sea creado. Guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento.

- ✓ **Patrón Controlador:** ¿Quién debería encargarse de atender un evento del sistema? El controlador es un intermediario entre la interfaz de usuario y el núcleo de las clases donde reside la lógica de la aplicación. El controlador no realiza mucho trabajo por sí mismo; más bien coordina la actividad de otros objetos. Asignar la responsabilidad del manejo de mensajes de los eventos del sistema a una clase que represente alguna de las siguientes opciones:
 - El sistema global.
 - La empresa u organización global.
 - Algo activo en el mundo real que pueda participar en la tarea.
 - Un manejador artificial de todos los eventos del sistema de un caso de uso.

- ✓ **Patrón Bajo Acoplamiento:** ¿Cómo dar soporte a una mínima dependencia y a un aumento de la reutilización? Una clase con bajo acoplamiento no depende de “muchas otras” clases. Las clases con alto acoplamiento recurren a muchas clases y no es conveniente. Son más difíciles de mantener, entender y reutilizar.

- ✓ **Patrón Alta Cohesión:** Es la meta principal que ha de buscarse en todo momento. Es un patrón evaluativo que el desarrollador aplica al valorar sus decisiones de diseño. Una clase con mucha cohesión es útil porque es bastante fácil darle mantenimiento, entenderla y reutilizarla. Su alto grado de funcionalidad, combinada con una reducida cantidad de operaciones, también simplifica el mantenimiento y los mejoramientos. La ventaja que significa una gran funcionalidad también soporta un aumento de la capacidad de reutilización.

3.4 Diseño

En el modelo de diseño, se modela el sistema y se encuentra su arquitectura para que soporte todos los requisitos: los funcionales, los no funcionales y otras restricciones que se le suponen. El objetivo fundamental del modelo de diseño es adquirir una comprensión con profundidad de los aspectos relacionados con los requerimientos no funcionales y restricciones relacionados con los lenguajes de programación. Con el diseño se crea una entrada para la actividad de implementación futura ya que se capturan los conceptos de las clases, interfaces y sistemas que serán necesarios para la solución.

3.4.1 Diagramas de Clases del Diseño

El modelo de diseño es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación, tienen impacto en el sistema a considerar. Además, el modelo de diseño sirve de abstracción de la implementación del sistema y es, de ese modo, utilizada como una entrada fundamental de las actividades de implementación.

A partir de los patrones de diseño explicados anteriormente se define los siguientes modelos del diseño:

Diagrama de Clases del Diseño: Localizar Objetos Geológicos

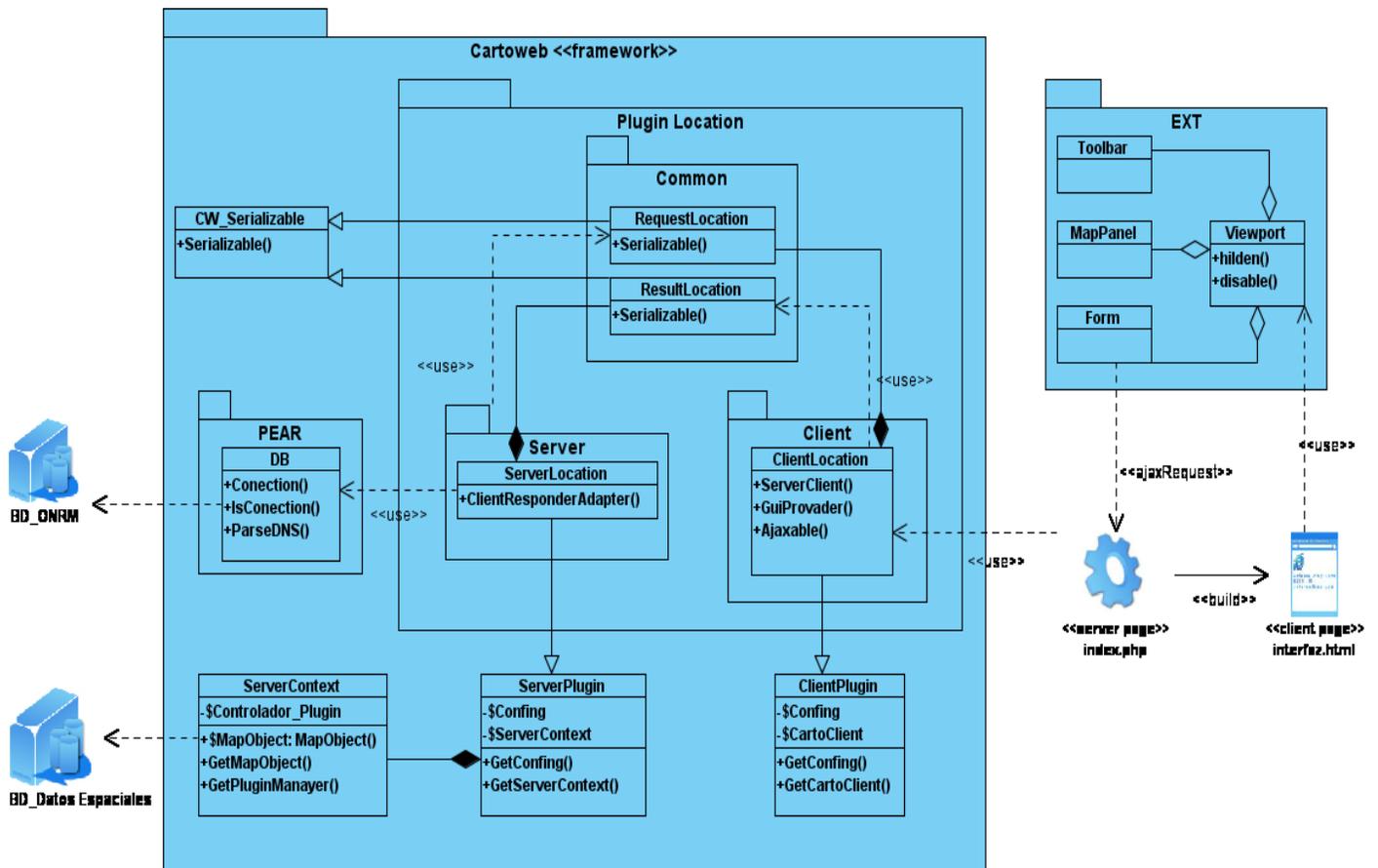


Figura 6 DCD: Localizar Objetos Geológicos

Diagrama de Clases del Diseño: Visualizar Capas de Servicios Externos

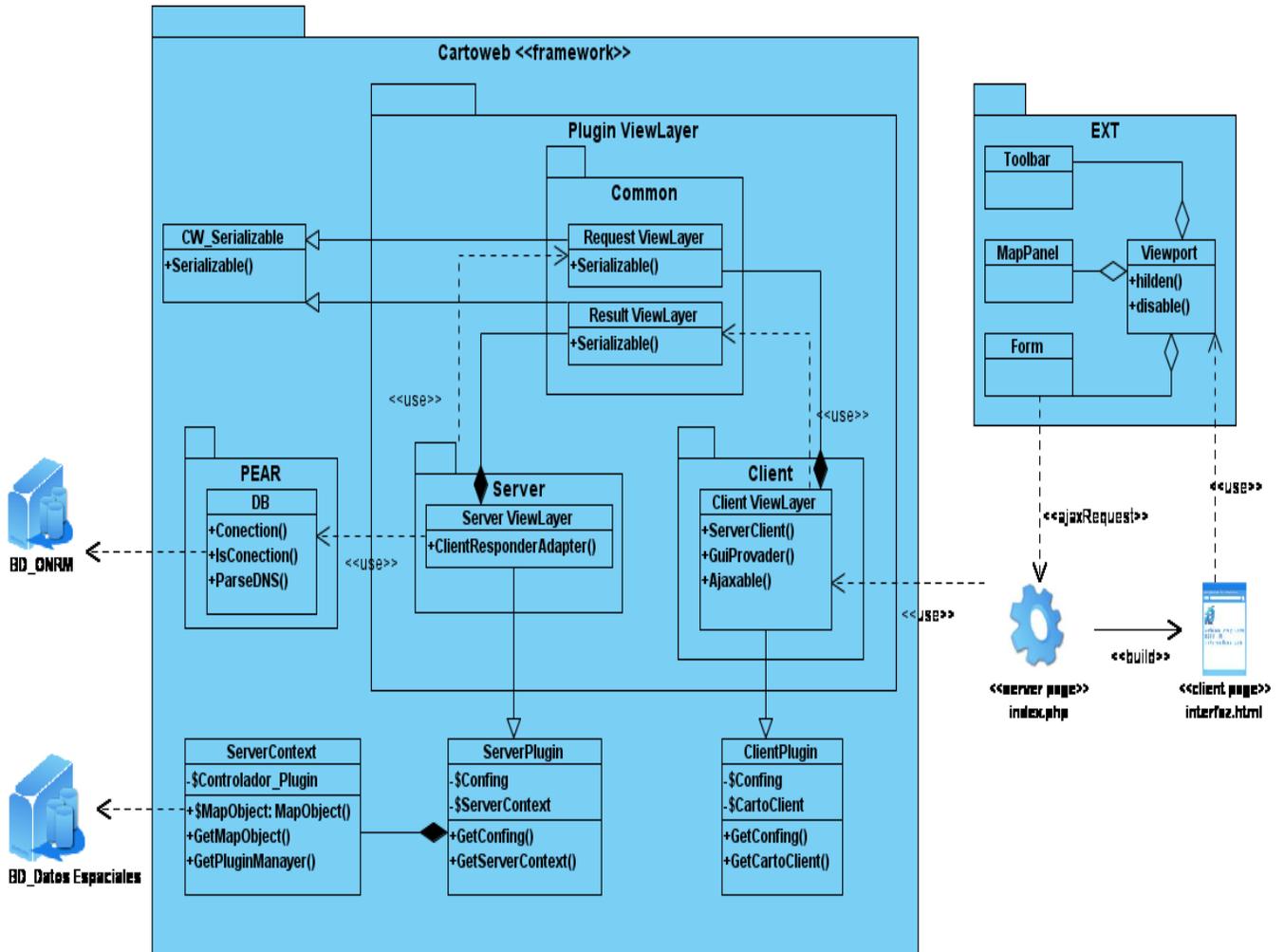


Figura 7 DCD: Visualizar Capas de Servicios Externos

Diagrama de Clases del Diseño: Representar Objetos Geológicos.

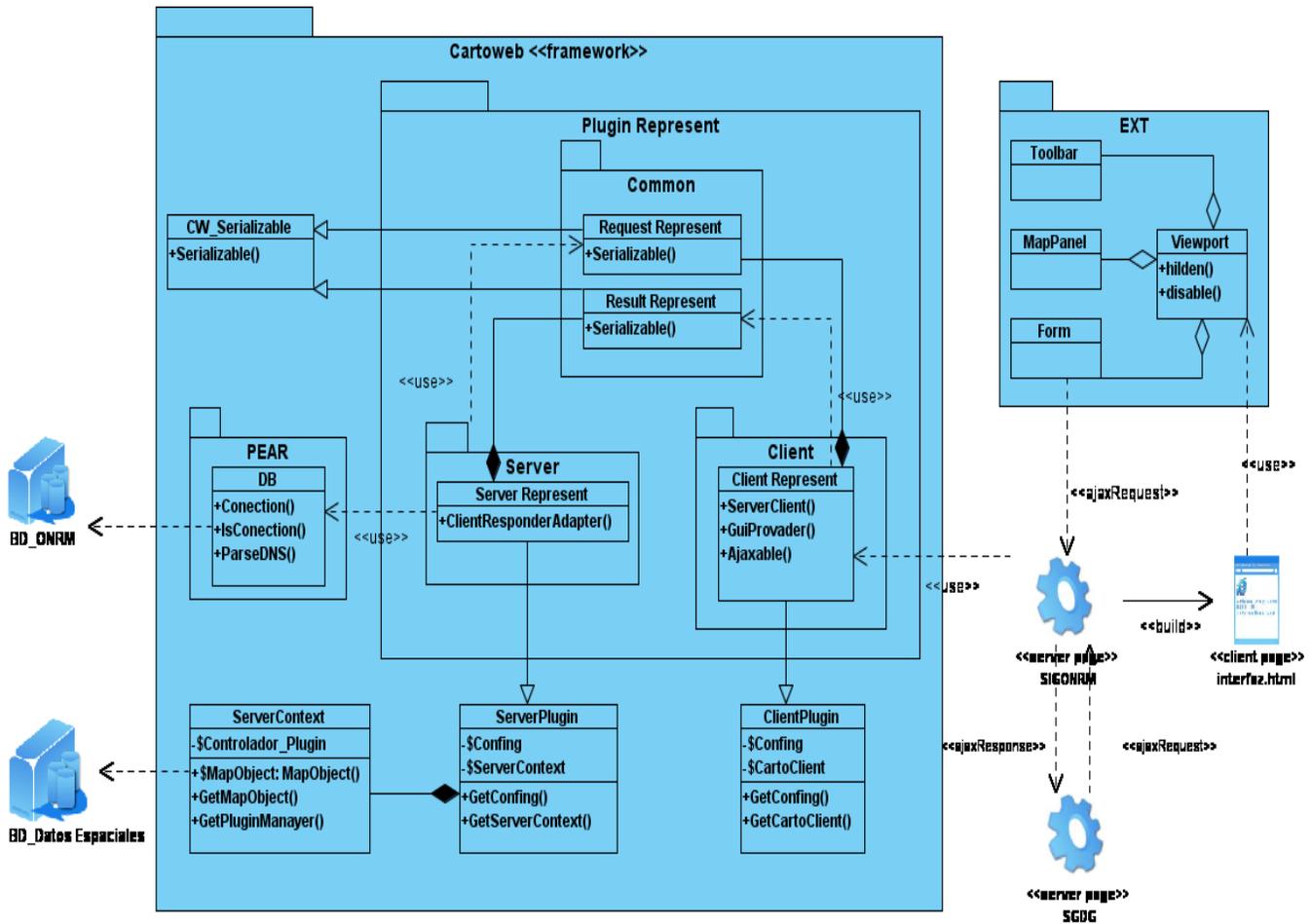


Figura 9 DCD: Representar Objetos Geológicos.

Para el resto de los diagramas de clases del diseño correspondiente a los casos de uso restantes ver [Anexo 2](#).

3.5 Conclusiones

En este capítulo se definieron importantes aspectos correspondientes al desarrollo de la solución propuesta, ya que con el diseño realizado se creó una entrada para la actividad de implementación futura capturando los conceptos de las clases, interfaces y sistemas que serán necesarios para la solución la cual estará cumpliendo con las expectativas del cliente.

Conclusiones

El trabajo de diploma desarrollado constituye una contribución a uno de los numerosos sectores de la economía cubana que está en espera de automatizar la mayor cantidad de procesos en sus instituciones. Es junto con otros muchos trabajos, un proyecto de informatización que evitará la destrucción de información valiosa para el país y que garantizará el acceso a esta información a los interesados en trabajar por un país cada día más desarrollado.

En la investigación se especificaron las tecnologías que se utilizan a lo largo del desarrollo del sistema propuesto, la metodología, herramienta y el lenguaje a utilizar. Se definieron los requerimientos del futuro sistema agrupándolos en diferentes casos de uso que fueron descritos, elaborándose además los prototipos de interfaz de usuario asociados a cada uno de estos casos de uso.

Con la realización del diseño de la aplicación web, se dio respuesta al problema planteado cumpliéndose el objetivo general para el cual se desarrollaron las diferentes tareas de manera satisfactoria.

.Al final se sentaron todas las bases para una futura implementación minimizando las trabas que puedan manifestarse para garantizar la calidad del software.

Recomendaciones

Con el desarrollo del nuevo Sistema de Información Geográfica para la Oficina Nacional de Recursos Minerales para la gestión y control de información geográfica, se garantizará seguridad en la información, eficiencia, rapidez y flexibilidad por lo que se recomienda:

- ✓ Realizar la implementación del sistema modelado.
- ✓ Identificar nuevas funcionalidades del sistema y realizar el desarrollo de las mismas.
- ✓ Desplegar en la Oficina Nacional de Recursos Minerales y en Internet la primera versión del sistema desarrollado, tomar las distintas deficiencias que los clientes y usuarios encuentren y realizar iteraciones para mejorar dicha versión.

Glosario de Términos

Acimut: Es el ángulo o longitud de arco medido sobre el horizonte celeste que forman el punto cardinal Norte (Sur) y la proyección vertical del astro sobre el horizonte del observador situado en alguna latitud Norte (Sur). Se mide en grados desde el punto cardinal en sentido de las agujas del reloj: Norte-Este-Sur-Oeste.

Concesión: Derecho que se le otorga temporalmente a una persona natural o jurídica para que pueda realizar actividades mineras.

Concesionario: Persona o entidad que tiene la concesión de un servicio o la distribución de un producto determinado.

Geomática: Comprende la ciencia, ingeniería y arte empleada en la colecta y manejo de información geográficamente referenciada.

Mapfile: Es el principal archivo en la configuración de MapServer que define los datos a ser usados en la aplicación, muestra y consulta los parámetros. Incluye una serie de parámetros que definen las capas disponibles para 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, entre otros. También contiene información acerca de cómo se debe dibujar el mapa, la leyenda y el resultado de realizar una consulta, controlando la forma en que las salidas de mapas y las leyendas de Mapserver se deben presentar en la página html. Habitualmente lleva la extensión .map.

Paneo: Movimiento de la cámara sobre su propio eje, sea de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

Plugins: Programas que se agregan a un navegador web para realizar funciones determinadas. Es una ampliación de las funciones del navegador. Esta aplicación adicional (normalmente muy específica) es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la API. Resultan muy prácticos ya que permiten expandir las posibilidades de un programa, de forma que no afecte a lo ya instalado. La forma

más común en que un plugin se manifiesta, es cuando se intenta abrir un archivo que tiene una extensión que nuestro sistema no tiene instalada. Normalmente, se pone a disposición del usuario un enlace para poder conseguir ese complemento.

Recurso: Concentración de minerales o elementos útiles sólidos que existen en la corteza terrestre, tanto en su superficie como en profundidad, cuyas características hacen posible su extracción favorable económicamente en las condiciones actuales o futuras.

Shapefile: Es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

WMS: Servicio que produce mapas de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica. Este estándar internacional define un "mapa" como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen en un formato como PNG, GIF o JPEG. Las operaciones WMS pueden ser invocadas usando un navegador estándar realizando peticiones en la forma de URLs (Uniform Resource Locators). Al solicitar un mapa, la URL indica qué información debe ser mostrada en el mapa, qué porción de la tierra debe dibujar, el sistema de coordenadas de referencia, y la anchura y la altura de la imagen de salida.

WFS: Servicio estándar, que ofrece un interfaz de comunicación que permite interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, como editar la imagen que nos ofrece el servicio WMS o analizar la imagen siguiendo criterios geográficos.

Zoom: Efecto de acercamiento o alejamiento de una imagen, donde se puede variar a voluntad, la distancia focal y, en consecuencia, el ángulo de visión obtenido por este sistema o por cualquier otro procedimiento.

Bibliografía Consultada

1. Batista, J. L. (2004): Transformar el uso de la tierra en cuencas hidrográficas para reducir el aporte de sedimentos a bahías, estuarios y desembocaduras de los ríos. Revista Mapping No 93, Madrid, pp.32-38
2. Díaz, L. R. (comp.) (1992): Sistemas de Información Geográfica. UAEM, México, 381 pp.
3. Rhind, D., (1989): GIS. Trends. ARC News, ESRI. Redlands, California, pp. 28-29.
4. APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CUBA (Dr. José Luis Batista Silva Investigador Titular), 2005.
5. SAMPIERI, R. H. C., C FERNÁNDEZ. LUCIO, P BAPTISTA. Metodología de la Investigación. 2da ed. 1998.
6. ONRM. Portal de la ONRM Disponible en: www.onrm.minbas.cu.
7. PRESSMAN. 2005. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. 2005.
8. JACOBSON, I.; BOOCH, G., et al. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. 1999. vol. Volumen 1.
9. Pressman, R. S. (1998). Ingeniería de Software, un enfoque práctico. Cuarta Edición, Mc Graw Hill.
10. Álvarez de Zayas, C. *Metodología de la Investigación Científica*. Sgto. de Cuba, Universidad de Oriente, 1995.
11. Bayarre, H y Hersford, R. *Metodología de la Investigación*. Ciudad de La Habana: Ciencias Médicas, 2004.
12. Mendoza Sanchez, María A. *Metodologías De Desarrollo De Software*. Perú: S.A.C., 2007.
13. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. 22a Edición. s.l.: Espasa Calpe S.A., 2001. Edición Electrónica.
14. Oldfield, Paul. *Domain Modeling*. s.l.: Appropriate Process Movement, 2002.
15. Hernández León, Rolando Alfredo y Coello González, Sayda. *EL PARADIGMA CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Ciudad de la Habana: EDUNIV, 2002. ISBN: 959-16-0343-6.

Bibliografía

- National Center for geographic Information and Análisis USA, 1990
- (Bosque, 1992, [En línea] [Citado el: 23 de Noviembre de 2009.])
- (Una Solución para almacenamiento y el análisis de datos espaciales ,2008) ,http://www.iit.jalisco.gob.mx/RET/E6/RET6_postg.pdf)
- (Definición de mapa - Qué es, Significado y Concepto. [En línea] [Citado el: 24 de Noviembre de 2009.])
- Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid : s.n., 2000. 84-7829-036-2.
- BERDASCO BLANCO, A. *Sistema Informático*, Sitio de Ciencia-ficción. , 2000. [2007]. Disponible en: <http://www.ciencia-ficcion.com/glosario/>
- Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms
- (Diccionario Geográfico, [En línea] [Citado el: 25 de Noviembre de 2009.])
- Babylon, Diccionario. Diccionario Babylon. [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.])
- Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. *El proceso unificado de desarrollo de software*. Madrid: Pearson Education S.A, 2000. ISBN: 84-7829-036-2.
- 1991. ESRI España. [Online] EPTISA, 1991. <http://www.esri.es/>.
- 2003. gvSIG Conselleria de Infraestructuras y Transporte. [Online] GENERALITAT VALENCIANA, 2003. <http://www.gvsig.gva.es/cast/inicio-gvsig/>.
- erdas. [Online], 2000 <http://www.imagenesgeograficas.com/sig.htm>.
- Larman, Craig. *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. México: Prentice Hall, 1999. ISBN: 970-17-0261-1.
- Booch, Grady, Rumbaugh, James y Jacobson, Ivar. 2000. *El Proceso Unificado de Desarrollo Software*. Madrid: Addison Wesley, 2000. 84-7829-036-2.
- Ana Fernández Vilas. www.tvdi.det.uvigo.es. www.tvdi.det.uvigo.es. [En línea] 20 de 03 de 2001. [Citado el: 05 de 05 de 2009.] <http://tvdi.det.uvigo.es/~avilas/UML/node42.html>.