



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad 9**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS
INFORMÁTICAS**

**TÍTULO: *Estrategia para la implementación de Sistemas de Información Geográfica del
petróleo sobre la base de la Plataforma GeneSIG.***

AUTORA: Eliani Varen Caballero.

TUTOR: Ing. Yoenis Pantoja Zaldívar.

CO-TUTORA: Ing. Yaquelin Cintra Almaguer.

ASESOR: Dr. Osvaldo Rodríguez Morán.

La Habana, julio 2 de 2010.

“Año 52 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy la única autora de este trabajo 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 firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2010.

Eliani Varen Caballero

Ing. Yoenis Pantoja Zaldívar

RESUMEN

El progresivo avance de las tecnologías computacionales y el crecimiento cada vez mayor de la información a manejar, ha conllevado al aumento del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de ahí que se hayan convertido en herramientas muy populares y su impacto no tenga antecedentes. Su utilidad puede manifestarse en diversas actividades encaminadas a integrar, manipular y visualizar una gran variedad de datos, capaces de crear una imagen de la geografía y características socioeconómicas de una zona determinada estudiada.

La industria petrolera cubana necesita incrementar su desarrollo y contar con un sistema de este tipo que facilite la ubicación geográfica de sistemas petrolíferos en el territorio nacional, y que permita la obtención de los datos socioeconómicos asociados a los objetos representados sobre el mapa.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se está realizando un fuerte trabajo en el desarrollo de aplicaciones SIG. Específicamente el Proyecto Productivo GeneSIG cuenta con una plataforma de igual nombre, que permite el desarrollo de sistemas de este tipo. Esta plataforma permite su personalización a cualquier negocio o actividad humana, mediante la reutilización de sus componentes.

El desarrollo de esta investigación se centra en la propuesta de una estrategia que indique los pasos que deben ser realizados para lograr la correcta personalización de GeneSIG para la elaboración de un SIG encaminado a representar y analizar objetivos petroleros, definidos previamente por especialistas del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET).

Palabras claves: SIG, petróleo, estrategia, GeneSIG.

ABSTRACT

The progressive development of computer technology and the increasing growth of information to manage, have led to increase the use of Geographic Information Systems (GIS). GISs have become popular tools and their impact has not background. Its utility can be visible in various efforts to integrate, manipulate and display a wide variety of data sources, so as to create an image of geography and socioeconomic characteristics of a particular studied area.

The Cuban oil industry needs to increase its development. It needs a system to provide the geographic location of petroleum systems in the country, permitting the collection of socioeconomic data associated with the objects depicted on the map.

At the University of Informatics Sciences (UCI as in Spanish) is making a strong work in the development of GIS applications. Specifically, the GeneSIG Productive Project has a platform under the same name, which allows the development of such systems. This platform allows for customizing any business or human activity, by reusing components.

The development of this research focuses on proposing a strategy indicating the steps that must be performed to ensure correct GeneSIG customization for the development of a GIS designed to represent and analyze oil targets, as it has been defined by experts at the Petroleum Research Center (CEINPET). These oil targets, defined the functional and nonfunctional requirements with which the GIS would have oil and from this approach was conducted on the final proposal.

Keywords: GIS, oil, strategy, GeneSIG.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica.....	7
1.1 Introducción	7
1.2 Conceptos asociados al dominio del problema.....	7
1.3 Objeto de Estudio	12
1.3.1 Descripción general de la Plataforma GeneSIG.....	12
1.3.2 Descripción actual del dominio del problema.....	13
1.3.3 Situación problemática.....	14
1.4 Diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación	16
1.5 Análisis de soluciones existentes.....	17
1.5.1 Guía metodológica para el desarrollo de SIG en la UCI.....	17
1.5.2 Metodología para Ingeniería de Requerimientos en SIG.	18
1.5.3 SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos.....	20
1.5.4 Observaciones sobre el análisis de las soluciones existentes	21
1.6 Conclusiones parciales.....	22
CAPÍTULO 2: Requerimientos y Tecnologías	23
2.1 Introducción	23
2.2 Análisis de la Plataforma GeneSIG.....	23
2.2.1 Estructura de GeneSIG.....	24
2.2.2 Descripción general de la arquitectura de GeneSIG.....	25
2.3 Objetivos petroleros	26
2.3.1 Puntuales	27
2.3.2 Lineales	27
2.3.3 Poligonales.....	27
2.4 Requerimientos funcionales.....	28
2.5 Requerimientos no funcionales.....	29
2.6 Conclusiones parciales.....	32
CAPÍTULO 3: Estrategia propuesta y validación	33

ÍNDICE GENERAL

1.1	Introducción	33
1.2	Estrategia para el desarrollo del SIG petrolero	33
1.2.1	Gestión de proyecto	34
1.2.2	Desarrollo del Software	40
1.2.3	Administración del software	50
1.3	Documentación del proyecto	51
1.4	Diagrama de las actividades que conforman la propuesta final	53
1.5	Validación de la estrategia propuesta	54
3.6	Conclusiones parciales.....	60
CONCLUSIONES.....		62
RECOMENDACIONES		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		64
BIBLIOGRAFÍA		67
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....		71
ANEXOS.....		73

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Pantalla principal de GeneSIG.	13
Tabla 1: Roles que intervienen en la personalización de GeneSIG.	36
Tabla 2: Recursos humanos.	37
Tabla 3: Cronograma para la personalización de GeneSIG.	38
Tabla 4: Propuesta de capacitación del equipo de trabajo del proyecto.	40
Figura 2: Diagrama de la BD.	42
Figura 3: Diseño de la pantalla principal del sistema.	43
Figura 4: Diseño de interfaz para la funcionalidad Consultar objetivo petrolero.	44
Figura 5: Diseño de interfaz para la funcionalidad Gestionar objetivo petrolero.	45
Figura 6: Propuesta de interfaz para la opción Adicionar.	45
Figura 7: Propuesta de interfaz para introducir información del objetivo petrolero.	46
Figura 8: Interfaz propuesta para las opciones modificar y eliminar.	46
Figura 9: Interfaz propuesta para la opción eliminar.	47
Figura 10: Diseño de interfaz para la funcionalidad Tematizar Mapa.	47
Figura 11: Diseño de interfaz para mostrar la leyenda del mapa tematizado.	48
Figura 12: Expediente de proyecto. Ingeniería/Requerimientos.	52
Figura 13: Expediente de proyecto. Ingeniería/Arquitectura y Diseño.	52
Figura 14: Expediente de proyecto. Ingeniería/Implementación y pruebas.	53
Figura 15: Expediente de proyecto. Gestión de proyecto.	53
Figura 16: Expediente de proyecto. Soporte.	53
Figura 17: Diagrama de las actividades de la estrategia propuesta.	54
Tabla 5: Coeficiente de competencia entre los expertos.	56
Tabla 6: Valores asignados por los expertos a cada criterio de evaluación.	56
Tabla 7: Orden de los rangos de puntajes ligados.	57
Tabla 8: Evaluación de la compatibilidad de los expertos.	59
Tabla 9: Grado de influencia de los argumentos. (Fernández, 1998).	73
Tabla 10: Valores críticos de Chi cuadrado. (Guevara, 2007).	73

INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad del manejo y representación de la información en el mundo actual ha traído consigo que el uso de la tecnología computacional y redes de ordenadores sea para el ser humano una práctica imprescindible. El desarrollo de las tecnologías ha llegado a todos los rincones del planeta, permitiendo el avance de la sociedad y por supuesto un aumento considerable en la información que se maneja. Es por ello que surge la necesidad de crear Sistemas de Información que permitan aprovechar en su totalidad las ventajas que ofrecen en cuanto a la obtención de los datos.

Los SIG se sitúan en este contexto como una categoría más dentro de los Sistemas de Información, que se caracterizan por utilizar datos localizados o georreferenciados según unas coordenadas relativas a un sistema común de referencia espacial.(Echeverría, 2007)

La representación y análisis de datos geográficos ha sido uno de los principales aportes del desarrollo de la informática y las comunicaciones. Con el surgimiento de esta tecnología la sociedad procuró un paso de avance en todos los sentidos, tanto económico, como político y social, pues su creación ha permitido al ser humano mediante los sistemas de cómputo poder realizar consultas interactivas con el fin de analizar la información que se obtenga, además de almacenar, manipular, capturar y conocer en sentido general los datos que se encuentran referenciados geográficamente con el objetivo de resolver problemas tanto de planificación como de gestión.

Los SIG brindan gran cantidad de información y soluciones en distintos campos de la actividad humana. Son utilizados en redes de infraestructura de servicios públicos, tales como agua potable, desagüe, electricidad, teléfono, transporte. En proyectos u obras de ingeniería como estudios para localización de presas, irrigaciones, centrales hidroeléctricas, en las cuales se hacen estudios integrales de cuencas hídricas, drenaje, levantamientos topográficos y análisis de pendiente. También son de gran ayuda en la agricultura y protección ambiental, en este punto las aplicaciones son diversas, por ejemplo: administración del uso de la tierra, evaluación y monitoreo de los recursos

INTRODUCCIÓN

forestales, monitoreo de la deforestación, análisis de impacto ambiental, estudios de capacidad de uso mayor de los suelos, ubicación de suelos apropiados para determinados cultivos y evaluación de cosechas. Otro de los campos de aplicaciones de los SIG son las ciencias naturales donde son de gran ayuda en la prospección petrolera, inventario de pozos y evaluación de caminos de acceso a la infraestructura de campo petrolero. En el campo de la industria petrolera los SIG brindan información muy valiosa debido a la capacidad que poseen de proporcionar instrumentos para el análisis espacial y consultas a las Bases de Datos (BD) espaciales, lo que puede poner de relieve las relaciones entre datos de varios tipos y diferentes naturalezas temáticas. (Escartín, 2002)

La actividad de representación de objetivos petroleros se basa esencialmente en la integración y análisis multidisciplinario de datos de diferentes fuentes: catastro multipropósito, uso del suelo, fotos aéreas, levantamientos topográficos, geomorfológicos, geológicos, geofísicos terrestres y aéreos, diferentes imágenes de satélite, datos de pozo. En particular, la evolución de los métodos sísmicos ha conducido a la introducción de los levantamientos sísmicos 3D, que son, entre todas las fuentes mencionadas, la que exige un mayor esfuerzo de las organizaciones en las áreas de planificación, logística y administración de proyectos, y la que proporciona el mayor volumen de datos. (Escartín, 2002)

Teniendo en cuenta que en los últimos años la industria petrolera se ha convertido en una de las ramas de mayor importancia para el país y debido al elevado valor económico que ha obtenido el petróleo en el mercado internacional contar con una herramienta de trabajo para la representación y análisis de objetivos petroleros en Cuba se convierte en una necesidad actual del país. La vigente crisis económica por la que atraviesa el mundo afecta muy de cerca sobre todo a los países subdesarrollados y Cuba no está excepto a esto, de ahí surge la decisión del país de realizar una administración óptima de sus recursos naturales para evitar caer en inversiones que resulten costosas para la economía nacional.

La UCI desde su surgimiento, hace siete años, ha sido verdadera protagonista de los logros informáticos obtenidos en el país. El creciente desarrollo de la informática y las comunicaciones ha conllevado a que en la sociedad actual se inviertan tiempo, costo y esfuerzos en desarrollar programas informáticos para dar solución a diferentes situaciones. En Cuba muy pocas empresas se dedican a la creación de software, específicamente a la elaboración de SIG, lo que hace que la UCI se convierta prácticamente en la principal empresa productora de software del país.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la UCI existen diferentes Polos Productivos, que a su vez están conformados por diferentes Proyectos Productivos, especializados en la elaboración de software vinculado a diferentes ramas de la industria y a diferentes aplicaciones de la actividad humana. En el Polo Productivo Geoinformática de la Facultad 9 se encuentra el proyecto GeneSIG, encargado de la elaboración de SIG mediante una plataforma que lleva ese mismo nombre.

La Plataforma GeneSIG está ideada para el desarrollo de SIG sobre herramientas y tecnologías libres, cumpliendo además con las especificaciones OpenGIS que establece el Open Geospatial Consortium (OGC) que garantizan la interoperabilidad global entre los SIG y en consecuencia con la política de migración a software libre y de soberanía tecnológica que impulsa Cuba. Está orientada principalmente a la representación y análisis de la información geográfica basada en negocios específicos.

En el Polo Productivo PetroSoft de esa misma facultad que se dedica a la elaboración de soluciones informáticas para la industria del petróleo, se hace necesario la creación de un SIG para la representación y análisis de objetivos petroleros, haciendo uso de la Plataforma GeneSIG, con el fin de evitar inversiones innecesarias al país y contribuyendo a la integración entre los equipos de desarrollo de ambos polos.

La visualización de objetivos petroleros constituye una necesidad para la dirección del polo y para los futuros clientes que puedan surgir dentro de los negocios que realizan ligados a la industria del petróleo, ya que permitiría a los usuarios conocer informaciones como: dimensiones de un pozo, conocer la actividad sísmica, dada las características del terreno saber si existen yacimientos, las coordenadas de un determinado pozo, la profundidad, y así cualquier dato que se encuentre georreferenciado o que se desee referenciar, en dependencia de lo que el cliente necesite conocer.

Surge entonces como **problema a resolver** ¿Cómo lograr la representación y análisis geográfico de objetivos petroleros en el Polo Productivo PetroSoft haciendo uso de la Plataforma GeneSIG?

Una vez identificado el problema es imprescindible centrar la investigación en el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG para SIG del petróleo, lo que constituye el **objeto de estudio** de la investigación científica. Definiéndose como **campo de acción** la representación y análisis geográfico de objetivos petroleros.

Para dar solución al problema planteado surge como **objetivo general** diseñar una estrategia para la implementación de SIG del petróleo sobre la base de la Plataforma GeneSIG.

INTRODUCCIÓN

Para darle cumplimiento al objetivo trazado se determinó que las **tareas de la investigación científica** estarían encaminadas a:

1. Fundamentar propuesta de selección de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo de SIG para objetivos petroleros.
2. Fundamentar propuesta de diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación.
3. Analizar el diseño ingenieril y arquitectónico de la Plataforma GeneSIG.
4. Levantar los requerimientos funcionales genéricos para la representación y análisis geográfico de objetivos petroleros.
5. Aplicar métodos de organización, planificación y gestión específicos para una personalización de GeneSIG para objetivos petroleros.
6. Validar la solución propuesta.
7. Documentar la investigación con vistas a su socialización.

El éxito del desarrollo de las tareas planteadas permitirá la realización de la **hipótesis**: Contar con una estrategia para la personalización de la Plataforma GeneSIG para SIG del petróleo permitirá la representación y análisis geográfico de objetivos petroleros.

Para el desarrollo de la investigación fueron utilizados un conjunto de métodos científicos, dentro de los que se encuentran los métodos teóricos que permiten estudiar las características que no son observables del modelo de investigación, y los métodos empíricos que facilitan la descripción de las características fenomenológicas del objeto. Dentro de los métodos teóricos se utilizan el Histórico-Lógico, el Analítico-Sintético y el método Causal y dentro de los métodos empíricos la Entrevista y la Encuesta.

1. El método Histórico-Lógico permitirá realizar un estudio del arte con el objetivo de conocer si existe alguna estrategia que guíe el proceso de desarrollo de un SIG basado en la representación y análisis de objetivos petroleros y para indagar sobre el entorno que rodea al objeto de estudio de la investigación.
2. Se utiliza el método Analítico-Sintético para comprender los principios que forman parte de la estrategia para la implementación de un SIG aplicado al petróleo y para plantear y describir la estrategia para la implementación de un SIG sobre la base de la Plataforma GeneSIG, que será obtenida a partir de la investigación.

INTRODUCCIÓN

3. El método Causal permitió estudiar los factores que provocan la necesidad de una estrategia para la implementación de un SIG aplicado al petróleo sobre la base de la Plataforma GeneSIG en el Polo Productivo PetroSoft de la UCI.
4. Se realizaron Entrevistas a miembros del Proyecto Productivo GeneSIG, con el objetivo de conocer en detalle las características y el diseño ingenieril de dicho sistema, y a especialistas del Departamento de Sedimentología del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) para conocer cuáles serán los objetivos petroleros a representar.
5. Se llevaron a cabo Encuestas a miembros del Proyecto Productivo GeneSIG y a especialistas del Departamento de Sedimentología del CEINPET para realizar la validación de la solución propuesta.

Con el objetivo de lograr resultados que fueran satisfactorios y le dieran credibilidad a la presente investigación se seleccionó una población, de la cual se extrajo una muestra que representa más del 50% de la población seleccionada para lograr que la misma fuera representativa. De los resultados obtenidos a partir del análisis se pudo deducir como se comportaría dicha población.

Población: Siete Profesores del Proyecto Productivo GeneSIG de la UCI y un especialista del CEINPET.

Tomándose como **muestra** cuatro profesores del Proyecto Productivo GeneSIG y un especialista del CEINPET. Como **unidad de estudio** se presentan los procesos de gestión y análisis de la información petrolera y del desarrollo de la Plataforma GeneSIG.

Para la selección de la muestra fue utilizada la técnica de muestreo no probabilístico que permite realizar inferencias sobre la población, específicamente el muestreo intencional que nos posibilita escoger los integrantes de la muestra, permitiéndonos seleccionar los elementos que son representativos o que nos puedan brindar mayor cantidad de información.

La presente investigación está estructurada en tres capítulos. El Capítulo I contiene la fundamentación teórica de la investigación, exponiéndose los principales conceptos que contribuyen a lograr un mejor entendimiento del problema. Se realiza una fundamentación de la selección de la herramienta GeneSIG para la implementación de SIG para objetivos petroleros y se fundamenta la propuesta de diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación. Se enumeran y explican brevemente las soluciones

INTRODUCCIÓN

que parcial o totalmente existan y que brinden solución al problema planteado, y se realizan observaciones sobre las mismas.

Por su parte, el Capítulo II contempla un análisis del diseño ingenieril y arquitectónico de la Plataforma GeneSIG y un levantamiento de los requerimientos funcionales genéricos para la representación y análisis de objetivos petroleros, con el objetivo de conocer a fondo las características y los requisitos que debiera cumplir un SIG orientado a la industria petrolera, así como los datos genéricos que se deben georreferenciar.

Finalmente el Capítulo III se centra en la aplicación de métodos de organización, planificación y gestión específicos para lograr una personalización de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo de un SIG dirigido a representar y analizar objetivos petroleros.

CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica

1.1 Introducción

Este capítulo está dirigido a plantear todos los elementos teóricos que sustentan el objeto de estudio y el objetivo de la investigación científica. Se relacionan todos los conceptos que desde el punto de vista teórico permiten un mejor entendimiento de lo que se plantea en la situación problemática y en el marco del problema en sentido general, con el objetivo de proporcionar mayor cantidad de información al respecto y enfatizar sobre la situación problemática donde coexiste el objeto de estudio.

Se realiza un análisis sobre la Plataforma GeneSIG, con el fin de caracterizarla de manera general, conocer las principales ventajas que ofrece su uso, así como las principales funcionalidades y la información global que es capaz de proporcionar. Se establece la explicación de la selección de esta plataforma como base para la elaboración de un SIG para la industria petrolera.

También se fundamenta la propuesta de diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación, aclarando las ventajas que ofrecería este procedimiento y los beneficios que aportaría para la personalización de GeneSIG para el exitoso desarrollo de un SIG para la representación y análisis de objetivos petroleros.

Por último se realiza un estudio sobre las soluciones que existen y que brindan una solución parcial o total al objeto de estudio planteado. Se realiza un análisis de las mismas con el fin de facilitar la comprensión de la importancia de la investigación, su alcance y su aporte científico.

1.2 Conceptos asociados al dominio del problema

Con el objetivo de proporcionar al lector un mejor entendimiento de los temas que serán abordados en la investigación, se describen a continuación una serie de conceptos asociados al dominio del problema entre los que se destacan: Estrategia, Tecnología de la Información y las Comunicaciones, Sistema de Información, Información Geográfica (IG), Sistema de Información Geográfica (SIG), Plataforma Informática, Software Libre o Entorno Libre, Personalización, Datos Espaciales y Petróleo.

- **Estrategia**

Para casi todo lo que el ser humano realiza, piensa en una estrategia o forma de elaboración antes de llevarlo a cabo. De ahí que la estrategia es una especie de *plan*, una serie de pasos, una guía o conjunto de ellas, con el objetivo de abordar una situación determinada. (Mintzberg, 1993)

Las estrategias poseen dos características esenciales, se elaboran antes de las acciones en las que se aplicarán y se desarrollan de manera consciente y con un propósito determinado. (Mintzberg, 1993)

Es importante esclarecer que como planes, las estrategias pueden ser generales o específicas, existe una acepción del término en el sentido específico que es conveniente definir. Como plan, una estrategia también puede ser una *pauta de acción*, una "maniobra" para ganar la partida al contrincante o competidor. (Mintzberg, 1993)

No es suficiente con la definición de estrategia como patrón y como pauta de acción, es importante realizar una tercera que abarque el comportamiento que se desea llevar a cabo, surgiendo entonces la estrategia como modelo, concretamente un *patrón* en un flujo de acciones. (Mintzberg, 1993)

Se puede obtener una cuarta definición de estrategia ubicándola como una *posición* a tomar, o como un medio para ubicar una organización, a lo que se le suele llamar "medio ambiente", pero refiriéndose más bien a la ubicación en un entorno externo. (Mintzberg, 1993)

Existe una relación estrecha entre estos conceptos, la profundidad de los mismos podrá ser tanta como se desee. La estrategia ya sea como posición o como pauta de acción resulta compatible con la estrategia como plan o patrón.

- **Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)**

La concepción de TICs surge como la convergencia de las tecnologías electrónicas, el software y las infraestructuras de telecomunicaciones. Uniendo estas tres tecnologías aparece entonces el proceso de concepción de la información. También agrupa un conjunto de herramientas y soportes necesarios para el tratamiento y acceso a la información, especialmente los ordenadores y programas necesarios para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla. (Fernández, 2009)

También consiste en el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. (Rosario, 2005)

- **Sistemas de Información**

Es un conjunto de elementos, medios, personas, recursos materiales, actividades o datos, incluyendo también manuales de procesos o procesos automatizados. Estos elementos interactúan entre sí para procesar, recolectar, integrar, clasificar y almacenar información, ya sea externa o interna, y difundirla en función de los objetivos de la organización. (Fernández, 2009)

Los Sistemas de Información basados en computadoras constituyen el campo de acción de las tecnologías de la información. Poseen un conjunto de componentes relacionados entre sí que permiten la recolección de la información con el objetivo de apoyar la toma de decisiones y el control en una organización.

Existen actividades importantes en un Sistema de Información, que contribuyen a la toma de decisiones, al control de los procesos y operaciones, al análisis de los problemas y de la información en general. (Fernández, 2009)

Entrada de la información: es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que necesita para el análisis de la información. Estos datos recolectados pueden ser tanto del exterior como del interior de la organización. (Fernández, 2009)

Procesamiento y almacenamiento de la información: convierte la entrada de datos en una forma más significativa, servirá al sistema para recordar la información recolectada, pues permite el almacenamiento de la misma. (Fernández, 2009)

Salida de la información: transfiere la información y los datos analizados a las actividades o a las personas que harán uso de estos. (Fernández, 2009)

Los Sistemas de Información necesitan retroalimentación mediante la salida de la información que les ayudará para la corrección y evaluación de la etapa de entrada de la información.

- **Información Geográfica (IG)**

Se denomina Información Geográfica (IG) a aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos datos espaciales suelen llevar una información alfanumérica asociada. Se estima que el 80% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen esta componente geográfica. (Yagüez y Langhi, 2002)

- **Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, 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. 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.

La información que maneja un SIG puede ser almacenada de dos formas:

Modelo Raster o de Reticula: divide el espacio en celdas, donde cada una de ellas representa una información específica con un único valor. Esto sucede puesto que este sistema se centra más que en la precisión de la localización en las propiedades que posee el espacio de trabajo. Si las resoluciones de las celdas son mayores, menores serán las precisiones de representación del espacio geográfico.

Modelo Vectorial: este modelo se centra en la precisión de la localización o en los detalles de la información geográfica que se desee representar. Utilizando para la modelación de los objetos de la vida real tres representaciones diferentes: los puntos, las líneas y los polígonos.

(Yagüez y Langhi, 2002)

- **Plataforma Informática**

Define un estándar en el cual un software puede ser desarrollado. Antes de elaborar el sistema se deben conocer las características bajo las que deberá funcionar. Este concepto no está asociado solamente a las características de hardware sobre el cual se desarrollará y ejecutará un sistema, sino que involucra también a las necesidades de software que este deberá cumplir.

- **Software Libre**

El término Software Libre se refiere a la libertad que poseen los usuarios sobre un determinado software. Está basado esencialmente en cuatro libertades: (A. Abella y Sánchez, 2003)

1. Libertad para ejecutar el programa en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.

2. Libertad para estudiarlo y adaptarlo a nuestras necesidades. Esto exige el acceso al código fuente.
3. Libertad de redistribución.
4. Libertad para mejorar el programa y publicar las mejoras. También exige el código fuente.

Es importante destacar que el término software libre no significa software gratuito, el hecho de que se elabore un software bajo estas condiciones no representa que no pueda ser vendido o lanzado al mercado.

Existen licencias o patentes bajo la utilización del software libre realzan la importancia de los mismos y guían a los usuarios sobre lo que pueden y no pueden hacer respecto a este tema, además posibilitan su proliferación y desarrollo.

- **Personalización**

La personalización de aplicaciones se entiende como la capacidad de alteración dinámica con el fin de proporcionar al usuario la impresión de estar trabajando con una aplicación específicamente diseñada para dar satisfacción a sus necesidades particulares, se puede producir en base a tres tipos principales de fuentes de información. (Cachero, Garrigós, y Gómez, 2007)

1. Mediante datos preexistentes, normalmente importados de fuentes externas.
2. Teniendo en cuenta el perfil y las preferencias de cada usuario individual.
3. Conociendo el contexto en el que se produce la interacción usuario-aplicación (localización, momento, características de la red), que se recoge (si está disponible) de forma implícita por la aplicación como parte integrante de esa interacción.

- **Datos espaciales**

Los datos espaciales son informaciones sobre la localización y las formas de un objeto geográfico y las relaciones entre ellos, normalmente con coordenadas y topología.

Cumplen con una serie de principios básicos: tienen posición absoluta sobre un sistema de coordenadas (x, y, z), tienen una posición relativa frente a otros elementos del paisaje, tienen una figura geométrica que las representan (punto, línea, polígono), tienen atributos que lo describen. (Fernández, 2009)

- **Petróleo**

El petróleo es un líquido oleoso bituminoso de origen natural. Está compuesto fundamentalmente por hidrocarburos: compuestos de Carbono (C) e Hidrógeno (H). También recibe los nombres de petróleo crudo, crudo petrolífero o simplemente crudo. Se encuentra en grandes cantidades bajo la superficie terrestre y se emplea como combustible y materia prima para la industria química. Esta mezcla de sustancias orgánicas líquidas, que es el petróleo, siempre va acompañada de una mezcla de sustancias orgánicas gaseosas, denominada gas natural. Además por lo general contiene azufre, agua y minerales. (Álvarez, 2007)

1.3 Objeto de Estudio

Con el objetivo de lograr en el lector un mejor entendimiento del objeto de estudio de la investigación se comienza este epígrafe realizando una caracterización general de la plataforma GeneSIG, las principales funcionalidades que brinda, sus elementos fundamentales, importancia y ventajas de su uso. Se realiza una descripción actual del dominio del problema y se efectúa una descripción detallada y argumentada de la situación problemática abordada en la introducción. Se fundamenta la propuesta de selección de la Plataforma GeneSIG como base para la elaboración de un SIG para objetivos petroleros, y se argumenta la propuesta de diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación. Por último se realiza un análisis de las soluciones existentes que de manera parcial o total brindan respuesta de alguna manera al problema científico planteado.

1.3.1 Descripción general de la Plataforma GeneSIG

El surgimiento de la Plataforma GeneSIG está ligado al incremento exponencial del uso de los SIG para la toma de decisiones, lo cual está íntimamente relacionado con el incremento de la efectividad y la disminución de los costos que se obtienen con la puesta en marcha de un sistema de este tipo funcionando sobre tecnologías libres.

También se relaciona con el desarrollo incremental que han tenido los SIG a nivel mundial, la diversidad de compañías y empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías, sistemas y componentes de este tipo, el desarrollo de nuevos modelos de análisis y representación sofisticados para estos sistemas, así como de frameworks de desarrollo y servidores de mapas, además de la necesidad de mejora de la tecnología

Capítulo 1: Fundamentación teórica

para el desarrollo óptimo de las soluciones y el fortalecimiento del conocimiento del desarrollo de aplicaciones SIG y toda la teoría asociada, y como necesidad de contar con un producto soberano que sirviera como soporte al desarrollo de aplicaciones de este tipo en entornos Web.

Está implementada sobre herramientas y tecnologías libres, cumpliendo además con las especificaciones OpenGIS que establece el OGC que garantizan la interoperabilidad global entre los SIG y en consecuencia con la política de migración a software libre y de soberanía tecnológica que impulsa Cuba.

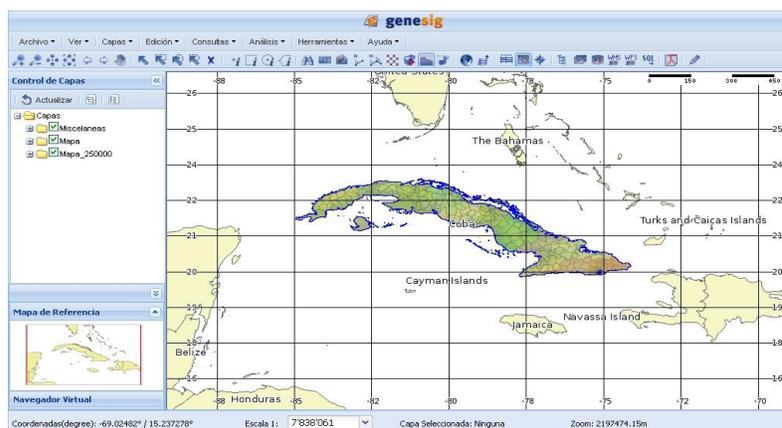


Figura 1: Pantalla principal de GeneSIG.

Es un producto encaminado a realizar la representación y análisis geoespacial de información geográfica, servicios que son proporcionados mediante una interfaz de usuario sencilla y de fácil manejo que pueda ser utilizada por usuarios no especializados en tecnología SIG. Además su estructura arquitectónica permite personalizar sus funcionalidades a cualquier negocio que lo requiera a través de la reutilización de sus componentes.

Evita el aislamiento de bases de datos geográficas y aplicaciones SIG mediante la adaptación de datos y aplicaciones a estándares OpenGIS e integra la información raster existente (imágenes de satélite, ortofotos o mapas escaneados) con información vectorial.

1.3.2 Descripción actual del dominio del problema

La UCI constituye en la actualidad un centro de gran importancia para el desarrollo de la Informática y las comunicaciones en Cuba. En dicho centro se combinan de manera directa tres aspectos importantes para la producción de software y para la preparación científica de toda la comunidad en general: la docencia, la

producción y la investigación. A lo largo de los siete años de trabajo de la UCI se han estado investigando y desarrollando una serie de temáticas que forman parte de las líneas investigativas que se adhieren a los perfiles de caracterizan a cada una de las facultades de la universidad. Estos nuevos campos de investigación en los que se ha ido incursionando a lo largo de los años de experiencia en el desarrollo del software, a nivel internacional gozan de gran demanda por su significativo aporte en diferentes áreas del conocimiento y en diferentes sectores que de forma directa permiten el desarrollo y el crecimiento económico de cualquier país.

Los Polos Productivos que conforman la UCI dirigen toda su investigación y desarrollo a una determinada área temática o tema de investigación de un sector específico de la sociedad, aportando a los estudiantes y profesores que forman parte de él, conocimiento vital para la elaboración de soluciones informáticas referentes al tema en cuestión. Dentro de los polos se encuentran los equipos de desarrollo llamados Proyectos Productivos que son los encargados del desarrollo de las soluciones informáticas dirigidas al tema que los ocupa. Los proyectos son los que interactúan de forma directa con el cliente y detectan todos los requerimientos que debe cumplir el software a desarrollar. Dentro de un mismo polo pueden existir varios proyectos, en dependencia de la demanda de negocios que exista.

Dentro de los Polos Productivos de la facultad 9 de la UCI se encuentran Geoinformática, PetroSoft y Video y Sonido Digital. En el polo Geoinformática se encuentra el proyecto GeneSIG encargado de la elaboración de una plataforma de igual nombre que permite el desarrollo de SIG, mientras que el polo PetroSoft se centra en el desarrollo de soluciones informáticas para la Industria Petrolera.

En la UCI, como en ninguno de estos polos, se ha contado antes con un SIG que permita la representación y análisis de objetivos petroleros. Teniendo en cuenta que ambos polos pueden integrar sus equipos de trabajo y desarrollar en conjunto un producto que brinde estas soluciones, se decide crear una estrategia para la personalización de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo de un SIG que permita la visualización y análisis de objetivos petroleros. Esto trae como consecuencia el desarrollo de negocios futuros con diferentes entidades y el aporte cognoscitivo a los miembros de ambos equipos de desarrollo, así como el posible valor económico que podría aportar el sistema a la universidad y al país.

1.3.3 Situación problemática

Capítulo 1: Fundamentación teórica

La época que se está viviendo, conocida como sociedad de la información, es una consecuencia de la explosión del uso de las tecnologías y la posibilidad de controlar y acceder a gran volumen de información. La información digital ha crecido exponencialmente y esto constituye sin duda alguna una prueba certera del desarrollo cada vez mayor que ha alcanzado la sociedad.

En la actualidad la posibilidad de contar con sistemas gestores de información es una verdadera experiencia de lo que el ser humano ha sido capaz de desarrollar. Dentro de estos sistemas de información se puede nombrar a los SIG que se sitúan en un rango verdaderamente importante, por las innumerables funcionalidades que poseen y por toda la información que aportan sobre los datos que se encuentran referenciados geográficamente.

Cada día la información espacial aumenta, y los SIG se convierten en un eslabón fundamental para el desarrollo social, ya sea directa o indirectamente, ya que aportan información útil a diferentes campos de aplicaciones de la vida humana. Dentro de algunas de estas aplicaciones se pueden destacar la utilización de los SIG en obras de ingeniería, en la agricultura, en la protección ambiental, y en las ciencias naturales donde son de gran ayuda en la prospección petrolera.

En el campo de la industria petrolera los SIG brindan información muy valiosa debido a que proporcionan instrumentos para el análisis espacial y para la realización de consultas a las Bases de Datos espaciales, esto identifica las relaciones entre datos de varios tipos y de diferentes naturalezas temáticas.(Escartín, 2002)

La UCI constituye uno de los principales productores de software en Cuba. El desarrollo productivo de dicha universidad ha aportado valiosos números a la economía nacional, convirtiéndose en uno de los puntos de aporte económico más importantes del país.

Debido a las ventajas que ofrecen los SIG para la georreferenciación de la información así como su análisis y representación, surge en el Polo PetroSoft la necesidad de crear un sistema de esta índole para dirigido a la industria del petróleo.

Con la perspectiva de integrar los equipos de desarrollo de los Polos de Geoinformática y PetroSoft se pretende crear un SIG para la representación y análisis de objetivos petroleros sobre la base de la Plataforma GeneSIG. Permitiendo que mediante dicha herramienta se facilite el trabajo y se perfeccione el desarrollo del producto final.

La necesidad de contar con una herramienta para la gestión de la información petrolera que manejan en el Polo PetroSoft constituye la principal meta a seguir, pues poseer tal producto constituiría una vía importante para los futuros negocios que se puedan realizar dentro de ambos polos.

1.4 Diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación

Para casi todo lo que el ser humano realiza piensa en una estrategia, forma o algoritmo de elaboración antes de llevarlo a cabo. Debido a que la estrategia es una especie de plan, un conjunto de pasos, una guía, una maniobra o un modelo, que están dirigidos a abordar una determinada situación y conociendo que pueden ser pensadas antes de que ocurra la acción en la que se aplicará, realizándose de manera consciente, se decide elaborar una estrategia para lograr la personalización de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo de un SIG que permita la representación y análisis de objetivos petroleros.

El diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación, constituye una solución óptima para lograr resolver el problema planteado. Con este procedimiento se logrará contar con una guía o algoritmo que indicarán al equipo de trabajo del Proyecto GeneSIG los pasos que deberán seguir para lograr la personalización de la plataforma de igual nombre para la construcción de un SIG enmarcado a la industria petrolera.

Los beneficios que se obtendrían sería múltiples, por ejemplo: se lograría una integración de los equipos de trabajo de ambos Polos Productivos, se evitaría al equipo de trabajo de GeneSIG la pérdida de tiempo en la realización de análisis y levantamiento de requerimientos sobre lo que se desea representar, se logrará ampliar el conocimiento de los desarrolladores respecto al tema, disminución del tiempo y el esfuerzo de desarrollo, así como consistencia y facilidad en el trabajo de cada uno de los integrantes del proyecto, enfoque directo del producto final al negocio que se plantea, desarrollo de un producto factible y dirigido a las necesidades reales del cliente.

Con el desarrollo de una estrategia que guíe el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG el equipo de trabajo de dicho proyecto podrá realizar un trabajo enfocado en el negocio en cuestión, sirviendo como guía directa de lo que deben realizar y facilitando el trabajo de cada uno de los miembros del proyecto.

El poco ajuste del producto final a las necesidades reales del cliente y el tiempo que se pierde innecesariamente durante el desarrollo de dicho producto constituyen los principales inconvenientes por

los que temen pasar las empresas que se dedican a la elaboración de software; por lo que se puede llegar a la conclusión de que con la elaboración de una estrategia como guía de trabajo para la personalización de GeneSIG hacia el negocio que se desea, sin duda alguna se evitaría la insatisfacción del cliente en alguna de las cuestiones expuestas, pues el trabajo sería oportuno, directo, conciso y enfocado a las insuficiencias reales existentes por parte del consumidor.

1.5 Análisis de soluciones existentes

El desarrollo de este epígrafe se centra en el análisis de un conjunto de soluciones que existen ligadas al desarrollo de la tecnología SIG. Se analizan un conjunto de metodologías con el objetivo de determinar los elementos que pudieran servir de apoyo para el planteamiento de la solución a la cual se desea arribar con el desarrollo de la investigación. Además pretendiendo corroborar la necesidad de contar con un SIG que permita analizar y representar objetivos petroleros se analizan algunos sistemas de este tipo que poseen estas características, pero que no constituyen soluciones viables a utilizar por la industria petrolera cubana.

1.5.1 Guía metodológica para el desarrollo de SIG en la UCI

Producto al gran impacto que han alcanzado los SIG a nivel mundial y las grandes ventajas que proporciona su uso, la UCI debido a que es una empresa productora de software está realizando un arduo esfuerzo en el estudio y desarrollo de estas tecnologías para de una forma u otra responder a las peticiones y necesidades puntuales presentadas por un conjunto de organismos o empresas a nivel nacional e internacional, para un mejor manejo y control de la información geográfica. Para el desarrollo de estos sistemas se han presentado un significativo número de problemas producto al propio desconocimiento, poca experiencia del personal involucrado y sobre todo la falta de metodologías que guíen su tratamiento. Es por ello que surge la necesidad de crear una propuesta metodológica para el desarrollo de SIG en la UCI apoyada por el conjunto de herramientas que se utilizarán en su construcción y de una metodología que rija el proceso de desarrollo de los mismos. (César, 2008)

A continuación se define el conjunto de principios que servirán de guía metodológica para el desarrollo de SIG en la UCI.

1. Identificar las necesidades de los clientes.
2. Identificar todas las funcionalidades que requiere el cliente que tenga la aplicación SIG.

3. Diseñar y presentar al cliente un Prototipo no funcional de la aplicación para determinar si cumple con todos los requerimientos expuestos por el mismo.
4. Recopilar y revisar la cartografía base.
5. Identificar la información que el cliente quiere representar geográficamente.
6. Modelar la información que el cliente quiere representar geográficamente.
7. Identificar las tecnologías y herramientas que permitan llevar adelante un desarrollo en Software Libre.
8. Una vez realizado el modelado de los objetos realizar el diseño lógico de la BD Socioeconómica. (BD Objeto Relacional).
9. Realizar el diseño físico de la BD Socioeconómica.
10. Realizar el diseño lógico de la BD Geográfica.
11. Realizar diseño físico de la BD Geográfica.
12. Diseñar la BD Cartográfica.
13. Implementar todas las funcionalidades que requiere el cliente que tenga la aplicación SIG.
14. Desarrollar un CORE o núcleo que permita gestionar el negocio pertinente que se va a manejar.
15. Dividir el desarrollo de un SIG en componentes fundamentales.
16. Integrar todos los componentes implementados.
17. Probar el funcionamiento del sistema diseñado e implementado.
18. Implantación definitiva del SIG.
19. Elaboración de los manuales de normas y procedimientos del sistema y los manuales del usuario.
20. Ejecutar plan de adiestramiento al usuario final, preferentemente a los clientes potenciales del SIG que se está desarrollando.
21. Operación y Mantenimiento del SIG desarrollado.

1.5.2 Desarrollo de una metodología para Ingeniería de Requerimientos en aplicaciones de SIG

La implantación de SIG presenta dificultades pues el carácter de estos sistemas como ciencia multidisciplinaria ha tornado su implementación en una tarea problemática, tanto por la diversidad de los miembros de los equipos presentes en el dominio de aplicación, como por el amplio espectro de posibles usuarios de la información espacial. Esto se evidencia en la falta de metodologías bien definidas para el levantamiento de requerimientos del sistema, en donde las arquitecturas cerradas siguen manifestándose como obstáculos en la puesta en marcha de aplicaciones SIG, lo cual va en clara contradicción con sus propósitos. Por ello este importante dominio requiere una metodología de ingeniería de requerimientos que cubra los aspectos de extracción, análisis y especificación de los mismos siguiendo estándares geográficos como asidero a las características que definen las implementaciones en la actualidad. (Medina, 2007)

Luego de haber realizado un análisis sobre la estructura de los SIG y su ámbito, y efectuado un estudio para determinar los componentes de la metodología a proponer, basándose en el uso de la etnografía, como herramienta de las ciencias sociales para la generación de conocimiento en grupos heterogéneos, se procede a plantear la metodología, definiéndose los siguientes aspectos a cubrir:

1. *Espacio-temporal*: Los modelos existentes deben contemplar los elementos espaciales con respecto a las primitivas geométricas que los representan (puntos, líneas y polígonos) y al comportamiento en el tiempo de esta representación. (Medina, 2007)
2. *Tercera dimensión*: Los SIG como herencia del trabajo de la geografía con planos, representa los fenómenos en dos dimensiones, olvidándose de la tercera dimensión, que generalmente representa la altitud. El uso de la tecnología informática hace posible considerar todas las dimensiones, más los lenguajes de modelamiento y especificación. (Medina, 2007)
3. *Escala*: Debe considerarse que de acuerdo a la escala de observación una misma entidad puede representarse mediante distintas primitivas geométricas.
4. *Calidad*: Involucra el concepto de metadatos el cual es descrito generalmente como los datos de los datos y refiere atributos que hacen posible evaluar la calidad de la información georreferenciada. (Medina, 2007)

La metodología propuesta fue puesta en práctica con un estudio de caso, y posteriormente evaluada sobre ese estudio de caso con el objetivo de presentar conclusiones y recomendaciones sobre la misma.

1.5.3 SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos en la exploración de petróleo

El *SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos en la exploración de petróleo* tiene como propósito facilitar el trabajo a los geólogos, geofísicos y geoquímicos exploracionistas colombianos en la determinación y análisis de los sistemas petrolíferos, utilizando para ello las herramientas Arc/Info.

Este sistema utiliza para la determinación y análisis de los Sistemas Petrolíferos una metodología que a su vez incluye la utilización de diferentes elementos, entre los que se pueden nombrar: BD Georreferenciada, Análisis de cuenca sedimentaria, Análisis de los Sistemas Petrolíferos, Análisis de los “Plays” complementarios. (Sarmiento, Hernández, y otros autores)

Utilizando la metodología antes mencionada, se pretende que el programa permita realizar las tareas: (1) mantenimiento, (2) consulta y despliegue de tablas de datos y mapas (ejemplo: mapa geográfico, geología de superficie, pozos, campos productores, manaderos, muestras y datos geoquímicos), (3) superposición de diferentes mapas (ejemplo: superposición de mapas de cantidad, calidad y madurez de la materia orgánica de unidades estratigráficas de roca fuente de petróleo para producir mapas de roca fuente activa), (4) generación de perfiles verticales de variables geoquímicas en pozos, (5) generación de gráficos XY de variables geoquímicas que faciliten la correlación geoquímica (ejemplo: contenido de azufre de los crudos, contenido de azufre contra relación pristano fitano) y de datos estadísticos de los campos productores (ejemplo: reservas contra área de la trampa y reservas contra espesor roca almacenadora), (6) generación de histogramas (ejemplo: reservas contra unidad de roca almacenadora y espesor de roca almacenadora), (7) despliegue de imágenes (ejemplo: cromatogramas, fragmentogramas, diagramas de enterramiento, columnas estratigráficas, secciones estructurales y carta de eventos) y (8) cálculos de volúmenes de petróleo generado por un cuerpo de roca fuente activa. El sistema integra información proveniente de varios programas especializados (ejemplo: ZYCOR, para generar mapas de contornos por parte de los usuarios) la cual se supone es válida, aunque el programa permitirá que el usuario la valide y/o modifique. Los mapas también pueden introducirse al programa como mapas digitalizados. (Sarmiento, Hernández, y otros autores)

Se citan algunos de los requerimientos funcionales que debe cumplir el SIG:

1. Mantenimiento y despliegue de la información geográfica y geológica básica, mapas de contornos de todas las variables, muestras de superficie con datos geoquímicos, datos de manaderos, datos

de pozos, datos de campos productores de petróleo, secciones transversales, columnas estratigráficas y muestras de rocas disponibles en Ecopetrol.

2. Generación de Gráficas.
3. Superposición de Información para cada tipo de Roca.

1.5.4 Observaciones sobre el análisis de las soluciones existentes

Dentro de las metodologías analizadas en esta investigación, se profundiza en el análisis del conjunto de pasos o actividades que las conforman, puesto que es la parte de ellas que engloba al término “estrategia” (es necesario esclarecer que cuando se habla de “metodología”, de cierta manera se hace referencia al término “estrategia”, puesto que la primera engloba a la segunda). En sentido general todas estas metodologías constituyen buenas soluciones, pero no brindan respuesta al objeto de estudio planteado en la investigación.

El conjunto de principios, actividades, etapas y fases que definen estas metodologías analizadas pueden tomarse como ejemplo de pasos a seguir o guía de lo que puede ser una estrategia, siempre enfocándose en las actividades a realizar y no en cómo realizarlas.

En el análisis de la *Guía metodológica para el desarrollo de SIG en la UCI* se obtuvieron pasos a tener en cuenta para el planteamiento de la propuesta, como por ejemplo, realizar el diseño físico y lógico de las BD socioeconómicas y cartográficas, implementar las funcionalidades que desea el cliente que tenga la aplicación, probar el funcionamiento del sistema, implantar el SIG y ejecutar el plan de adiestramiento de los clientes que utilizarán la herramienta.

Luego de realizar un análisis sobre las herramientas que existen se puede decir que una de las desventajas principales que poseen es que están soportadas sobre software propietario, lo que no permite el uso libre del producto. A pesar de esto se puede resaltar que las mismas constituyen soluciones útiles dentro del mundo de los SIG y dentro de las temáticas que abarcan se pueden situar en un lugar meritorio debido a la información que permiten recopilar, ya sea referente a la industria petrolera o vinculada al tema de los SIG en general, pero no abarcan los objetivos que se desean alcanzar con el desarrollo de la presente investigación, sin embargo se pudo obtener información valiosa para el desarrollo de la propuesta final.

Uno de los aspectos que servirá para el planteamiento de la estrategia es el *Mantenimiento y despliegue de la información geográfica y geológica básica*, obtenido del análisis del sistema *SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos en la exploración de petróleo*. Estos aspectos son muy importantes en el desarrollo de un sistema de este tipo puesto que la cartografía es la base para representar la información, y la información geológica asociada es lo que realmente brinda al usuario las características de cada uno de los objetivos representados sobre el mapa.

Finalmente se puede precisar que la necesidad de desarrollar una estrategia para la personalización de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo de un SIG petrolero no constituye un objetivo que se solucione con investigaciones anteriores, sin embargo, algunas de estas investigaciones aportan factores que contribuyen a la elaboración de la misma. Por lo que se demuestra la vigencia y necesidad de la realización exitosa del objetivo general de la investigación.

1.6 Conclusiones parciales

Durante el desarrollo del capítulo fueron abordados todos los elementos teóricos que sustentan la investigación dentro de los que se pueden citar los conceptos asociados al dominio del problema que posibilitan un mejor entendimiento de lo planteado en la situación problemática. Fue realizado un análisis de la Plataforma GeneSIG para conocer las principales características, sus ventajas y sus principales funcionalidades, lo que permitió conocer por qué fue seleccionada esta plataforma como base para la elaboración de un SIG para objetivos petroleros.

Otro de los temas abordados fue la fundamentación de la propuesta de diseño de una estrategia como objetivo general de la investigación, aclarando las ventajas que ofrecería este procedimiento y los beneficios que aportaría para la personalización de GeneSIG para el desarrollo exitoso de un SIG para la representación y análisis de objetivos petroleros. También se realizó un análisis de diferentes herramientas e investigaciones que existen y que mantienen una relación parcial con el objeto de estudio, realizando posteriormente una observación sobre estas con el objetivo de facilitar la comprensión de la importancia de la investigación, el alcance y aporte científico de la misma. Mediante la explicación detallada de la situación problemática abordada se logra el entendimiento del entorno donde coexiste el objeto de estudio de la investigación, pretendiendo conquistar en el lector la mayor claridad posible en los temas tratados.

CAPÍTULO 2: Requerimientos y Tecnologías

2.1 Introducción

Este capítulo está dirigido a examinar el diseño ingenieril y arquitectónico de la Plataforma GeneSIG con el objetivo de obtener una vista general de la infraestructura de este sistema. Se persigue conocer las herramientas y tecnologías utilizadas como soporte para la construcción de esta plataforma, así como indagar sobre los módulos que posee, sus requerimientos funcionales y todo el diseño lógico con el que cuenta la herramienta.

Se explican cada uno de los objetivos petroleros que se tendrán en cuenta para el planteamiento de la propuesta final y se realiza un levantamiento de los requerimientos funcionales con el propósito de obtener toda la información necesaria que debe representar un SIG para lograr una correcta visualización y análisis geográfico de la información petrolera, así como las características que debe contener una herramienta de este tipo. También se hace referencia a los requerimientos no funcionales a tener en cuenta para el desarrollo del sistema.

2.2 Análisis de la Plataforma GeneSIG

La Plataforma GeneSIG está desarrollada sobre el Sistema Operativo GNU/Linux en su distribución Ubuntu v8.10, aprovechando el conjunto de ventajas que ofrece esta base tecnológica a favor de la política de Software Libre que impulsa el país. A pesar de estar desarrollada sobre este sistema operativo, GeneSIG brinda la posibilidad de poder ser ejecutada también en la plataforma Windows. Posee una estructura basada en plugins lo que la convierte en una plataforma con un alto grado de interoperabilidad debido a la posibilidad de poder agregarle otros sistemas de manera sencilla. La separación de los servidores de Bases de Datos y Web en dos computadoras diferentes produce un balance de carga adecuado para el sistema, lo que aumenta su disponibilidad y disminuye la posibilidad de fallas.

La implementación de una capa de Servicios Web para compartir información del sistema aumenta notablemente la extensibilidad del mismo. Además el diseño del negocio es abierto y altamente configurable, dando la posibilidad de extensibilidad de los datos manejados tales como: nuevas capas definidas por interés del usuario; sin implicar la reprogramación directa del código, característica que la sitúa en un lugar meritorio dentro de las aplicaciones SIG.

Debido a que los datos geográficos y socioeconómicos que se manejan tienen un gran valor para las empresas o entidades que los utilizan, el tema de la seguridad en GeneSIG es primordial, por lo que incluye un módulo encargado del tratamiento de la información teniendo en cuenta criterios de roles y permisos sobre los recursos que maneja, además de contar con la seguridad que brindan la totalidad de las herramientas que se utilizaron para su desarrollo.

2.2.1 Estructura de GeneSIG

GeneSIG cumple y respeta de manera estricta la estructuración del diseño propuesto por CartoWeb¹, pero solo utiliza los paquetes a los cuales le realizará cambios o aportes funcionales. CartoWeb presenta un abanico bastante completo de características propias de un geoportal, con la posibilidad de ir añadiendo o desarrollando nuevos plugins. Y es precisamente a través de estos plugins agregados de forma convencional, que GeneSIG posee un amplio conjunto de funcionalidades, que actúan como herramientas de la misma plataforma y le brindan la posibilidad de ser altamente modular y escalable. (Fernández, 2009)

La plataforma cuenta con una serie de módulos que interactúan directamente con el usuario y permiten que éste pueda realizar las diferentes operaciones que ofrece el sistema.

- **Módulo de Navegación:** Se encarga de gestionar toda la interacción del usuario con la interfaz visual donde se encuentra el mapa y garantiza que éste pueda realizar las operaciones de movimiento, acercamiento y alejamiento en sus diferentes variantes.
- **Módulo de Selección:** Ofrece la posibilidad de selección de objetos geográficos dentro de las capas seleccionables definidas y realizar operaciones de consulta o persistencia de selección.
- **Módulo de Consulta Espacial:** Permite consultar espacialmente objetos puntuales o los determinados por un área que defina el usuario, rectangular, circular o poligonal.
- **Módulo de Análisis:** Ofrece la posibilidad de realizar análisis espacial sobre el mapa como cálculo de distancias, superficies y localizaciones.

¹ CartoWeb es una aplicación de publicación WebSIG. Ofrece un framework que ha sido diseñado con una arquitectura bastante modular y escalable, lo que permite separar la lógica de un servidor encargado del diálogo con MapServer y provisión de servicios, de un cliente. (Montesinos y Sanz)

- **Módulo de Configuración del Mapa:** Permite la configuración de la aplicación para el manejo de los datos y el mapa, unidades de medidas, tipo de coordenadas, proyección, entre otros.
- **Módulo de Impresión:** Ofrece la posibilidad de impresión del área que defina el usuario en el formato de papel que corresponda.
- **Módulo de Catálogo:** Posibilita de configuración de la representación del mapa en cuanto a estilos y simbología desde una interfaz amigable, generando el archivo de configuración (MapFile), utilizado por un servidor de mapas para su representación, y haciendo persistente esta configuración en una base de datos.
- **Módulo de Servicios:** Realiza operaciones relacionadas con la gestión de las capas, como selección y agregado de nuevas capas en diferentes formatos y conexión a servicios de mapas.
- **Módulo de Edición:** Realiza operaciones de edición que permiten a los usuarios insertar nuevos objetos geográficos a capas temporales, además de otras funciones como la activación de puntos.
- **Módulo de Ayuda:** Relaciona opciones de apoyo al usuario para el trabajo con la plataforma, como un manual de usuario y ayuda en línea.

2.2.2 Descripción general de la arquitectura de GeneSIG

La arquitectura de la Plataforma GeneSIG es una arquitectura distribuida, empleando como base cartográfica una información certificada por especialistas que laboran en su desarrollo, y sobre ella un conjunto de objetos representados geoespacialmente que contienen información asociada, identificados a partir de las necesidades comunes de los proyectos de representación y análisis de información geográfica.

El sistema se basa en la arquitectura cliente - servidor sobre plataforma Web, donde cada instancia del sistema en el cliente es independiente de la ejecución de otra, los navegadores clientes pueden ser todos aquellos que se encuentren bajo el término Software Libre. La concurrencia de utilización del servidor Web y la utilización de la Base de Datos se maneja a través de los propios servidores.

Como parte de su organización interna el sistema cuenta con 3 capas lógicas, explicadas a continuación:

- *Interfaz:* En esta capa están implementadas todas las interfaces gráficas con las que interactúa el usuario y las interfaces de interacción con otros sistemas. Estas interfaces se relacionan directamente con los módulos que se encuentran implementados en la capa de negocio.
- *Negocio:* En esta capa se encuentra el módulo de Catálogo, que permite a los usuarios realizar ediciones de mapas, además de estar incluidas todas las tareas y funcionalidades que realiza la plataforma y que manejan toda la información referente al trabajo con los mapas. También incluye el servidor de mapas (MapServer) con la función de acceder a las bases de datos GeneSIG y DatosSIG, interpretar estos datos y convertirlos en mapas, así como permitirle a los usuarios trabajar en la edición de los datos que se encuentran en la base de datos GeneSIG.
- *BD:* En esta capa se encuentran dos bases de datos que utiliza la Plataforma GeneSIG, la primera DatosSIG, que contiene los datos cartográficos, y GeneSIG, que contiene toda la información socio-económica, de configuración y los usuarios.

2.3 Objetivos petroleros

Durante el desarrollo de este epígrafe se detallan todos los objetivos petroleros sobre los que se construirá la propuesta final. Estos objetivos fueron identificados en el Departamento de Investigaciones Científicas de Exploración del CEINPET. Los mismos se refieren a la etapa de exploración, la primera etapa por la que atraviesa el petróleo antes de llegar a convertirse en un instrumento útil para el ser humano. Esta etapa es una de las más importantes pues consiste en buscar las llamadas trampas de petróleo, o lo que es lo mismo, los posibles lugares donde por las condiciones geográficas favorables se cree que puedan existir yacimientos de este líquido oleoso y bituminoso. Es por ello que es imprescindible centrar la investigación en esta fase, puesto que un SIG pudiera brindar datos realmente importantes que favorezcan la toma de decisiones de los especialistas del CEINPET durante esta etapa y que contribuyan al desarrollo de la industria petrolera cubana.

Teniendo en cuenta las diferentes opciones que brindan los SIG para la representación geográfica de la información, los objetivos petroleros se pueden representar en consecuencia con los antes planteado de manera puntual, lineal y poligonal. Los puntuales no son más que puntos específicos sobre el mapa, los lineales un conjunto de líneas y los poligonales un área. A continuación se realiza una explicación de cada uno de estos objetivos.

2.3.1 Puntuales

Pozos petroleros: Consiste en una perforación del suelo que se realiza con el objetivo de obtener petróleo o hidrocarburos gaseosos, dentro de estos últimos se puede encontrar el gas del petróleo, muy conocido y utilizado por el ser humano. Los pozos poseen diferentes atributos y características que los definen entre los que podemos encontrar su nombre, código con el que se identifica, coordenadas (x, y) de la boca y del fondo, profundidad, costo real, fecha en que se inició su perforación y fecha en que finalizó la misma, provincia gasopetrolífera a la que pertenece, entre otros.

Los pozos pueden ser de cuatro tipos diferentes, sin importar del tipo que sean poseen las características que los identifican como un pozo petrolero, añadiéndosele otras que los definen claramente según su tipo:

Puntos de interés geológico: Son puntos o lugares específicos que por las características geográficas que poseen, pueden propiciar a la formación de yacimientos. Dentro de los atributos que los definen se encuentran las coordenadas (x, y) de su ubicación, las formas por las que se puede acceder al mismo, la provincia a la que pertenece.

2.3.2 Lineales

Lineamientos tectónicos: Es el resultado de la interpretación geomorfológica. Este resultado puede almacenarse en forma de dos pares de coordenadas planas, es decir: (x1,y1) y X2,y2). Las cuales denotan los extremos del segmento de recta en el plano que representan cada uno de los lineamientos tectónicos. A veces este lineamiento tectónico puede tener su génesis no solamente en la interpretación geomorfológica, sino en trabajos geológicos de campo.

2.3.3 Poligonales

Yacimientos: Son las acumulaciones subterráneas de petróleo que pueden estar constituidas por uno o varios depósitos localizados dentro de los límites de una zona del mismo origen y con características similares. (Álvarez, 2007). Poseen características como nombre, perímetro que abarca, año en que se descubrió, entre otras.

Bloques de licitación: Consiste en la división del territorio nacional en pequeños bloques, con el objetivo de conocer las características gasopetrolíferas que existen en cada región, como por ejemplo, la cantidad de pozos que existen, la cantidad de yacimientos, entre otras.

2.4 Requerimientos funcionales

Este epígrafe se centra en la descripción de los requerimientos funcionales con los que debe contar el SIG para representar los objetivos petroleros analizados en el epígrafe anterior. Estos requerimientos son los encargados de definir el comportamiento que debe tener un determinado sistema de software, o sea las condiciones o capacidades que este debe cumplir.

- **RF1: Realizar selección:** El sistema debe permitir al usuario seleccionar información de las capas del mapa que sean seleccionables, esta selección puede ser: puntual, lineal o poligonal.
- **RF2: Deseleccionar:** El sistema debe permitir al usuario desmarcar cualquier tipo de objeto del mapa que tenga seleccionado, ya sea de manera: puntual, lineal o poligonal.
- **RF3: Realizar Zoom:** El sistema debe permitir al usuario realizar las diferentes funciones de Zoom sobre el mapa. (Zoom +, Zoom -, Zoom extenso, Zoom previo, Zoom siguiente.)
- **RF4: Recentrar mapa:** El sistema debe permitir al usuario recentrar el mapa según la posición puntual que realizó, sin modificar la escala del mismo.
- **RF5: Realizar paneo:** El sistema debe permitir al usuario recentrar el mapa variando con el puntero del ratón la posición de la vista que se presenta.
- **RF6: Localizar objetivo petrolero:** El sistema debe permitir al usuario localizar o ubicar en el mapa un determinado objetivo petrolero ya sea de manera puntual, lineal o poligonal.
- **RF7: Consultar objetivo petrolero:** El sistema debe permitir al usuario consultar la información asociada a un determinado objetivo petrolero previamente localizado.
- **RF8: Buscar por coordenadas:** El sistema debe permitir al usuario localizar cualquier objetivo petrolero sobre el mapa de acuerdo a las coordenadas (x, y) proporcionadas.
- **RF9: Medir distancia:** El sistema debe permitir al usuario realizar trazos por el mapa y visualizar la distancia total acumulada así como la existente entre los dos últimos vértices trazados.
- **RF10: Calcular área y perímetro de una región:** El sistema debe permitir al usuario realizar trazos formando una región determinada para poder visualizar el cálculo del área y perímetro de la misma.

- **RF11: Trazar perfiles de alturas:** El sistema debe permitir al usuario obtener las alturas asociadas a coordenadas geográficas determinadas de acuerdo a una selección de vértices sobre el mapa.
- **RF12: Configurar mapa:** El sistema debe permitir al usuario modificar los valores de configuración correspondientes al mapa con el que se encuentra trabajando.
- **RF13: Controlar orden y visualización de capas:** El sistema debe permitir al usuario seleccionar el orden en que desea representar las capas, así como la visualización de las mismas.
- **RF14: Visualizar Escala Gráfica:** El sistema debe permitir al usuario visualizar y ocultar la Escala Gráfica sobre el mapa.
- **RF15: Visualizar ventana Mapa de Referencia:** El sistema debe permitir al usuario visualizar y ocultar la ventana correspondiente al Mapa de Referencia.
- **RF16: Agregar capas:** El sistema debe permitir al usuario agregar capas de datos espaciales, externas al mapa con el que se encuentra trabajando, tanto de servicios publicados como las disponibles en ficheros locales.
- **RF17: Generar consultas:** El sistema debe permitir al usuario generar consultas dinámicas con la manipulación directa de los datos espaciales almacenados en las tablas de los mapas y con la información petrolera asociada.
- **RF18: Exportar mapa:** El sistema debe permitir al usuario exportar un mapa o vista de éste en formato pdf. Incluye la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.
- **RF19: Gestionar objetivo petrolero:** El sistema debe permitir al usuario adicionar, modificar o eliminar un objetivo petrolero sobre el mapa.
- **RF20: Tematizar mapas:** El sistema debe permitir al usuario tematizar el mapa de acuerdo a las características de los objetivos petroleros que deseen modelar.

2.5 Requerimientos no funcionales

Capítulo 2: Requerimientos y Tecnologías

En este epígrafe se explican los requerimientos no funcionales que debe poseer el SIG para la representación y análisis de la información petrolera. Estos no son más que las cualidades o propiedades que el sistema debe tener y definen criterios que sirven para juzgar el grado de operabilidad de un determinado producto de software.

- **Usabilidad:** El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras y de Geología Petrolera. Se emplearán componentes que indiquen al usuario el estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable. El software tendrá siempre visible la opción de Ayuda, lo que posibilitará un mejor aprovechamiento por parte de los usuarios de sus funcionalidades.
- **Fiabilidad:** La herramienta de implementación a utilizar debe tener soporte para recuperación ante fallos y errores. La información manejada por el sistema estará protegida de acceso no autorizado y divulgación.
- **Eficiencia:** El tiempo de respuesta estará dado por la cantidad de información a procesar, entre mayor cantidad de información mayor será el tiempo de procesamiento. La velocidad de procesamiento de la información, la actualización y la recuperación dependerán de la cantidad de información que tenga que procesar la aplicación.
- **Soporte:** La aplicación recibirá mantenimiento en el período de tiempo determinado por el equipo de desarrollo y los clientes. La cartografía se actualiza anualmente de acuerdo a los cambios que se registren sobre el mapa base.
- **Restricciones de diseño:** Diseño sencillo, con pocas entradas, donde no sea necesario un entrenamiento muy complejo para utilizar el sistema.
- **Interfaz de usuario:** El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo en consecuencia con el tema que se aborda, en este caso la información petrolera, y posibilitar al usuario la configuración del entorno de trabajo.
- **Interfaces de hardware**

Para las PCs clientes:

Capítulo 2: Requerimientos y Tecnologías

- Se requiere tengan tarjeta de red.
- Al menos 512 MB de memoria RAM.
- Se requiere al menos 100 MB de disco duro.
- Procesador 512 MHz como mínimo.

Para los servidores:

- Se requiere tarjeta de red.
 - El Servidor de Mapas tenga como mínimo 2GB de RAM y 100GB de disco duro.
 - El Servidor de BD tenga como mínimo 2GB de RAM y 200GB de disco duro.
 - Procesador 3 GHz como mínimo.
- **Interfaces de software:** La construcción de la aplicación funcionará bajo los conceptos de arquitectura cliente/servidor. Por tanto, el servidor del usuario final debe tener como requerimientos mínimos de software:

Para las PCs clientes:

- Cualquier navegador que se encuentre bajo licencia de Software Libre.
- 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 configurado con la extensión pgsql incluida.
- PostGreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.
- PostGIS como extensión de PostGreSQL como soporte de datos espaciales.
- MapServer 5.2.2 o superior, con extensión PHP mapscript.

- **Interfaces de comunicación:** El sistema garantizará mediante su interfaz la configuración del entorno de trabajo mediante funcionalidades propias como ocultar y mostrar paneles, así como elementos para cambiar las vistas, las escalas y las capas que serán visibles en la interacción.

2.6 Conclusiones parciales

Durante el desarrollo del capítulo se realizó un análisis de la arquitectura y el diseño ingenieril de la Plataforma GeneSIG, lo que permitió conocer en detalle las características que posee dicho sistema para poder realizar más tarde la elaboración de la estrategia que permitirá al equipo de trabajo del proyecto llevar a cabo la personalización de la plataforma para realizar un SIG petrolero. Conocer a fondo este sistema es esencial para poder elaborar la solución que se pretende al final de la investigación.

Otro de los temas abordados fue el planteamiento de los objetivos petroleros que se necesitan representar con el SIG. Saber cuáles son estos objetivos permite centrarse en lo que realmente se necesita, y no realizar un sistema genérico que no solucione las necesidades reales de los clientes finales, además trae como beneficio que la estrategia que se plantee sea una solución óptima y específica. Finalmente, teniendo en cuenta estos objetivos petroleros, se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales que deberá poseer el SIG.

CAPÍTULO 3: Estrategia propuesta y validación

1.1 Introducción

Durante el desarrollo de este capítulo se plantea la estrategia que definirá el conjunto de pasos que deben realizarse para lograr la personalización de la Plataforma GeneSIG para desarrollar el SIG petrolero. Esta constará de 3 etapas que guiarán el proceso de construcción del sistema y facilitará el trabajo a los miembros del equipo. El conjunto de actividades que se deben realizar para llevar a cabo esta estrategia están contenidas dentro de cada una de las etapas.

La primera etapa será la de *Gestión de proyecto* que indicará a la dirección y a los miembros del proyecto los procesos de planificación, capacitación, organización y control del trabajo. Dentro de esta etapa se hace referencia a los recursos humanos que se utilizarán, así como los roles y responsabilidades que intervienen en la realización del SIG petrolero. También se propone el adiestramiento que deberá realizarse a los miembros del proyecto que se encarguen de realizar la personalización.

La segunda etapa se denomina *Desarrollo del software* y será la encargada de dirigir el proceso de construcción del SIG. En esta etapa se debe realizar el diseño de la BD socioeconómica que contendrá toda la información asociada a los objetivos petroleros. También se realiza la cartografía base del sistema, así como la BD geográfica asociada a dicha cartografía. Se deben implementar las funcionalidades petroleras del software, y una vez terminado el mismo se deberá realizar una prueba de su funcionamiento y elaborar los manuales de usuario, así como las normas de procedimiento y uso del sistema.

La tercera etapa es la de *Administración del software* que se encargará de guiar el proceso de implantación del SIG petrolero en las computadoras de los clientes. En esta etapa se ejecuta el plan de adiestramiento a los usuarios que utilizarán el sistema y se brinda mantenimiento del mismo.

1.2 Estrategia para el desarrollo del SIG petrolero

En este epígrafe se plantea la estrategia que dirigirá el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG para el desarrollo del SIG petrolero. Se definen las actividades que se deben realizar en las etapas identificadas, así como los pasos e indicaciones que se deben seguir para transitar por cada una de ellas.

Para la definición de las etapas planteadas en la estrategia propuesta, se tuvieron en cuenta los 9 grupos de procesos que se explican en la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*, más conocida como PMBOK. Estos grupos de procesos son independientes de los enfoques de las áreas de aplicación o de la industria en la que se utilicen.

Seguidamente se plantea la estrategia propuesta para desarrollar el SIG petrolero.

- **Etapas # 1: Gestión de proyecto**
 1. Conceptualizar el proyecto.
 2. Definir roles y responsabilidades.
 3. Definir los recursos humanos.
 4. Planificar el tiempo de desarrollo.
 5. Capacitar al equipo de trabajo.
- **Etapas # 2: Desarrollo del software**
 6. Adecuar la cartografía base.
 7. Montar la BD Geográfica.
 8. Diseñar la BD Socioeconómica.
 9. Personalizar el sistema.
 10. Probar el funcionamiento del sistema.
 11. Elaborar el manual de usuario.
- **Etapas # 3: Administración del software**
 12. Implantar el sistema.
 13. Ejecutar plan de adiestramiento a los usuarios finales.
 14. Operación y mantenimiento del SIG.

1.2.1 Gestión de proyecto

Para el desarrollo de cualquier proyecto es necesario realizar un control estricto de los recursos humanos y materiales que se utilizan. Organizar y planificar el trabajo de cada uno de los miembros del equipo es un aspecto que influye en la construcción del producto final.

En el planteamiento de la estrategia se tienen en cuenta los aspectos antes planteados. Debido a la importancia que los mismos aportan al desarrollo del proyecto, es necesario analizarlos y proponer una solución que, en este ámbito, facilite el desarrollo de la personalización de GeneSIG para desarrollar el SIG petrolero.

1. Conceptualizar el proyecto

El primer paso en el proceso de desarrollo de software es precisamente alcanzar cierto nivel de conocimientos sobre el problema en cuestión. Para lograr esto es necesario entrar en el entorno de trabajo de los clientes e identificar dicho problema para luego ofrecer una solución.

Durante esta actividad se define la viabilidad del sistema, porque es aquí donde se realiza un análisis del negocio para decidir si se sigue adelante con el proyecto. Para desarrollar este análisis primero hay que delimitar el alcance del sistema propuesto y sus objetivos, tanto desde el punto de vista funcional como del técnico, el primer paso para lograr esto es la comunicación con el cliente.

Lograr una comunicación efectiva entre los usuarios y el equipo del proyecto, así como entre los miembros de este último, con el objetivo de llegar a un entendimiento de lo que hay que hacer, es la clave del éxito en la producción del software. En el caso del SIG petrolero ya fueron identificados los Requerimientos Funcionales del sistema (Ver descripción en [epígrafe 2.5](#)). Este es uno de los aspectos más importantes en el intercambio con los clientes, y aunque ya ha sido definido no debe perderse el contacto y la comunicación con los usuarios.

Durante esta actividad se debe elaborar el *Acta de inicio del proyecto*, documento que indica el comienzo del proyecto y el compromiso de trabajo entre los clientes, en este caso el CEINPET y los miembros del proyecto que responden a la entidad UCI. Este documento debe ser elaborado en conjunto entre los clientes y los desarrolladores o elaborado por una de las partes, pero consultado posteriormente con los interesados, para proseguir a firmar el mismo y comenzar legalmente el desarrollo del proyecto.

2. Definir roles y responsabilidades

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

En el presente epígrafe se definen los roles que trabajan en la personalización de GeneSIG para el desarrollo del SIG petrolero, así como la fase de desarrollo del software en la que intervienen como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Roles que intervienen en la personalización de GeneSIG para desarrollar el SIG petrolero.

Rol	Responsabilidad
Líder de proyecto	Guía y líder del proyecto, responsable de definir, coordinar, facilitar y comunicar las tareas dentro del equipo de proyecto.
Implementador	Encargado de la programación de los servicios y funcionalidades del software.
Diseñador de BD	Encargado de elaborar el diseño de la BD.
Programador de BD	Usa el diagrama entidad-relación para generar el diseño físico de la base de datos. Participa y colabora en la codificación de la capa de acceso a datos.
Diseñador de Interfaz de Usuario	Encargado de diseñar las interfaces con las que interactúa el usuario.
Administrador de Calidad	Se encarga de revisar la documentación y vela que se cumplan en todo momento las normas de calidad establecidas.
Gestor de configuración	Maneja, gestiona y asegura la infraestructura, la gestión documental y la información del Repositorio del Proyecto. Realiza salvadas periódicas de la información del Repositorio.
Analista	Encargado de elaborar el análisis del modelado del software, es quien define los artefactos que se deben realizar para el análisis del software y los construye.

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

Planificador	Encargado de elaborar el cronograma del proyecto y definir el conjunto de tareas que se deben realizar en cada fase del desarrollo del software, se encarga también del cumplimiento de las mismas, y hace un estimado del tiempo de desarrollo.
--------------	--

3. Definir los recursos humanos

Los recursos humanos necesarios para el desarrollo del SIG petrolero se definieron teniendo en cuenta cada uno de los roles que intervienen en el proceso de construcción del software. Es importante aclarar que estos recursos humanos deben estar bien capacitados para llevar a cabo la tarea que se le designe. Estos a su vez podrán ser profesores o estudiantes, en dependencia de lo que decida la dirección del proyecto. En el caso de los estudiantes se aconseja que estos sean de 3ro, 4to o 5to años, debido al mayor grado de preparación que estos poseen. En la tabla 2 se especifican estos recursos humanos.

Tabla 2: Recursos humanos.

Rol	Cantidad de recursos humanos
Líder de proyecto.	1
Planificador.	1
Analista.	2
Diseñador de BD.	1
Programador de BD.	1
Implementador.	4
Administrador de calidad.	1
Gestor de configuración.	1
Diseñador de Interfaz de usuario.	1
Especialista de GeoCuba.	1
Total de Recursos Humanos: 14	

4. Planificar el tiempo de desarrollo

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

En este epígrafe se propone una planificación de las actividades a desarrollar en cada una de las fases de desarrollo de software, para llevar a cabo la construcción del SIG para representar y analizar los objetivos petroleros definidos en el capítulo anterior.

Tabla 3: Cronograma para la personalización de GeneSIG para desarrollar el SIG petrolero.

Fase	Actividad	Duración
Inicio	Organización del personal.	2 días.
	Definir roles y responsabilidades.	2 días.
	Definir ambiente de desarrollo.	1 día.
	Definición del Plan de Capacitación.	2 días.
	Capacitación del equipo de desarrollo.	10 días.
Elaboración	Elaboración del Plan de Desarrollo de Software.	5 días.
	Definición de los elementos de arquitectura de información.	5 días.
	Elaboración del Documento de Arquitectura de Información.	3 días.
	Modelación del Dominio.	5 días.
	Modelación del Sistema.	15 días.
	Elaboración del Glosario de Términos.	2 días.
Construcción	Preparación de los datos geoespaciales.	20 días.
	Elaboración del Documento del Modelo del Diseño.	10 días.
	Implementación de componentes de la Interfaz de Usuario (IU).	5 días.
	Implementación de funcionalidades petroleras.	20 días.
	Diseño de la primera versión del Manual de Usuario.	7 días.
	Implementación de otras funcionalidades	

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

	Implementación de la ayuda del sistema.	7 días.
	Diseño de la primera versión del manual de instalación.	7 días.
	Revisión de Calidad.	10 días.
	Corrección de las No Conformidades de la auditoría Calidad Facultad.	3 días.
	Pruebas del software	
	Pruebas de carga.	2 días.
	Pruebas de seguridad.	2 días.
Transición	Despliegue	
	Montaje de la Base de Datos Cartográfica.	3 días.
	Corrección de errores y reparación de fallos.	15 días.
		Total: 80 días

5. Capacitar al equipo de trabajo

Esta actividad consiste en brindarle al equipo que trabajará en la personalización de GeneSIG para el desarrollo del SIG petrolero una capacitación sobre el negocio a tratar y sobre las herramientas que son utilizadas en el proyecto. En ambos casos la capacitación puede ser llevada a cabo mediante cursos que pueden ser impartidos por los profesionales que posean el conocimiento indicado para ello.

En cuanto al adiestramiento del negocio en cuestión, se puede realizar por un profesional del proyecto o por un especialista del CEINPET. Sin embargo, debido a que el negocio que se trata no es demasiado complejo, puede ser realizado por un profesional del equipo de trabajo. Esta preparación deberán recibirla todos los miembros del proyecto que trabajarán en la personalización de la plataforma.

Se deben informar a todos los implicados en la elaboración del SIG petrolero sobre los requerimientos funcionales y no funcionales que deberá poseer la aplicación. Puesto que estos representan a las necesidades reales de los clientes finales, definidas mediante los objetivos petroleros identificados.

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

Es imprescindible adiestrar al equipo de trabajo en las herramientas y tecnologías que son utilizadas en el proyecto. Todos los desarrolladores deben recibir una capacitación en el lenguaje de programación PHP 5, así como el desarrollo de plugins en CartoWeb y utilización del framework de desarrollo Symfony PHP. Los estudiantes o profesores encargados del trabajo con las interfaces se deberán capacitar en ExtJS y JavaScript. Aquellos que se encarguen de elaborar, diseñar o perfeccionar las BD deberán recibir la preparación en el SGBD PostGreSQL incluyendo la extensión PostGIS que este ofrece. A continuación se ofrece la tabla 4 con la propuesta de los cursos que se deberán impartir.

Tabla 4: Propuesta de capacitación del equipo de trabajo del proyecto.

Tema	Modalidad	Aseguramiento
Negocio petrolero.	Teórica.	1 Profesor o un especialista del CEINPET.
PHP 5.	Práctica.	2 Profesores. 1 Laboratorio.
Desarrollo de plugins en CartoWeb.	Práctica.	1 Profesor. 1 Laboratorio.
ExtJS.	Práctica.	1 Profesor. 1 Laboratorio.
JavaScript.	Práctica.	1 Profesor. 1 Laboratorio.
PostGreSQL/PostGIS.	Práctica.	2 Profesores. 1 Laboratorio.

1.2.2 Desarrollo del Software

La fase de construcción de un software es una de las más importantes y complejas. Durante el transcurso de esta se implementan las funcionalidades petroleras que deberá brindar el software y se elabora la cartografía base y el diseño de las BD que utilizará el sistema para su funcionamiento. Estas acciones permiten obtener una versión funcional del producto, por lo que es importante que sean desarrolladas con éxito.

Una vez terminado el SIG deberá ser sometido a un proceso de prueba, con el objetivo de poner en manos de los usuarios finales un sistema lo más completo y eficiente posible. Por último se deberán elaborar los manuales de usuario, así como las normas de procedimiento y uso del sistema para facilitar la interacción de los clientes con la aplicación.

6. Adecuar la cartografía base

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

En el diseño de la cartografía base intervienen los especialistas de GeoCuba que trabajan en conjunto con los estudiantes y profesores en el desarrollo del proyecto. El CEINPET ya cuenta con una cartografía base, sobre la cual se representan los objetivos petroleros correspondientes.

A pesar de las ventajas que representa obtener la cartografía previamente elaborada, esta puede presentar problemas principalmente de actualización, formatos y/o calidad. Por los motivos anteriormente expuestos es preciso revisar dicha base cartográfica y realizar las correcciones pertinentes.

La corrección es el proceso mediante el cual se eliminan errores de digitalización de la información temática y mediante la edición se garantiza que la información descriptora que se encuentra en los ficheros se muestre de forma gráfica, facilitando la interpretación del fenómeno representado.

Para corregir los posibles errores que existan lo primero que se debe realizar es revisar la calidad de las imágenes, su vectorización y determinación correcta de los elementos del terreno. Esto permitirá, entre otras cuestiones, que no existan errores en la ubicación de los objetos sobre el mapa.

Otro de los elementos que se debe examinar es la georreferenciación. Mediante la misma se referencia a la superficie terrestre una imagen raster o cualquier otra representación vectorial del terreno, o lo que en este caso es lo mismo, se verifica que el sistema de coordenadas esté correcto.

El proceso de corrección de los datos puede ser realizado con ayuda de un SIG de la siguiente forma:

- Se cargan los datos cartográficos correspondientes (capas).
- Se chequean los sistemas de coordenadas y sistemas de proyecciones.
- Se rectifica la información descriptora, elementos poligonales, la vectorización e intersecciones de objetos geográficos.
- Se adecuan los símbolos convencionales establecidos.
- Se guardan los cambios realizados.

Al concluir estos procesos de corrección, revisión y actualización se obtiene una base cartográfica digital organizada por capas según el contenido del mapa, con una representación del terreno mediante líneas, puntos y áreas.

7. Montar la BD Geográfica

A partir de la información cartográfica rectificadas se procede a realizar el montaje de la BD que contiene el almacenamiento de los objetos referenciados, en este caso haciendo uso de la extensión PostGIS que ofrece PostgreSQL. Para esta operación de transformación y carga de los datos, conocida técnicamente como Extract, Transform and Load (Extraer, Transformar y Cargar, frecuentemente abreviado a ETL), se recomienda el uso de un SIG de escritorio como QGIS o MapInfo, los cuales brindan un conjunto de herramientas de poca complejidad y con alto grado de exactitud para estas operaciones.

8. Diseñar la BD Socioeconómica

Durante esta actividad se realiza el diseño físico de la BD que contendrá la información socioeconómica. Para el caso del SIG petrolero el CEINPET cuenta con dicha BD, pero la misma está elaborada en el Sistema Gestor de BD (SGBD) Microsoft Access. Por lo que se deberá realizar una migración a PostgreSQL para adaptarla a las herramientas que utiliza la Plataforma GeneSIG.

Diagrama de la BD

A continuación se presenta en la figura 2 el diagrama de la BD socioeconómica, donde se muestran las tablas que la componen y las relaciones entre ellas.

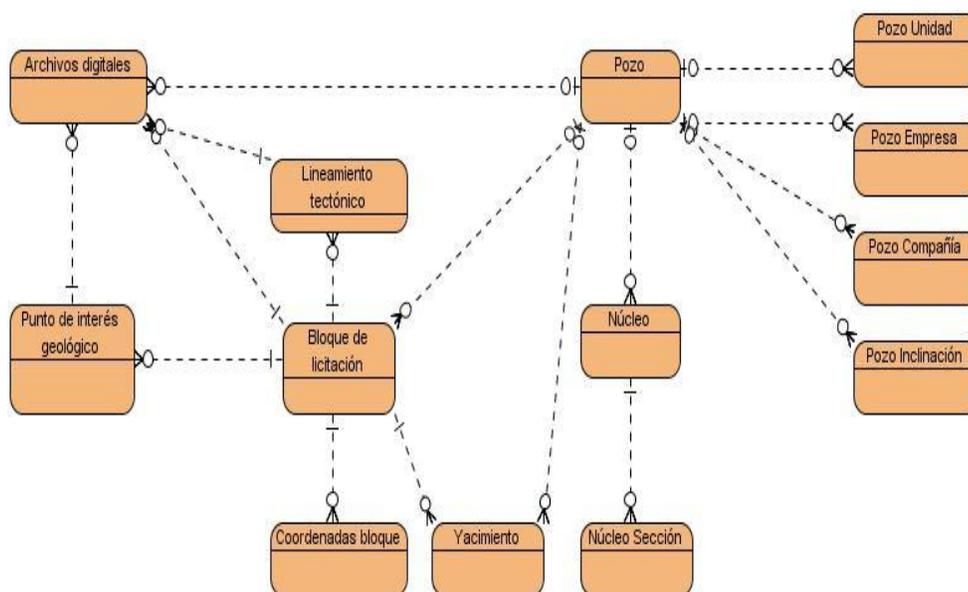


Figura 2: Diagrama de la BD.

9. Personalizar el sistema

En esta actividad se adaptan las funcionalidades de GeneSIG que serán complementos del SIG petrolero y se implementan las nuevas funcionalidades definidas (Véase descripción en [epígrafe 2.5](#)). El desarrollo debe partir desde la versión estable de la plataforma y se asegurará el ambiente de desarrollo de acuerdo a las especificaciones técnicas del equipo de proyecto. Se deberá registrar igualmente el proceso de configuración, de normativas, mitigación de riesgos y planificación por los lineamientos de trabajo establecidos.

- **Arquitectura de información propuesta**

La interfaz del SIG petrolero tendrá similitud arquitectónica con GeneSIG, pero los elementos de interacción serán de menor complejidad para los usuarios de acuerdo al acoplamiento de la información a manejar. El diagrama de interacción de cada módulo estará determinado por la agrupación de las funcionalidades, las específicas requieren el diseño de nuevas interfaces y nuevos modelos de uso.

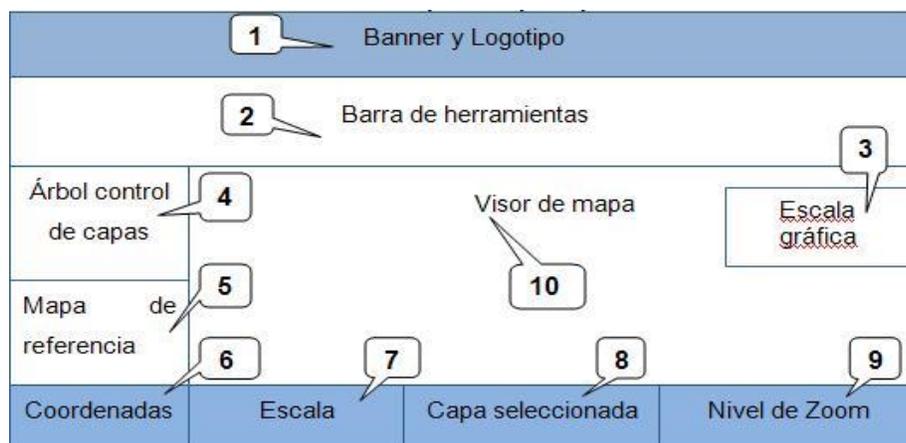


Figura 3: Diseño de la pantalla principal del sistema.

1. **Banner y Logotipo:** Ubicación de un banner realizado para la aplicación y del logotipo de la misma.
2. **Barra de herramientas:** Siempre presente en la aplicación, permite el acceso a cada una de las funcionalidades del sistema a través de iconos representativos.
3. **Escala gráfica:** Permite visualizar y ocultar la escala gráfica sobre el mapa.
4. **Árbol de capas:** Permite el control de las capas del mapa. Permite al usuario visualizar u ocultar capas.

5. **Mapa de Referencia:** Es un mapa guía en la aplicación, esto garantiza que el usuario navegue por el mapa con mayor facilidad y sin perder la referencia de dónde se encuentra en cada acción. Esta funcionalidad puede ser visualizada u ocultada.
 6. **Coordenadas:** Muestra las coordenadas referentes a la posición del mouse en el mapa, de acuerdo siempre a la proyección en que se encuentre el mismo.
 7. **Escala:** Visualiza la escala a la que se encuentra el mapa, permitiendo a la vez cambiar dicha escala y observar el resultado en el visor de mapas.
 8. **Capas Seleccionadas:** Muestra las capas que se encuentran seleccionadas para ser consultadas.
 9. **Nivel de Zoom:** Esta opción muestra la distancia expresada en metros existente entre el punto más izquierdo de la porción de mapa que se muestra en el visor y el más derecho; esto varía en correspondencia con el nivel de Zoom que se haga.
 10. **Visor de Mapas:** Área dónde se visualiza el mapa y sobre la cual se opera a través de las diferentes funcionalidades.
- **Propuesta de interfaz para las funcionalidades petroleras:** Las funcionalidades petroleras se adecuarán en interfaces acopladas al esquema general.

Consultar objetivo petrolero

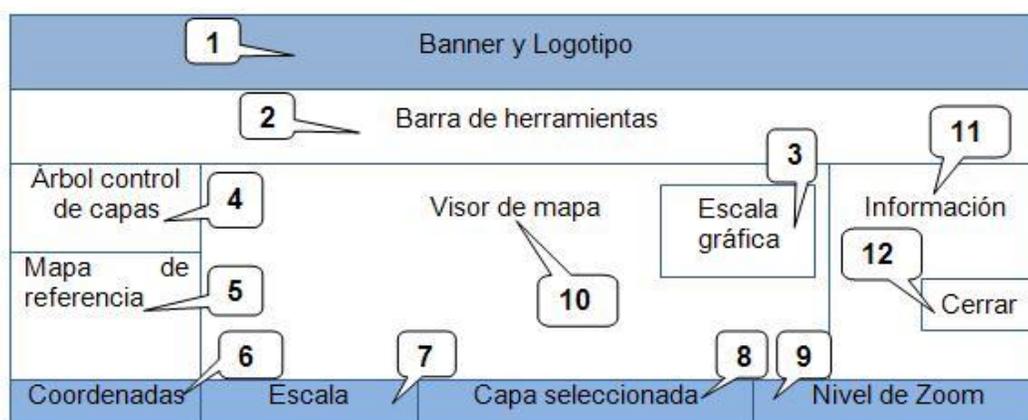


Figura 4: Diseño de interfaz para la funcionalidad Consultar objetivo petrolero.

11. **Información:** Muestra los campos con los datos referentes al objetivo petrolero consultado.
12. **Cerrar:** Permitirá al usuario cerrar la ventana que muestra la información del objetivo consultado.

Gestionar objetivo petrolero

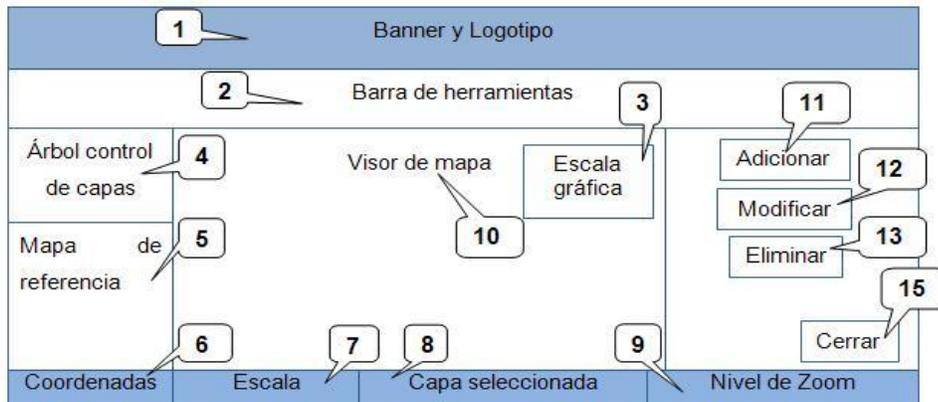


Figura 5: Diseño de interfaz para la funcionalidad Gestionar objetivo petrolero.

- 11. **Adicionar:** Permite adicionar sobre el mapa un nuevo objetivo petrolero. Cuando el usuario elija esta opción se debe mostrar una ventana que permita seleccionar el objetivo que desea adicionar y en dependencia de esta selección se mostrará una ventana con los datos que debe introducir.
- 12. **Modificar:** Permite modificar la información asociada a un objetivo petrolero. Cuando el usuario seleccione esta funcionalidad el sistema debe desplegar una lista de todos los objetivos petroleros para permitir seleccionar el que se desea modificar.
- 13. **Eliminar:** Permite eliminar un objetivo petrolero. Como en el caso anterior, el sistema muestra una lista con los objetivos petroleros para permitir seleccionar el que se desea eliminar.
- 14. **Cerrar:** Permitirá al usuario cerrar la ventana.

Adicionar

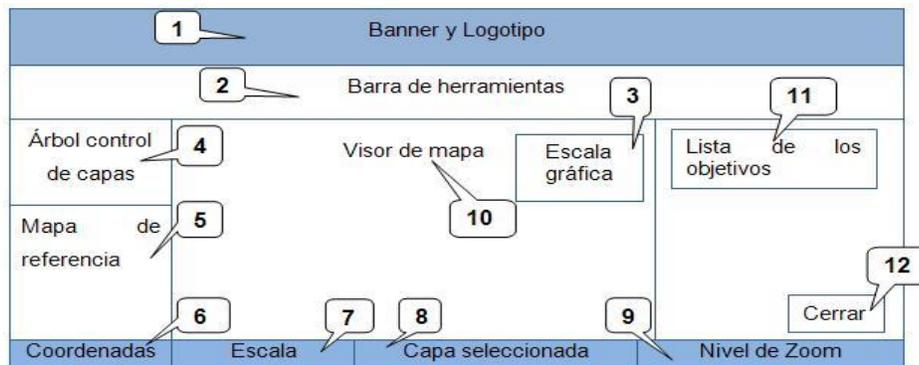


Figura 6: Propuesta de interfaz para la opción Adicionar.

11. **Lista de los objetivos petroleros:** Muestra una lista con los objetivos petroleros que se pueden adicionar sobre el mapa. Una vez seleccionado uno de ellos se muestran los campos de la información que debe ser introducida. La interfaz del sistema para esta opción es:

En la figura 7 se indica la propuesta de interfaz para introducir la información del objetivo petrolero.

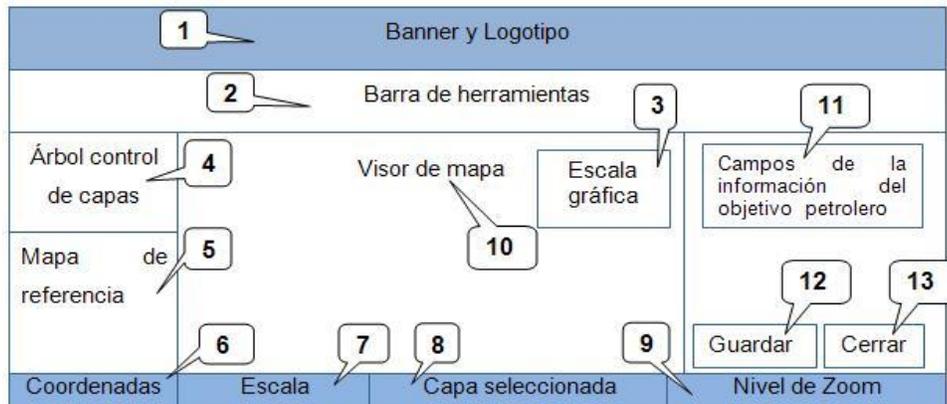


Figura 7: Propuesta de interfaz para introducir la información del objetivo petrolero que se desea adicionar.

11. **Campos de la información del objetivo petrolero:** Se muestran los campos de la información que debe ser introducida. Además el sistema debe permitir al usuario ubicar sobre el mapa el objetivo petrolero.
12. **Guardar:** Esta funcionalidad permite al usuario guardar los cambios realizados sobre los objetos del mapa y visualizar el estado final de este con los cambios incluidos.

Modificar y Eliminar: En caso de que el usuario seleccione las opciones modificar o eliminar, la interfaz del sistema quedaría como se muestra en la figura 8.

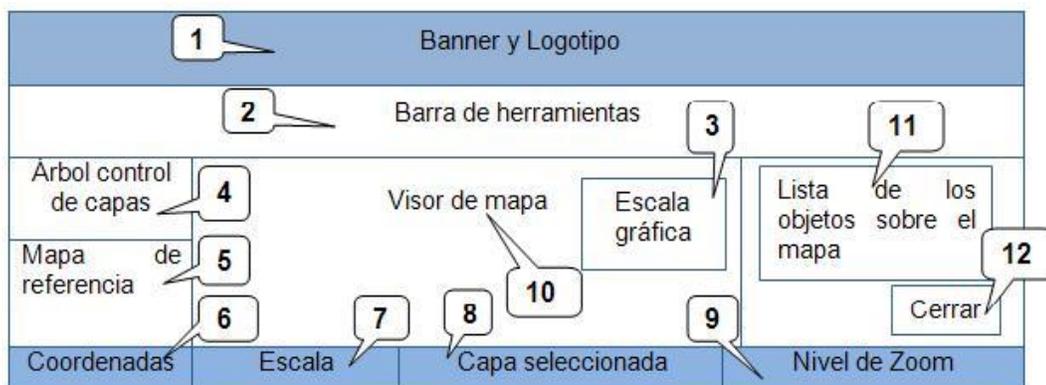


Figura 8: Interfaz propuesta para las opciones modificar y eliminar.

11. **Lista de los objetos sobre el mapa:** Muestra una lista de los objetos que se encuentran sobre el mapa.

Específicamente para la opción modificar, luego de seleccionar el objetivo petrolero al que se le va a actualizar la información, el sistema muestra una interfaz similar a la mostrada en la *Figura 7*.

En caso de que la opción seleccionada sea eliminar la figura 9 muestra la interfaz.

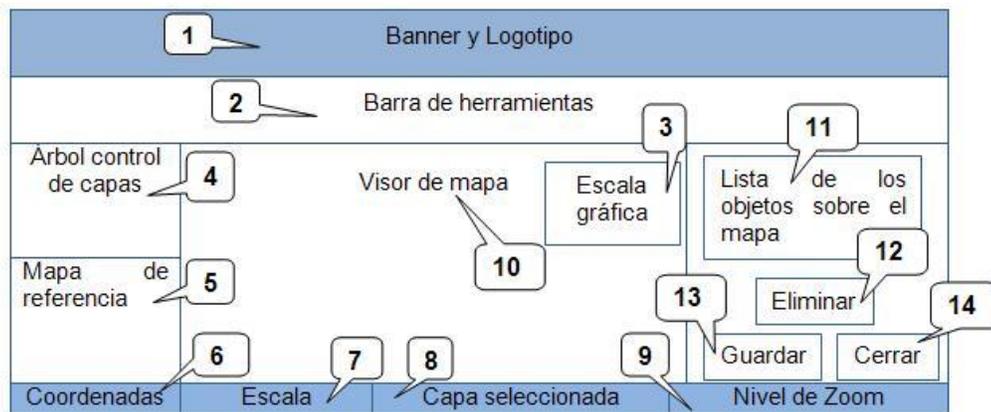


Figura 9: Interfaz propuesta para la opción eliminar.

12. **Eliminar:** Elimina el objetivo petrolero seleccionado.

13. **Guardar:** Guarda los cambios realizados y los muestra sobre el mapa.

Tematizar mapa

En la figura 10 se indica la interfaz de la funcionalidad tematizar mapa.

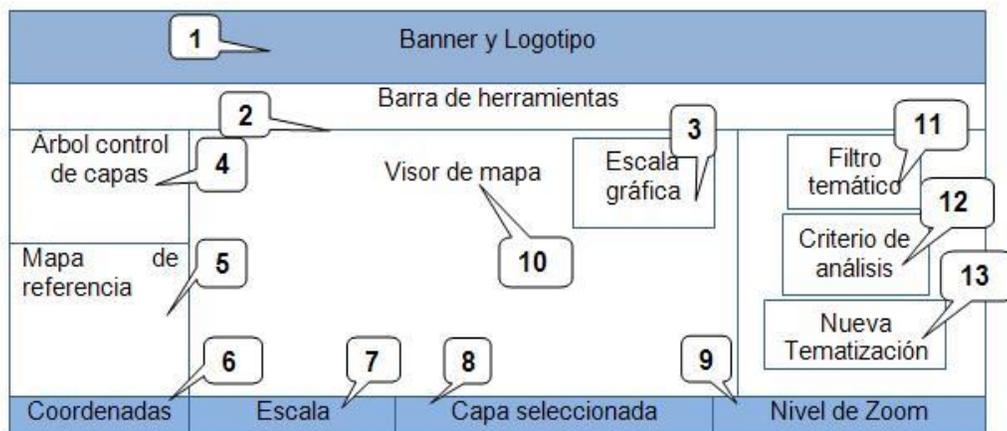


Figura 10: Diseño de interfaz para la funcionalidad Tematizar Mapa.

11. **Filtro temático:** Permite al usuario seleccionar los temas por los que puede tematizar el mapa.
12. **Criterio de análisis:** Permite seleccionar un criterio de análisis para graficar sobre el mapa. Este se selecciona en dependencia del filtro temático seleccionado.
13. **Nueva tematización:** Permite al usuario realizar una nueva tematización, por lo que si el usuario selecciona esta opción se deberá permitir a este seleccionar nuevamente los datos anteriores.

Una vez seleccionadas las funcionalidades 11 y 12, se deberá mostrar en el lugar donde se encontraban ubicadas ambas opciones la leyenda correspondiente a la tematización del mapa. La misma debe ilustrar el tema y el criterio seleccionado por el usuario para la tematización. Por tanto, el diseño correspondiente para este caso es el mostrado en la figura 11.

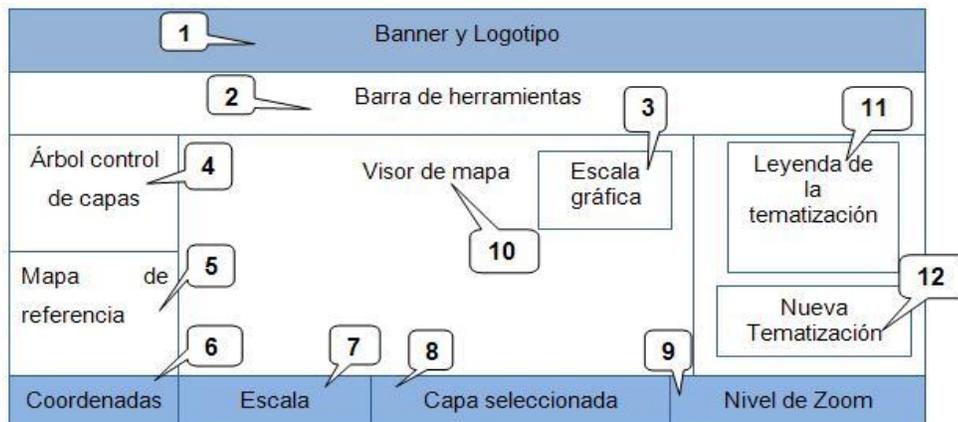


Figura 11: Diseño de interfaz para mostrar la leyenda del mapa tematizado.

10. Probar el funcionamiento del sistema

En este paso se verifica si el sistema funciona correctamente, se prueban las potencialidades y bondades del mismo, y entre otras cosas se comprueba si se ajusta a las necesidades de información establecidas.

En lo primero que se debe pensar para realizar el proceso de pruebas es en elaborar el Plan de Pruebas, donde los principales elementos a tener en cuenta para esto son:

- Definir los recursos del sistema.
- Definir los requerimientos que serán sometidos al proceso de pruebas y realizar el diseño de los casos de prueba.

- Definir el cronograma de las pruebas.

Recursos del sistema

En este aspecto se definen los recursos que son necesarios para que el sistema funcione correctamente. Para la elaboración de estos se deben tener en cuenta los Requerimientos No Funcionales de Hardware y de Software (Véase descripción en epígrafe 2.5).

Requerimientos y Diseño de los Casos de Prueba

Es importante definir cuáles son los Requerimientos Funcionales a los que se les realizará las pruebas. En el caso del SIG petrolero estos requerimientos son:

RF7: Consultar objetivo petrolero.

RF19: Gestionar objetivo petrolero.

RF20: Tematizar mapas.

Una vez definidos los requerimientos a probar se procede a elaborar los diseños de los Casos de Prueba. Estos se realizan con el objetivo de conocer los defectos y dificultades detectadas, para proseguir a darles solución y poder contar con un sistema totalmente eficiente. Consiste específicamente en proporcionar valores al sistema para conocer la respuesta de este y el resultado de la prueba. En el desarrollo de este proceso se debe tener en cuenta todos los escenarios presentes en cada uno de los requerimientos sometidos al proceso de pruebas.

11. Elaborar el manual de usuario

En este punto se debe recordar que la Plataforma GeneSIG ya cuenta con un manual de usuario. Conociendo que durante el desarrollo del SIG petrolero se agregan funcionalidades específicas al sistema, se puede utilizar este documento existente y enriquecerlo agregando la información asociada a las funcionalidades concretas del sistema personalizado.

Se recomienda además que este manual sea elaborado a lo largo de todo el proceso de construcción del software. Conviene que contenga un lenguaje entendible por personas que posean conocimientos básicos en la utilización de tecnologías informáticas, y que ilustren de manera sencilla y concreta las funciones que se pueden desarrollar con el sistema.

El documento debe contener un resumen que explique brevemente los objetivos del sistema desarrollado. Debe orientar al usuario sobre las expectativas del software, posibilidades, alcance, ventajas de su uso y una descripción general que explique en esencia las funcionalidades del SIG.

También debe contener la información asociada a cada una de las funcionalidades del SIG. Una breve descripción de cada una de ellas, las acciones que permiten realizar, así como imágenes que faciliten al usuario la comprensión del funcionamiento de cada una de estas y de la plataforma en general.

1.2.3 Administración del software

El proceso de administración del software, no por ser el último deja de tener importancia, puesto que define parte de la calidad del software desarrollado. Es imprescindible dedicar parte del tiempo de desarrollo del software para llevar a cabo las actividades que en esta etapa se definen si se pretende obtener un sistema fiable, seguro, y con un alto grado de aceptación por parte de los usuarios.

La esencia del desarrollo de un software no se centra solamente en la implementación de sus funcionalidades, también es importante dedicar esfuerzo y tiempo de trabajo a la etapa posterior a su construcción. Una vez terminado este se deberá realizar el proceso de implantación en las computadoras de los clientes que lo van a utilizar y realizar un mantenimiento sistemático para contribuir al buen funcionamiento del mismo.

Para que los usuarios finales puedan comunicarse y utilizar correctamente el software es necesario proporcionarles un adiestramiento que les indique las principales cuestiones que deben tener en cuenta para su manejo. Esto se realiza con el objetivo de facilitar a los usuarios el trabajo con el sistema, puesto que no todos dominan y tienen los conocimientos básicos sobre la tecnología SIG.

12. Implantar el sistema

Para lograr la instalación y puesta en marcha del sistema desarrollado en las computadoras de los clientes es necesario que se trasladen hasta el CEINPET al menos 3 miembros del proyecto encargados de realizar esta tarea. Se debe tener en cuenta para realizar esta tarea los Requerimientos No Funcionales de Hardware y de Software (Véase descripción en epígrafe 2.5), puesto que definen las características que deben poseer tanto los servidores como las computadoras de los clientes para que el sistema funcione correctamente.

13. Ejecutar plan de adiestramiento a los usuarios finales

Con el fin de facilitar a los usuarios finales el trabajo con la herramienta se elabora un plan que contempla la enseñanza del manejo del SIG elaborado. Este adiestramiento debe ser impartido por miembros del proyecto GeneSIG que hayan participado en el desarrollo del SIG petrolero. Como máximo pueden ser dos miembros del equipo de trabajo, y se debe organizar esta capacitación en el CEINPET, con el objetivo de evitar la transportación de los clientes.

Este plan de adiestramiento debe ser planificado con cuidado, para definir claramente el entrenamiento que deben recibir los usuarios sobre las funcionalidades del sistema. Es importante que durante el desarrollo de este los usuarios interactúen directamente con la aplicación, o sea, la capacitación que reciban debe ser de manera práctica y no teórica.

14. Operación y mantenimiento del SIG

Dentro de los requerimientos no funcionales de soporte del SIG petrolero se define que se debe acordar entre el equipo de desarrollo y los clientes sobre el tiempo en que se le dará mantenimiento a la aplicación. Esto es muy importante para lograr un funcionamiento totalmente correcto del software. Además en caso de que ocurran errores pueden ser detectados y solucionados por los involucrados y permitir a los usuarios continuar utilizando el sistema.

La cartografía será actualizada de manera anual, de acuerdo a los cambios que ocurran sobre el mapa base. En caso que sea necesaria una actualización antes de este tiempo, los usuarios son los encargados de solicitarla y llegar a un acuerdo con los especialistas de GeoCuba, involucrados en el desarrollo del SIG petrolero.

1.3 Documentación del proyecto

Todos los proyectos desarrollados en la UCI cuentan con un *Expediente de proyecto* que es una carpeta que contiene todos los documentos, diagramas ingenieriles, código fuente e información referente a la gestión de proyecto y al proceso de instalación, soporte y pruebas del sistema.

Durante el transcurso de las actividades definidas dentro de la estrategia, se deben generar los documentos y artefactos correspondientes a la fase del desarrollo del software en la que se encuentre el sistema.

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

En este epígrafe se brinda la estructura del *Expediente de proyecto* del SIG petrolero. Debido a que este sistema se desarrollará mediante la personalización de la Plataforma GeneSIG existen elementos del expediente que sólo se modificarán y otros que no. Seguidamente se muestran los diagramas que ilustran la estructura de las carpetas que lo componen, en los mismos aparecen en color azul las carpetas de ubicación de la información y en color naranja los documentos que se deben modificar.

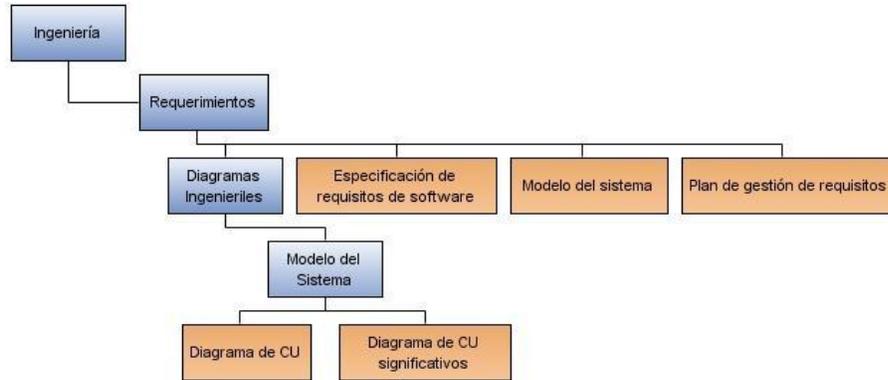


Figura 12: Estructura del expediente de proyecto. Carpeta de Ingeniería/Requerimientos.

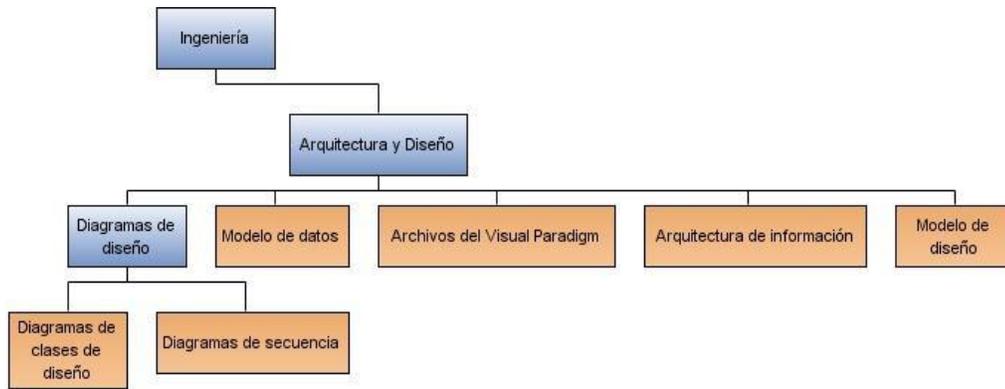


Figura 13: Estructura del expediente de proyecto. Carpeta de Ingeniería/Arquitectura y Diseño.

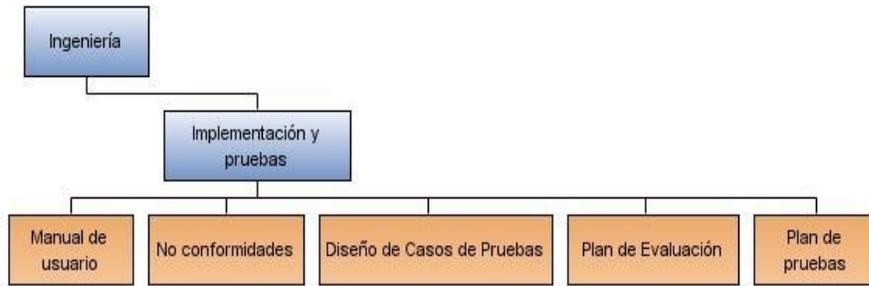


Figura 14: Estructura del expediente de proyecto. Carpeta de Ingeniería/Implementación y pruebas.



Figura15: Estructura del expediente de proyecto. Carpeta de Gestión de proyecto.



Figura 16: Estructura del expediente de proyecto. Carpeta de Soporte.

1.4 Diagrama de las actividades que conforman la propuesta final

A continuación se muestra en la figura 17 un diagrama que indica el flujo de las actividades definidas como parte de la estrategia propuesta.

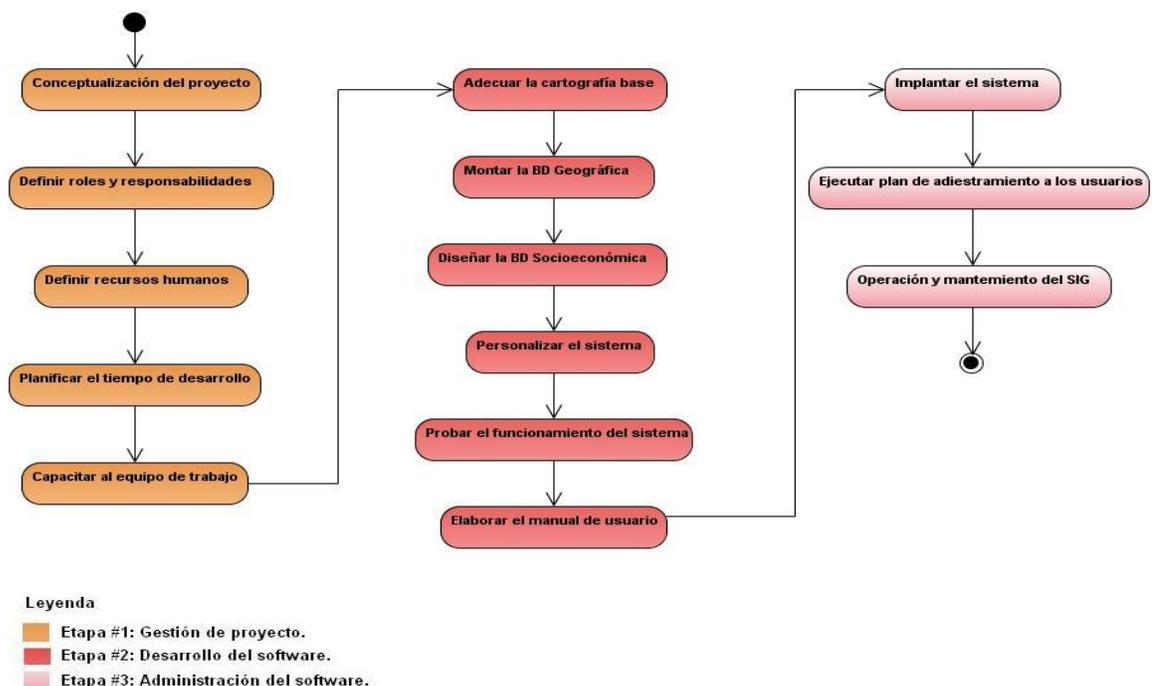


Figura 17: Diagrama de las actividades de la estrategia propuesta.

1.5 Validación de la estrategia propuesta

Para la validación de la estrategia propuesta se utiliza la opinión de algunos expertos seleccionados según el rol de trabajo que desempeñan tanto en el proyecto GeneSIG como en el Polo Productivo PetroSoft. El método que se utiliza es el de la preferencia, donde se le entrega a cada experto la investigación realizada y el cuestionario con los criterios de validación para conocer el peso relativo de cada uno. Este peso debe estar en una escala del 1 (valor mínimo) al 10 (valor máximo). A continuación se muestra la secuencia de pasos a seguir.

1. Criterios de evaluación: Se elaboran los criterios de evaluación que serán entregados a los expertos en los cuestionarios correspondientes. Cada criterio se denota con la letra C y un número que lo identifica.

C1: Valor científico de la investigación.

C2: Calidad de la investigación.

C3: Nivel de actualidad de las herramientas y metodologías.

C4: Facilidad de entendimiento de la estrategia propuesta.

C5: Satisfacción de las necesidades de los desarrolladores.

C6: Satisfacción de las necesidades de los clientes.

C7: Viabilidad de empleo de la estrategia propuesta.

C8: Necesidad de empleo de la estrategia propuesta.

2. Elección de expertos: Cada experto se denota con la letra E y un número que lo identifica.

E1: Dr. Osvaldo Rodríguez Morán (Subdirección de Exploración del CEINPET).

E2: Ing. Nilberto C. Chávez Márquez (Analista del Polo Productivo PetroSoft).

E3: Ing. Armando Ortiz Cabrera (Analista del Polo Productivo PetroSoft).

E4: Ing. Abdiel Cruz Robaina (Líder del proyecto Aplicativo GeneSIG).

E5: Ing. Romanuel Ramón Antúnez (Programador del proyecto GeneSIG).

E6: Ing. Armando Batista Piñeda (Programador del proyecto GeneSIG).

E7: Ing. Antonio Membrides Espinosa (Arquitecto del proyecto GeneSIG).

3. Determinar la competencia de los expertos: Esta se determina por el coeficiente K, el cual se calcula según la fórmula siguiente:

$$K = (Kc + Ka)/2$$

Donde:

Kc : Se calcula promediando los valores de cada criterio de evaluación y multiplicándolos por 0.1.

Ka : Coeficiente de fundamentación de los criterios del experto, calculado como la suma de los puntos alcanzados a partir de la Tabla 9 del Anexo 1.

De tal modo que:

- $0.8 < k \leq 0.1$ entonces K es Alto (A), por tanto el experto tiene competencia alta.
- $0.7 \leq k \leq 0.8$ entonces K es Medio (M), luego el experto posee competencia media.

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

- $0.5 \leq k < 0.7$ entonces K es Bajo (B), el experto posee competencia baja.

La tabla 5 muestra los valores del coeficiente K obtenidos para cada experto y la evaluación de su confiabilidad para el tema abordado.

Tabla 5: Coeficiente de competencia entre los expertos.

Experto	Valor del coeficiente de competencia (K)	Evaluación
E1	0.9	Competencia Alta.
E2	0.9	Competencia Alta.
E3	0.8	Competencia Media.
E4	0.9	Competencia Alta.
E5	0.9	Competencia Alta.
E6	0.9	Competencia Alta.
E7	0.9	Competencia Alta.

2. Valores otorgados por los expertos: Para ejecutar el método de preferencia se utiliza la tabla 6 que muestra los valores de las evaluaciones otorgadas por los expertos a cada criterio empleado.

Tabla 6: Valores asignados por los expertos a cada criterio de evaluación.

Experto	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	n
E1	9	10	10	10	10	10	9	9	77
E2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
E3	8	9	10	9	9	9	10	9	73
E4	8	9	9	10	9	9	7	7	68
E5	0	10	10	10	10	10	9	9	68
E6	10	10	10	10	10	10	8	8	76
E7	9	9	10	10	10	10	8	8	74
m	54	67	69	69	68	68	61	60	516

3. Calcular el grado de concordancia de los expertos: A partir de los valores de la tabla anterior se crea la tabla 7 donde se asigna la puntuación de la siguiente forma:

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

La valoración se realiza por filas asignando el primer valor de rango a la menor evaluación, si aparece repetido el mismo valor, se suman los lugares de las posiciones que tiene el valor y se dividen entre la cantidad de valores iguales que existen.

- El primer valor es 9 y aparece 3 veces en la fila 1, por tanto:

$$\frac{1 + 2 + 3}{3} = 2$$

- El segundo valor es 10 y se repite 6 veces en la fila 1, por tanto:

$$\frac{4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9}{6} = 6.5$$

- El tercer valor es 8 y aparece 1 vez en la fila 3, por tanto:

$$\frac{10}{1} = 10$$

- El cuarto valor es 7 y se repite 2 veces en la fila 4, por tanto:

$$\frac{11 + 12}{2} = 11.5$$

- El quinto valor es 0 y aparece 1 vez en la fila 5, por tanto:

$$\frac{13}{1} = 13$$

El grupo de concordancia entre todos los expertos para todas las preguntas se calcula mediante el coeficiente de concordancia de Kendall, para ello se asigna un rango a cada evaluación dada por el experto i a la pregunta j . Si el experto usa la misma categoría para más de una pregunta, el rango será igual a la media aritmética de las posiciones que deben ser otorgadas.

Tabla 7: Orden de los rangos de puntajes ligados.

Experto	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
E1	2	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	2	2
E2	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
E3	10	2	6.5	2	2	2	6.5	2
E4	10	2	2	6.5	2	2	11.5	11.5

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

E5	13	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	2	2
E6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	10	10
E7	2	2	6.5	6.5	6.5	6.5	10	10
Rj	50	32	41	41	36.5	36.5	48.5	44

Con los resultados obtenidos en la tabla anterior se suman todos los Rj y de esa suma se obtiene Sj.

$$S_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} = 329.5$$

Donde:

R_{ij}: Es el rango asociado a la evaluación del experto i a la pregunta j.

$$\bar{s} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n} = \frac{329.5}{7} = 47.07$$

El resultado de la suma de rangos iguales, llamado también observaciones ligadas que ofreció el experto i para las preguntas, se calcula mediante el Factor de Corrección:

$$T_i = \frac{\sum_{i=1}^r (t^3 - t)}{12}$$

Donde:

r: Es el número de grupos con rangos iguales para el experto i.

Si todas las evaluaciones del experto i son diferentes, el valor de T_i es cero, por tanto:

$$E1: T_1 = 12.16 \quad E2: T_2 = 42.41 \quad E3: T_3 = 10.6 \quad E4: T_4 = 5.5$$

$$E5: T_5 = 10.6 \quad E6: T_6 = 18.16 \quad E7: T_7 = 5.9$$

El coeficiente de concordancia de Kendall se calcula como:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} = \frac{12 \times 329}{7^2 (8^3 - 8) - 7 \times 105.33} = 0.2$$

Donde:

m: Es la cantidad de expertos.

n: Es la cantidad de criterios de validación.

El valor de este coeficiente indica el grado de asociación entre K variables semejantes y la compatibilidad de los expertos. El valor obtenido se evalúa según la tabla 8.

Tabla 8: Evaluación de la compatibilidad de los expertos según el coeficiente de Kendall.

Valor del coeficiente de Kendall	Relación
$0 \leq W < 0.2$	Despreciable
$0.2 \leq W < 0.4$	Baja o ligera
$0.4 \leq W < 0.6$	Moderada
$0.6 \leq W < 0.8$	Sustancial o marcada
$0.8 \leq W \leq 1$	Alta o muy alta

En este caso el valor de 0.2 indica que existe concordancia ligera entre los expertos.

4. Calcular la prueba de significación para W: Se realiza calculando el estadígrafo Chi cuadrado mediante la fórmula:

$$X^2 = m(n - 1)W = 8(7 - 1)0.2 = 9.8$$

Se busca el valor de Chi cuadrado en la Tabla 10 del Anexo 1.

$$Df = n - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$X^2_{(7,0.001)} = 24.58$$

Se cumple que $X^2_{(7,0.001)} > X$, por tanto los resultados de la evaluación de la estrategia son confiables, implicando que los 7 expertos concuerdan en su efectividad y posibilidad de aplicación.

Con una selección de 7 expertos el error de la evaluación es del 10 %, por tanto la confiabilidad del criterio emitido por los expertos es del 90 %. Luego de un análisis de la evaluación se observan los siguientes resultados:

- El valor científico de la investigación es del 77.14 %.
- La calidad de la investigación es del 95.71 %.
- El nivel de actualidad de las herramientas y metodologías es del 98.6 %.
- La facilidad de entendimiento de la estrategia propuesta es del 98.6 %.

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

- La satisfacción de las necesidades de los desarrolladores es del 97.14 %.
- La satisfacción de las necesidades de los clientes es del 97.14 %.
- La viabilidad de empleo de la estrategia propuesta es del 87.14 %.
- La necesidad de empleo de la estrategia propuesta es del 85.71 %.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente se concluye que la estrategia propuesta posee una alta calidad científica. Además las metodologías y herramientas empleadas en su desarrollo cuentan con un alto nivel de actualidad. La misma satisface en gran medida las necesidades de los clientes y de los desarrolladores que laborarán en la personalización de GeneSIG y se considera que es fácilmente comprensible para el personal que labora en el proyecto. La necesidad de empleo de esta estrategia es alta, debido a las ventajas que ofrece para lograr la personalización del sistema, por lo que se considera viable aplicarla para llevar a cabo el desarrollo del SIG petrolero.

3.6 Conclusiones parciales

Durante el desarrollo de este capítulo se realizó el planteamiento de la estrategia que se propone para guiar el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG para implementar el SIG petrolero. El planteamiento de esta solución trae asociadas muchas ventajas para facilitar el trabajo al equipo de desarrollo del proyecto. Se pueden citar algunas: especificidad de las tareas que se deben desarrollar para lograr la personalización del sistema, organización y planificación del trabajo a desarrollar, orden de las actividades que se deben llevar a cabo, entre otras.

Se presentó la estructura del Expediente de Proyecto del sistema personalizado con el objetivo de indicar al equipo de desarrollo los documentos que deben ser modificados y los que deben ser elaborados por completo. Esto facilita a los encargados el trabajo con la documentación asociada al desarrollo del sistema.

Se realizó la validación de la estrategia propuesta. Para ello se elaboró un comité de expertos, los cuáles emitieron sus criterios respecto a una serie de aspectos de evaluación. Esto sirvió para conocer algunos temas sobre la solución propuesta. Una vez realizada la validación se concluyó que la investigación realizada posee una buena calidad científica. Las metodologías y herramientas empleadas en la solución de la estrategia son actuales y novedosas, lo que hace que ésta también lo sea. Las necesidades de

Capítulo 3: Estrategia propuesta y validación

clientes y desarrolladores quedan satisfechas, por tanto se soluciona uno de los problemas más comunes en el desarrollo de aplicaciones informáticas.

CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación científica se realizan las siguientes conclusiones:

- Con el desarrollo de una estrategia que guíe el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG se logra contar con una guía directa del trabajo que deben realizar los miembros del proyecto.
- Con la correcta aplicación de la estrategia propuesta se logra el ajuste del producto final a las necesidades reales del cliente, además de lograr la disminución del tiempo y esfuerzo de desarrollo así como consistencia y facilidad en el trabajo de cada uno de los integrantes del proyecto.
- El planteamiento de la estructura del Expediente de Proyecto del sistema personalizado indica al equipo de desarrollo los documentos que deben ser modificados y los que deben ser elaborados por completo, por lo que se agiliza y facilita el trabajo a los encargados de elaborar la documentación.
- La investigación brinda los conocimientos de soporte necesarios sobre la etapa de exploración petrolera que deben conocer los desarrolladores del sistema.
- La investigación refleja claramente los requerimientos funcionales y no funcionales del SIG petrolero, lo que garantiza el enfoque del trabajo a desarrollar.
- La evaluación de la estrategia por parte del comité de expertos seleccionado determinó que esta posee la calidad científica requerida para su posterior aplicación.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar la estrategia para el desarrollo del SIG petrolero en el Proyecto GeneSIG.
2. Continuar la investigación para abordar no sólo la etapa de exploración petrolera, sino también las demás etapas ligadas a los procesos del desarrollo petrolero que puedan ser representadas por un SIG.
3. Aplicar la estrategia propuesta no sólo al negocio petrolero, sino a cualquier negocio que posibilite la personalización de la Plataforma GeneSIG.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Echeverría. 2007. ¿Qué es un SIG?.

Disponible en: <http://www.navactiva.com/web/es/descargas/pdf/atic/sig1.pdf>

2. Escartín Sauleda, Dr. Ing. Emilio R.. 2002. La Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica en el Contexto de la Exploración Petrolera. Disponible en: <http://espejos.unesco.org.uy/simplac2002/Ponencias/Geom%E1tica%202002/GE059.doc>

3. Mintzberg, Henry. 1993. El proceso estratégico conceptos y casos. México. Disponible en:

http://www.bdp.org.ar/facultad/catedras/cp/tecadm/MInztbeg_Las%20cinco%20ps%20de%20la%20estrategia.pdf

4. Fernández Guerra, Yadira. 2009. Diseño de la plataforma soberana LiberGIS para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en el Polo Geoinformática. La Habana.

5. Rosario, Jimmy. 2005. La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual. Disponible en:

<http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>

6. Yagüez, J.C.D y Langhi, R. 2002. Sistema de Información Geográfica (S.I.G).

Disponible en:

http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que_es_sig.htm

7. A. Abella y Sánchez, J. 2003. Libro Blanco del Software Libre en España. Disponible en:

<http://www.libroblanco.com/document/1000-2003.pdf>

8. Cachero, Cristina. Garrigós, Irene, y Gómez Jaime. 2007. Personalización de Aplicaciones en OO-H. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad de Alicante. España. Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.108.5549&rep=rep1&type=pdf>
9. Alvarez González, Ing. José Angel. 2007. Introducción a la Industria Petrolera. Centro Politécnico del Petróleo.
10. Cesar Rodríguez, Hendrik. 2008. Guía metodológica para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
11. Medina Cardona, Luis Hernando. 2007. Desarrollo de una metodología para Ingeniería de Requerimientos en aplicaciones de SIG. Disponible en:
<http://dis.unal.edu.co/profesores/ypinzon/2013326-206/docs/Tesis0Medina.pdf>
12. Sánchez, Edgar. 2003. Una metodología sistémica para la implantación de Sistemas de Información Geográficos. Schlumberger -Geoquest. Caracas, Venezuela.. Disponible en:
<http://www.google.com/cu/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&ved=0CAkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ceagi.org%2Fportal%2Ffiles%2Fmetodolog1.doc&rct=i&q=metodologia+sistemica+para+la+implantacion+de+sig&ei=tdGOS77NJp718QaJ7OCCAw&usq=AFQjCNHtWfQcsb5cXHKoTv8cqLCWTKuZxQ>
13. Sarmiento Fernando, Luis. Hernández Sergio, Bartels Hans, Galindo Martha y García Juan Carlos. SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos en la exploración de petróleo. Disponible en:
<http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc95/icp.pdf>
14. Hernández Medina , Carlos. López López, Cristóbal. Seguimiento ambiental de derrames de petróleo mediante imágenes de satélite. EREDA, Energías Renovables y Desarrollos Sostenibles. Disponible en:
<http://www.conama8.org/modulodocumentos/documentos/CTs/CT10.pdf>
15. Montesinos Lajara, Miguel y Sanz Salinas, Jorge Gaspar. Panorama actual del ecosistema de Software Libre para SIG. Disponible en:
<http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

16. Billy Reynoso, Carlos. 2004. Introducción a la Arquitectura de Software. Universidad de Buenos Aires. Disponible en:
<http://www.willydev.net/descargas/prev/IntroArq.pdf>
17. Torres Santomé, Jurjo. 1988. La investigación etnográfica y la reconstrucción crítica en educación. Universidad de Sabtiago de Compostela. Ediciones Morata. Pág. 28. Disponible en:
<http://www.google.com/books?hl=es&lr=&id=iWpN2nsx9QgC&oi=fnd&pg=PA11&dq=etnograf%C3%ADa&ots=csBEEKqK8d&sig=p4Kj6KHnwPPwvHxIGTNdW1trRsg#v=onepage&q=concepto%20de%20etnograf%C3%ADa&f=false>
18. Potencier Fabien y Zaninotto Francois. Symphony, la guía definitiva. Capítulo 1. Pág. 7.
19. Masó Joan, Julia Nuria y Pons Xavier. Historia y estado actual del futuro estándar Web Map Tiling Service del OGC. Universidad autónoma de Barcelona. Disponible en:
http://www.creaf.uab.es/miramon/publicat/abstract/jidee08/Abstract_Historia_y_estado_actua_del_futuro_WMTS.pdf
20. Martín Martín, Manuel. 2009. Manual de PostGIS. Disponible en:
<http://postgis.refractions.net/documentation/postgis-spanish.pdf>
21. Katrib Mora, Dr. Miguel. Programación orientada a objetos en C++. Capítulo 1. Pág. 1.
22. Fernández, Luis. 1998. Teoría de la Medición. Campus Gipuzkoa. Disponible en:
<http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/teoriamedicion.html>.
23. Guevara, Bedsy. 2007. Procedimiento propuesto para medir la calidad en. Biblioteca UCI. Disponible en: http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0765_07.pdf. MIS-006086

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarez González, Ing. José Angel. 2007. Introducción a la Industria Petrolera. Centro Politécnico del Petróleo.
2. Billy Reynoso, Carlos. 2004. Introducción a la Arquitectura de Software. Universidad de Buenos Aires. Disponible en:
<http://www.willydev.net/descargas/prev/IntroArq.pdf>
3. Bosque Sendra, Joaquín. Ramírez Liliana. 2001. Localización de hospitales: Analogías y diferencias del uso del modelo p-mediano en SIG raster y vectorial. Disponible en:
<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/ghi/02119803/articulos/AGUC0101110053A.PDF>
4. Cesar Rodríguez, Hendrik. 2008. Guía metodológica para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
5. Colectivo de autores. PMI. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK). Tercera edición. 2004. Norma Nacional Americana.
6. Escartín Sauleda, Dr. Ing. Emilio R.. 2002. La Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica en el Contexto de la Exploración Petrolera. Disponible en:
<http://espejos.unesco.org.uy/simplac2002/Ponencias/Geom%E1tica%202002/GE059.doc>
7. Fernández Guerra, Yadira. 2009. Diseño de la plataforma soberana LiberGIS para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en el Polo Geoinformática. La Habana.
8. Fernández, Luis. 1998. Teoría de la Medición. Campus Gipuzkoa. Disponible en:
<http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/teoriamedicion.html>.
9. García Paz, Ing. Vladimir. 2001. Disponible en: <http://www.gaf.de/peru-gis/contenidos/talleres/Taller%20SIG/Documentos/Abstractos%20de%20las%20Presentaciones.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

10. Gómez Herrera, Julio. Álvarez Hernández, Osvaldo. Cruz Toledo, Ramón. Otero Marrero, Roberto. Gil Rodríguez, José Luis. 2004. Exploración Petrolera: Procesamiento digital de imágenes Landsat e información geológica en la región Habana – Matanzas. CEINPET, Cuba. Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=821
11. González Barahona, Jesús. Pascual, Seoane Joaquín y Robles Gregorio. Introducción al software libre. 2003. Disponible en: http://cv.uoc.edu/~fcaulas/20041/90.783/portada_Into.pdf
12. Guevara, Bedsy. 2007. Procedimiento propuesto para medir la calidad en. Biblioteca UCI. Disponible en: http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0765_07.pdf.MIS-006086
13. Hernández Montero, Ing, Lidisy; Piñeiro Gómez, Ing. Yordanys; Salazar Gómez, Ing. Lisset. Expediente de Proyecto GeneSIG. Documento de Modelo del Sistema. 2009.
14. Hernández Reyes, Ing. Carlos E; Piñeiro Gómez, Ing. Yordanys y otros autores. Expediente de Proyecto GeneSIG. Documento de Arquitectura de Software v1.0. 2009.
15. Jacobson Ivar; Booch Grady; Rumbaugh James. El proceso unificado de desarrollo del software. Cap. 1, Pág. 8 - 10. Cap. 3, Pág. 35 – 37. Cap. 4, Pág. 56 – 78. Cap. 6, Pág. 105 – 115.
16. Madeleine Donahue. 2000. Documento conceptual para el apoyo del Banco a la pre-calificación de bloques de exploración/producción de petróleo y gas en los países andinos y de la cuenca amazónica. Toronto, Canadá. Disponible en:
<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=362183>
17. Mintzberg, Henry. 1993. El proceso estratégico conceptos y casos. México. Disponible en:
http://www.bdp.org.ar/facultad/catedras/cp/tecadm/MIntzberg_Las%20cinco%20ps%20de%20la%20estrategia.pdf
18. Mommer Cendes, Bernard. La cuestión petrolera. Disponible en:
<http://www.raco.cat/index.php/BoletinAmericanista/article/viewFile/98456/146081>
19. Montesinos Lajara, Miguel y Sanz Salinas, Jorge Gaspar. Panorama actual del ecosistema de Software Libre para SIG. Disponible en:
<http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

20. OpenGIS. 2006. Disponible en:
<http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=1032>
21. Piñeiro Gómez, Ing. Yordanys y Schelton Lima, Ing. Annabell. Expediente de Proyecto GeneSIG. Documento de Arquitectura de la Información. 2009.
22. Plataforma GENESIG. 2009. Disponible en: <http://expo-GeneSIG.prod.uci.cu/htdocs/index.php>
23. Rosario, Jimmy. 2005. La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual. Disponible en:
<http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>
24. Sánchez Fornaris, Maite. Junio, 2009. Propuesta de una guía de métricas para evaluar el desarrollo de los SIG. UCI. Ciudad de La habana.
25. Sarmiento Fernando, Luis. Hernández Sergio, Bartels Hans, Galindo Martha y García Juan Carlos. SIG para el análisis de los Sistemas Petrolíferos en la exploración de petróleo. Disponible en:
<http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc95/icp.pdf>
26. Souris M., Rosero J., Baby P., Rivadeneira M., Campaña R.. Realización de una base de datos sobre la Cuenca Oriente del Ecuador mediante SIG. Disponible en:
<http://www.rsgis.ait.ac.th/~souris/publi/petro.pdf>
27. Yagüez, J.C.D y Langhi, R. 2002. Sistema de Información Geográfica (S.I.G).
Disponible en:
http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que_es_sig.htm

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Arc/Info: En un SIG para el manejo y visualización de los datos. Facilita las herramientas para construir y manejar un SIG.

Arquitectura de Software: Es, a grandes rasgos, una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema. La vista arquitectónica es una vista abstracta, aportando el más alto nivel de comprensión y la supresión o diferimiento del detalle inherente a la mayor parte de las abstracciones.(Billy, 2004)

Azimut: Es el ángulo de referencia de cualquier objeto geográfico con respecto al Norte.

Cliente: Persona, organización o grupo de personas que se encargan de la construcción de un sistema, ya sea empezando desde cero, o mediante el refinamiento de versiones sucesivas. (Cesar, 2008)

Etnografía: Estudio de un fenómeno concebido como entidad individual. Descripción o reconstrucción analítica de escenarios y grupos culturales. (Torres, 1988)

Framework: Un framework simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes. Además, un framework proporciona estructura al código fuente, forzando al desarrollador a crear código más legible y más fácil de mantener. Por último, un framework facilita la programación de aplicaciones, ya que encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas. (Potencier y Zaninotto)

Gasopetrolífero: Término que utilizan los especialistas en Geología del petróleo para referirse a la existencia de Gas del Petróleo y Petróleo respectivamente.

Interpretación geomorfológica: Son los datos que se obtienen una vez estudiadas las formas del relieve y su evolución a través del paso del tiempo.

Mapa: Es la representación de un territorio en un plano, que incluye la ubicación, características de magnitud, distribución y relaciones de los fenómenos naturales, geográficos y sociales, usando símbolos convencionales. Sus elementos principales son: proyección, ubicación, escala y orientación. (César, 2008)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Open Geospatial Consortium (OGC): Es un consorcio internacional, formado por un conjunto de empresas, agencias gubernamentales y universidades, dedicado a desarrollar especificaciones de interfaces para promover y facilitar el uso global de la información espacial. (Masó, Julia y Pons)

OpenGIS: Estándar internacional aplicado a SIG.

OpenSource: En español Código abierto. Término que identifica al software elaborado y distribuido libremente. Está orientado a compartir el código del mismo.

PostGIS: Es una extensión al sistema de base de datos objeto-relacional PostGreSQL. Permite el uso de objetos SIG. (Martín, 2009)

Programación orientada a Objetos (POO): Modelar la realidad del problema a través de entidades independientes pero que interactúan entre sí y cuyas fronteras no estén determinadas por su instrumentación computacional sino por la naturaleza del problema. Estas entidades serán denominadas objetos por analogía con el concepto de objeto en el mundo real. (Katrib)

Sistemas Petrolíferos: Son sistemas naturales que comprenden un volumen de roca fuente madura de hidrocarburos, así como todo el petróleo y gas generado de dicha roca y que está presente en acumulaciones comerciales y no comerciales. Un sistema petrolífero incluye todos los elementos y procesos geológicos que son esenciales para que un depósito de crudo y gas exista. Un sistema petrolífero incluye diferentes procesos: formación de las trampas, generación de hidrocarburos y la migración de los hidrocarburos. (Sarmiento, Hernández, Bartels, Galindo y García)

Unidades estratigráficas: Son las mediciones que se obtienen del terreno, estas describen la reacción que existe entre las capas y sedimentos del terreno.

ANEXOS

Anexo 1: Tablas de valores significativos para la evaluación del modelo de solución.

Tabla 9: Grado de influencia de los argumentos mediante los cuales los expertos han asimilado los conocimientos sobre el tema objeto de valoración. (Fernández, 1998)

Fuentes de Argumentación	Grado de influencia de cada fuente en sus criterios.		
	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
Investigaciones teóricas y/o experimentales relacionadas con el tema.	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida en la actividad profesional (docencia de pregrado recibida y/o impartida).	0.5	0.4	0.2
Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores nacionales.	0.05	0.05	0.05
Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores extranjeros.	0.05	0.05	0.05
Conocimiento del estado actual de la problemática en el país y el resto del mundo.	0.05	0.05	0.05
Intuición	0.05	0.05	0.05
TOTAL	1	0.8	0.5

Tabla 10: Valores críticos de Chi cuadrado. (Guevara, 2007)

Df	Probabilidad			
	0.10	0.05	0.01	0.001
4	7.78	9.49	13.28	18.46
5	9.24	11.06	15.09	20.52
6	10.64	12.59	16.81	22.46
7	12.02	14.07	18.48	24.32
8	13.36	15.51	20.09	26.12
9	14.68	16.92	21.67	27.88
10	15.99	18.31	23.21	29.59
11	17.28	19.68	24.72	31.36
12	18.55	21.03	26.22	32.91
13	19.81	22.36	27.69	34.53
14	21.06	23.68	29.14	36.12
15	22.31	25.00	30.58	37.70
16	23.54	26.30	32.00	39.29
17	24.77	27.59	33.41	40.75
18	25.99	28.27	34.80	42.31
19	27.20	30.14	36.19	43.82
20	28.41	31.41	37.57	45.32
24	33.20	36.42	42.98	51.18
25	34.38	37.65	44.31	52.65