



*Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 9*

*Título: Propuesta de Análisis de un Sistema de Información
Geográfica (SIG) sobre ArcGis Desktop. Rol de Analista.*

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

Autor: Adrian Maceo Labrada

Tutor(a): Lic. Yaima Fernández Segredo

Cotutor(a): MSc. Yaneisis Pérez Heredia

Asesor(a): Ing. Dianet Utria Pérez

Ciudad de la Habana, Junio 2010.

“Año 52 de la Revolución”

DEDICATORIA

....a mi abuela Aracelis Carbonell Lamaniel...
....a mi mamá Alicia Labrada Blanco...
....a mi hermanas....
....a mi papá....
....a chelo....
....a cada miembro de mi familia....

AGRADECIMIENTOS

Le estoy muy agradecido a mi Dios por ayudarme hasta aquí, a mi mamá por siempre apoyarme y confiar en mí, “Vieja tu hijo no te ha fallado aquí está el título, aquí está tu esfuerzo”, agradezco a mi papá por siempre estar ahí, agradezco Dianet por su apoyo incondicional y su ayuda en todo momento, a mi tutora Yaima por estar siempre de mi lado y ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance. A todos y cada uno de los miembros de mi familia, en especial a mis hermana Anaisa, a mi hija Heidys, a mi abuela que aunque no pudo estar entre nosotros yo sé que está muy orgullosa de mí, a mis amigos por siempre confiar en mí, a mis profesores.

DECLARACIÓN JURADA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a 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 _____.

Adrian Maceo Labrada

Yaima Fernández Segredo

OPINIONES Y AVALES

Síntesis del Tutor(a)

Lic. Yaima Fernández Segredo

Profesión: Licenciado en Ciencias de la Computación

Categoría docente: Instructor Recién Graduado

Años de graduado: 2

Correo: yfsegredo@uci.cu

Síntesis del Cotutor(a)

Ing. Yaneisis Pérez Heredia

Profesión: Ingeniero Informático

Categoría docente: Asistente

Años de graduado: 6

Correo: yheredia @uci.cu

Síntesis del Asesor(a)

Ing. Dianet Utria Perez

Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas

Categoría docente: Instructor Recién Graduado

Años de graduado: 2

Correo: dutria@uci.cu

RESUMEN

La representación geográfica ha sido utilizada por el hombre desde tiempo muy remotos, en la actualidad las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) han evolucionado de una forma colosal lo que ha ocasionado que la arcaica representación geográfica se ha convertido en una importante herramienta para la toma de decisiones en cualquier rama de la sociedad.

El presente trabajo de diploma tiene como objetivo realizar el Análisis de un Sistema de Información Geográfica (SIG) sobre ArcGis Desktop, líder de los SIG de tecnología propietaria.

Con la documentación técnica que se desprende de la realización de este trabajo de diploma se garantiza un correcto modelado del negocio y del sistema, lo que permitirá un correcto entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo. Además se tendrán de manera legible los requerimientos con que el sistema debe de contar.

Palabras Claves.

ArcGis Desktop, SIG.

ÍNDICE

4	Introducción	1
	Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica (SIG)	5
1.1	Introducción	5
1.2	Principales conceptos asociados a los SIG	5
1.3	Los Sistema de Información Geográfica	8
1.3.1	Características generales	8
1.3.2	Funcionamiento	8
1.3.3	Ventajas y Desventajas	11
1.3.4	Aplicaciones	12
1.4	Análisis de otras soluciones existentes	14
1.4.1	En el Mundo	14
1.4.2	En Cuba	15
1.4.3	En la UCI	15
1.5	La Plataforma ArcGis Desktop	16
1.6	Metodologías de Desarrollo	23
1.7	¿Por qué RUP?	24
1.8	Lenguajes de Modelado	27
1.9	¿Por qué UML?	29
1.10	Herramientas Case	29
1.11	¿Por qué Visual Paradigm?	31
1.12	Conclusiones Parciales	31
	Capítulo II: Análisis del Sistema. Presentación de la solución propuesta.	33
2.1	Introducción	33
2.2	Modelo de Dominio	33
2.3	Descripción del Diagrama de Clases del Dominio	34
2.4	Glosario de Términos del Dominio	35
2.5	Captura de Requerimientos	36
2.6	Requisitos Funcionales del Sistema	36
2.7	Requisitos no Funcionales del Sistema	38
2.8	Actores del Sistema	39
2.9	Diagrama de Casos de Uso del Sistema	40
2.10	Descripción de los Casos de Uso del Sistema	40
2.10.1	Descripción del Caso de Uso Realizar Zoom	40
2.10.2	Descripción del Caso de Uso Visualizar Rutas	42
2.10.3	Descripción del Caso de Uso Calcular Superficie	45
2.12	Conclusiones Parciales	46
	Capítulo III: Análisis de los Resultados	47
3.1	Introducción	47
3.2	Las Métricas	47
3.3	Métricas para la validación de los artefactos	47
3.3.1	Métricas para la especificación de requisitos	48
3.3.2	Métricas para el grado de validación de requisitos	49
3.3.3	Métricas aplicadas al Diagrama de Casos de Uso del Sistema	50
3.4	Conclusiones Parciales	51
	Conclusiones	52

ÍNDICE

Recomendaciones	53
Referencias Bibliográficas	54
Bibliografía.....	56
Anexos	58
Glosario	72

INTRODUCCIÓN

Introducción

Desde los inicios de la especie humana, el hombre de Cromañón hace miles de años, utilizó la representación geográfica para representar la migración de los animales, esto le sirvió para poder subsistir.

Años más tarde para enfrentar la enfermedad del Cólera se utilizó nuevamente la representación geográfica para determinar donde existía la mayor incidencia de la enfermedad, por área y donde estaban situados los pozos de agua, con este estudio se tuvo un criterio para poder darle una solución al problema, una vez más esta práctica fue utilizada para la supervivencia de la especie humana.

En la actualidad el desarrollo de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), han desencadenado un avance enorme en los Sistema de Información Geográfica (SIG), los cuales han evolucionado colosalmente y sus aplicaciones se han dispersado por todas las ramas de la sociedad.

Las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas geográficamente o mediante distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando la representación geográfica para analizar patrones, relaciones y tendencias en la información, todo para contribuir a tomar mejores decisiones.

El proyecto GENESIG es unos de los pilares en la elaboración de software de la Universidad de las Ciencias Informáticas, uno de sus más importantes clientes perteneciente a la hermana República Bolivariana de Venezuela con el cual se han firmado significativos acuerdos ha solicitado la producción de un SIG de escritorio utilizando ArcGis Desktop, que es en la actualidad el líder de los sistemas propietarios en el desarrollo de los SIG en América.

A pesar de que ArcGis Desktop es uno de los sistemas más importantes para el desarrollo de los SIG, hasta la fecha actual en GENESIG no se ha realizado sistema alguno haciendo uso del mismo, es por ello que el equipo de desarrollo carece de experiencia y conocimientos en cuanto a la utilización de esta tecnología para la construcción de un SIG, por lo que el equipo no está preparado técnicamente para asumir un desarrollo con ArcGis Desktop.

Además, la inexistencia de un acuerdo común entre el cliente y los desarrolladores, trae consigo la no delimitación de las fronteras del negocio y la falta de un mejor entendimiento por parte de los desarrolladores sobre los requisitos que debe cumplir el sistema, de manera que no está bien definido lo que el Sistema de Información Geográfica debe hacer.

INTRODUCCIÓN

La situación expuesta anteriormente desencadena el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo lograr un entendimiento común entre clientes y desarrolladores que permita el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica sobre ArcGis?

Se decidió como **objetivo general** elaborar la documentación técnica del análisis del entorno del negocio correspondiente a un Sistema de Información Geográfica sobre la plataforma ArcGis.

Definiéndose como **objeto de estudio** el proceso de análisis de Sistemas de Información Geográfica, teniendo en cuenta esto, se tomó como **campo de acción** el análisis de un Sistemas de Información Geográfica sobre ArcGis.

Proponiendo como **idea a defender** que con la elaboración de la documentación técnica correspondiente al análisis del entorno de negocio, se garantizará un entendimiento común entre clientes y desarrolladores de Sistemas de Información Geográfica.

Para la realización del presente trabajo se definieron las siguientes **tareas de la investigación**:

- Caracterizar los Sistemas de Información Geográfica.
- Argumentar el uso de la plataforma ArcGis, el uso de la Metodología de Desarrollo, lenguaje de modelado y herramienta CASE a utilizar.
- Elaborar la documentación técnica correspondiente al Modelo del Negocio.
- Capturar los requisitos funcionales y no funcionales.
- Elaborar la documentación técnica correspondiente al Modelo de Casos de Uso del Sistema.
- Aplicar métricas para la evaluación de la calidad de la documentación técnica generada.

Métodos Científicos Utilizados.

Durante el proceso la investigación que se realiza se utiliza un conjunto de métodos científicos de investigación. Estos métodos se clasifican en:

- **Teóricos**: Constituyen el enfoque general para abordar los problemas científicos, de ahí que posibiliten profundizar en las regularidades y cualidades esenciales de los fenómenos.
- **Empíricos**: Permiten la obtención y elaboración de los hechos fundamentales que caracterizan a los fenómenos, a la par que facilitan confirmar hipótesis y teorías.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los teóricos se emplearon los siguientes:

- **Histórico-Lógico:** Se utiliza para realizar un estudio sobre las aplicaciones informáticas de este tipo implementadas en Cuba, el mundo y en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- **Analítico-Sintético:** Se hace uso del mismo para resumir, enunciar y describir los requerimientos funcionales.
- **Modelación:** para realizar una reproducción simplificada de la realidad. Permite descubrir nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio. Específicamente para generar los artefactos correspondientes a los flujos de trabajo en los que se trabajará.

Dentro de los empíricos se emplearon:

- **Entrevistas:** a los líderes y al personal que trabaja en el proyecto GENESIG para comprender la situación real del problema existente, así como las opiniones y propuestas de los mismos.
- **Observación:** para realizar un registro visual de lo que ocurre en el entorno del problema y aportar nuevos elementos que puedan ser de interés científico.

El trabajo está estructurado en tres capítulos.

- En el Capítulo I se aborda la fundamentación teórica de la investigación. En este capítulo se incluye el estudio de las características generales de los Sistema de Información Geográfica (SIG), luego se hace un recuento a nivel internacional, nacional y de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Así como las tendencias y tecnologías relacionadas con este tema en la actualidad. Además se argumenta el uso de la plataforma ArcGis, el uso de la Metodología de Desarrollo, el lenguaje de modelado y herramienta CASE a utilizar.
- En el Capítulo II se realiza la presentación de la solución además de la documentación técnica correspondiente al modelo del negocio y el modelo de los Casos de Usos del sistema.
- En el Capítulo III se muestran las métricas aplicadas para la evaluación de la calidad de la documentación técnica generada.

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.1 Introducción.

En este capítulo se exponen los principales conceptos asociados al dominio del problema, constituye el marco teórico de la investigación ya que se dan a conocer las características del objeto de estudio específicamente de los Sistema de Información Geográfica (SIG), sus ventajas, sus desventajas y sus funcionalidades.

1.2 Principales conceptos asociados a los SIG.

El término **SIG** procede del acrónimo de **Sistema de Información Geográfica** (en inglés GIS, Geographic Information System).

Técnicamente se puede definir un SIG como una **tecnología de manejo de información geográfica** formada por equipos electrónicos (hardware), programados adecuadamente (software), que permiten manejar una serie de **datos** espaciales (información geográfica), y realizar análisis complejos con éstos siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal). Son por tanto cuatro los elementos constitutivos de un sistema de estas características, hardware, software, datos geográficos y equipo humano (**Ortiz**). También se puede decir que un SIG es un conjunto de programas de computación que tienen capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales (**Comas, y otros, 1993**).

Se denomina **información geográfica** (IG) a aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos datos geográficos poseen una posición implícita o explícita. Se estima que el 80% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen esta componente geográfica (**Comas, y otros, 1993**).

Un **dato espacial** es una variable asociada a una localización del espacio. Normalmente se utilizan datos vectoriales, los cuales pueden ser expresados mediante tres tipos de objetos espaciales (puntos, líneas, polígonos) (**Bosque, 1992**).

La **georreferenciación** es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

coordenadas. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica **(Babylon)**.

La georreferenciación, en primer lugar, posee una definición tecno-científica, aplicada a la existencia de las cosas en un espacio físico, mediante el establecimiento de relaciones entre las imágenes de ráster o vector sobre una proyección geográfica o sistema de coordenadas.

El **procesamiento geográfico** (geoprocesamiento) es una operación de SIG utilizada para manipular datos de SIG. Una operación de geoprocesamiento típica toma un conjunto de datos de entrada, realiza una operación en ese conjunto de datos, y devuelve el resultado de la operación como un conjunto de datos de salida. Las operaciones de geoprocesamiento comunes incluyen las operaciones superposición, la selección de características y el análisis, procesamiento de topología, procesamiento ráster, y conversión de datos. El geoprocesamiento permite la definición, gestión y análisis de la información utilizada para formar decisiones. **(Esri)**

Los Sistemas de Información Geográfica **Vectoriales** son aquellos que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico. Con un par de coordenadas y su altitud gestionan un punto (un vértice geodésico), con dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas forman polígonos. De entre todos los métodos para formar topología vectorial la forma más robusta es la topología arco-nodo **(Comas, y otros, 1993)**.

Los SIG vectoriales son aquellos que utilizan modelo de vector (el cual está definido por puntos x, y) en la descripción de la información geográfica.

La **Topología** es el estudio de aquellas propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas. Es una disciplina matemática que estudia las propiedades de los espacios topológicos y las funciones continuas **(Comas, y otros, 1993)**.

La **topología arco-nodo** se basa en la estructuración de toda la información geográfica en pares de coordenadas, que son la entidad básica de información para este modelo de datos. Con pares de coordenadas (puntos) se forman vértices y nodos, y con agrupaciones de éstos puntos forma líneas, con las que a su vez puede formar

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

polígonos. Básicamente esta es la idea, muy sencilla en el fondo (**Comas, y otros, 1993**).

El sistema de **coordenadas geográficas** es un sistema de referencia que utiliza las dos coordenadas angulares (latitud y longitud) para determinar las posiciones de la superficie terrestre (**Comas, y otros, 1993**).

La **latitud** es la distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta, medida a lo largo del meridiano que pasa por ese punto. La latitud se mide en grados (°), entre 0 y 90 (**Diccionario**).

La **longitud**, en cartografía, expresa la distancia angular entre un punto dado de la superficie terrestre y el meridiano que se tome como 0°; habitualmente en la actualidad el meridiano de Greenwich. La **longitud geográfica** se mide en grados (°) entre 0 y 360 (**Diccionario**).

La **cartografía** (del griego *chartis* = mapa y *graphein* = escrito) es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales y demás (**Diccionario**).

Un **mapa** o **plano cartográfico** es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto (**Bosque, 1992**).

Los Sistemas de Información **Ráster** basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. Su forma de proceder es dividir la zona de afección de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina píxel) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la malla es regular (el tamaño del píxel es constante) y que se conoce la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir que todos los píxeles están georreferenciados. Lógicamente, para tener una descripción precisa de los objetos geográficos contenidos en la base de datos, el tamaño del píxel ha de ser reducido (en función de la escala), lo

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

que dotará a la malla de una resolución alta. Sin embargo, a mayor número de filas y columnas en la malla (más resolución), mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional a la hora de procesar la misma **(Comas, y otros, 1993)**.

1.3 Los Sistema de Información Geográfica.

1.3.1 Características generales.

Los SIG se caracterizan por realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos. Consultan rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema. Realizan pruebas analíticas rápidas y repiten modelos conceptuales en despliegue espacial, sin la necesidad de repetir actividades redundantes o tediosas. Comparan eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).

Efectúan algunos análisis, de forma rápida que hechos manualmente resultarían largos y molestos. Manejan grandes volúmenes de información. Posibilitan la información de distintas fuentes y escalas. Tienen gran rapidez en el procesamiento de la información y obtención de productos cartográficos. Poseen una capacidad extraordinaria de modelar información. Manejan información georreferenciada.

1.3.2 Funcionamiento

La construcción e implementación de un SIG en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información. Sin embargo en los SIG hay que considerar las características especiales de los datos utilizados y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Los esfuerzos y la inversión necesaria para crear las bases de datos y tener un SIG eficiente y funcional no son pequeños, aunque tampoco significa una gran inversión. Es un esfuerzo permanente por ampliar y mejorar los datos almacenados, utilizando las herramientas más eficientes para tal propósito.

La información geográfica contiene una referencia territorial explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como domicilio o código postal. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación. Los SIG funcionan con dos tipos diferentes de información geográfica: el modelo vector y el modelo ráster.

El modelo ráster funciona a través de una retícula que permite asociar datos a una imagen; es decir, se pueden relacionar paquetes de información a los píxeles de una imagen digitalizada como se muestra en la figura 1.

En el modelo vector, la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como una colección de coordenadas (x, y) . La ubicación de una característica puntual, puede describirse con un solo punto (x, y) . Las características lineales, pueden almacenarse como un conjunto de puntos de coordenadas (x, y) . Las características poligonales, pueden almacenarse como un circuito cerrado de coordenadas como se muestra en la figura 1. **(Humboldt)**

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

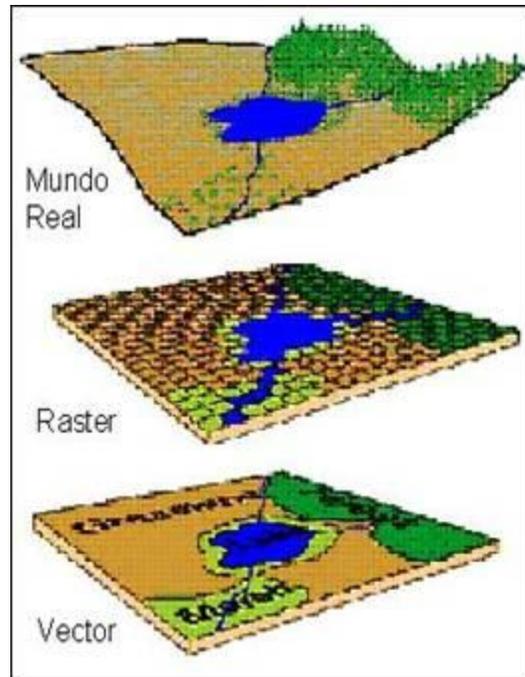


Figura 1.0 Representación de los modelos ráster y vector.

Hoy en día el condicionante principal a la hora de afrontar cualquier proyecto basado en SIG lo constituye la disponibilidad de datos geográficos del territorio a estudiar, mientras que hace diez años lo era la disponibilidad de computadoras potentes que permitieran realizar los procesos de cálculo involucrados en el análisis de datos territoriales.

Pero además de ser un factor limitante, la información geográfica es a su vez el elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y por otro la vertiente temática de los datos. Otros Sistemas de Información contienen sólo datos alfanuméricos (nombres, direcciones, números de cuenta. Las bases de datos de un SIG integran además la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.

Por ejemplo, un lago que tiene su correspondiente forma geométrica plasmada en un plano, tiene también otros datos asociados como niveles de contaminación, flora, fauna, pesca y niveles de captación en relación a la temporada del año.

Otro ejemplo podría ser el contar con un suelo definido en los planos de clasificación de un plan maestro de desarrollo. Este suelo urbanizable tiene una serie de atributos, tales

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

como su uso, su sistema de gestión, su edificabilidad, sus características mecánicas. Pero además, tiene una delimitación espacial concreta correspondiente con su propia geometría definida en el plano.

Por tanto, el SIG tiene que trabajar a la vez con ambas partes de la información: su topografía perfectamente definida en plano y sus atributos temáticos asociados. Es decir, tiene que trabajar con cartografía y con bases de datos a la vez, uniendo ambas partes y constituyendo con todo ello una sola base de datos geográfica.

De esta manera, se define a la topología como esta capacidad de asociación de bases de datos temáticas junto con la descripción espacial precisa de objetos geográficos y las relaciones entre ellos. Es precisamente la topología lo que diferencia a un SIG de otros sistemas informáticos de gestión de información.

1.3.3 Ventajas y Desventajas

A continuación se muestran las ventajas que poseen los SIG.

- Poseen gran capacidad de almacenamiento (varios niveles: público, institucional).
- Manejo de la información, ya sea para la elaboración de las investigaciones o en su defecto para la actualización de la información, empleando las metodologías usualmente manejadas en todo SIG.
- Lo más importante radica en la habilidad del administrador para establecer la comunicación entre el dato espacial y sus identificadores (ID) a fin de obtener su mejor utilización y manipulación.
- El desarrollo del análisis espacial, multidisciplinariamente, permitirá elaborar diversos modelos de desarrollo en favor de la gestión (**Perú**).
- El mantenimiento y recuperación de datos pueden ser realizados a costos más bajos.
- Posibilita una gran variedad de modelos cartográficos con una mínima inversión de tiempo y dinero.
- Los datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados simultáneamente en una forma racional.
- Los modelos conceptuales pueden ser probados rápida y repetidamente, facilitando su evaluación.
- Los análisis de cambios temporales pueden ser efectuados eficientemente.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

- La adquisición de datos, análisis espacial y procesos de toma de decisiones son integrados en un contexto común de flujo de información.
- Minimización de costos de operación e incremento de la productividad.
- Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas. **(Humboldt)**
- Visualización e interpretación de mapas, por su elevada aptitud gráfica.
- Acceso inmediato a listados alfanuméricos, informes, gráficos y estadísticas.
- Edición de mapas.
- Creación de hipótesis con los datos, en previsión de situaciones futuras. Análisis espacial mediante consultas selectivas (se puede “preguntar” al sistema una cuestión simple o una de mayor complejidad acerca de los atributos alfanuméricos, su posición espacial, su posición relativa).

Desventajas

A continuación se muestran las desventajas que poseen los SIG.

- Costos y problemas técnicos para convertir datos analógicos en formato digital.
- Necesita de especialistas para mantener datos en forma digital en computadoras.
- Alto costo de adquisición de equipos y programas necesarios.

1.3.4 Aplicaciones

Los SIG son utilizados en diversos sectores, donde tienen gran utilidad en la toma de decisiones. En el presente epígrafe se enumerarán algunas de sus aplicaciones.

Infraestructura

Los SIG son utilizados por las empresas que se encargan de la construcción, mantenimiento y administración de redes de electricidad, agua, alcantarillado, teléfono, gas. Los SIG almacenan todo tipo de información sobre su conectividad con el objetivo de realizar un análisis sobre dichas redes.

Gestión territorial

Las aplicaciones SIG creadas para la gestión de territorios posibilitan un inmediato acceso a la información gráfica. Además de proveer de aplicaciones para el análisis

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

espacial de la información. Permiten optimizar el trabajo de las empresas de servicios ya que hacen más fácil el mantenimiento del mobiliario urbano.

Medio Ambiente

Las aplicaciones SIG de este tipo son implementadas por instituciones que velan por la seguridad del medio ambiente, los SIG al ser integrados con sistemas de adquisición de datos ofrecen la posibilidad de realizar un análisis en tiempo real de la concentración de agentes contaminantes, con el objetivo de tomar medidas de precaución. Posibilitan una gran ayuda en los trabajos como la reforestación, estudios de especies, caracterización de ecosistemas.

Equipamiento Social

Con la implantación de aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de servicios de impacto social, como son los centros escolares, centros para el recreo, el deporte y la cultura, proveen información sobre las instituciones ya existentes en un área determinada, con el objetivo de brindar gran ayuda a la hora de crear nuevos centros. Realizando un correcto diseño e implementación de estos SIG se optimizan los recursos, provocando un aumento de la productividad.

Recursos mineros

Los SIG que están dirigidos a esta rama, tienen como principal característica que proporcionan gran comodidad en el manejo de enorme cantidad de datos generados en varios años de explotación intensiva de un banco minero. Posibilitan aplicaciones para la modelación de las capas de información.

Ingeniería de Tránsito

Los SIG que utilizan esta disciplina se emplean en el moldeamiento de la conducta del tráfico puntualizando patrones de circulación por una vía. El objetivo principal de esta utilidad es determinar los puntos donde se pueden ubicar los semáforos, las señales en las vías, posibilitando una mejor circulación por las vías, garantizando así el perfecto estado de los viales.

Demografía

El uso de este tipo de SIG se encuentra principalmente en el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, esto se debe a que estos sistemas hacen

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

un análisis de las características demográficas y de su representación espacial para la ayuda en la toma de decisiones.

GeoMarketing

Las aplicaciones SIG que se utilizan en esta rama utilizan la base de datos para localizar los clientes potenciales para determinado servicio o producto unido con la representación de la información geográfica resulta imprescindible para planificar una exitosa campaña de marketing.

Banca

Los SIG usados en los bancos tienen gran demanda debido a que los clientes de los mismos piden la ubicación de sus clientes, con el objetivo de planificar la creación de nuevas sucursales así como la planificación de campañas promocionales.

Planimetría

Los SIG que se utilizan en esta rama persiguen como objetivo la representación bidimensional del terreno. Una de las principales características de la planimetría es que posibilita a los clientes de este tipo de SIG visualizar de forma precisa la información que se encuentra en su proyecto facilitando así el acceso a la información.

Cartografía Digital 3D

Los SIG que utilizan este tipo de información tienen gran utilidad dado a que son utilizados para la planificación de la cobertura de ondas radiales en una población, en la planificación de un aeropuerto, esta información en tres dimensiones permitiría observar con gran exactitud los espacios aéreos. Permitiendo la optimización en la técnica de construcción a utilizar.

1.4 Análisis de otras soluciones existentes

1.4.1 En el Mundo

A continuación se describe el Sistema de Información Geográfica Google Earth uno de los más usados hoy en el mundo.

Google Earth es un Sistema de Información Geográfica que permite visualizar imágenes en 3D del mundo, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

búsqueda de Google que permite ver imágenes a escala de un lugar específico del planeta.

Está constituido por varias funcionalidades, algunas de estas son:

- Medición de distancias entre dos puntos y cálculo de áreas comprendidas entre tres o más puntos.
- Visualización en 3D, permite visualizar las imágenes en 3D con gran calidad.
- Búsqueda de información.

1.4.2 En Cuba

A continuación se describe uno de los Sistemas de Información Geográfica usados en el Instituto de Meteorología de Cuba.

El Instituto de Meteorología de Cuba posee un Sistema de Información Geográfica, que tiene como objetivos brindarle a la población la información meteorológica del país actualizada. Además permite realizar análisis sobre dicha información, constituye un producto de gran utilidad en Cuba ya que sirve de gran ayuda para la prevención de catástrofes naturales como son los huracanes, ciclones.

Está constituido por varias funcionalidades, algunas de estas son:

- Vista satelital, permite visualizar una imagen recibida desde un satélite mostrándole a los usuarios una información confiable de los nublados en el área.
- Vista de radar, ofrece la posibilidad de mostrar una imagen captada desde un radar en tiempo real, lo cual es de gran utilidad para los usuarios.
- Mapa del tiempo, en el mismo se visualiza como se encuentra la presión superficial en las diferentes zonas.
- Pronóstico del tiempo, se puede observar como se va a comportar el pronóstico del tiempo para los futuros días, teniendo en cuenta las condiciones del clima en la zona.

1.4.3 En la UCI

En el presente epígrafe se describe el Sistema de Información Geográfica de la Universidad de las Ciencias Informáticas (SIGUCI).

SIGUCI

Es el Sistema de Información Geográfica de la Universidad de las Ciencias Informáticas (**SIGUCI**), y tiene como objetivos brindarle a la comunidad universitaria un sistema

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

capaz de ofrecer información geográfica de la escuela detallada y actualizada. Además permite realizar análisis sobre dicha información. SIGUCI constituye un producto de gran utilidad.

El **SIGUCI** está constituido por varias funcionalidades, algunas de estas son:

- Navegación, que se encarga de gestionar toda la interacción del usuario con la interfaz visual donde se encuentra el mapa y garantiza que este pueda realizar las operaciones de movimiento, acercamiento (Zoom in), alejamiento (Zoom out).
- Buscar persona, ofrece la posibilidad de localizar geográficamente a personas, usando como criterio de búsqueda el usuario, el número del solapín o el número del carné de identidad.
- Búsqueda temática, ofrece la posibilidad de localizar geográficamente los lugares, usando como criterio de búsqueda las estructuras.
- Búsqueda de edificios, ofrece la posibilidad de localizar geográficamente los edificios, usando como criterio de búsqueda el número de estos.
- Medir distancias, ofrece la posibilidad de medir las distancias entre puntos.
- Calcular área, ofrece la posibilidad de calcular áreas utilizando puntos para graficar las mismas.

1.5 La Plataforma ArcGis Desktop

ArcGis Desktop es el nombre que recibe una colección de productos de software en la esfera de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Elaborado y comercializado por ESRI (**Environmental Systems Research Institute**) una empresa que aunque tiene ramificaciones en muchos países, radica en California; ArcGis Desktop está compuesto por varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Dichas aplicaciones se encierran en grupos temáticos como ArcGis Server, para la publicación y gestión Web, o ArcGis Móvil para la captura y gestión de información en campo y ArcGis Desktop para procesar, consultar y crear información en las computadoras normales, en la figura 1.1 se muestra la gama de productos de dicha plataforma.

La Plataforma ArcGis Desktop es la que se propone para la realización del trabajo debido a que es un SIG muy completo teniendo en cuenta la cantidad de

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

funcionalidades que tiene implementadas y las posibilidades que brinda para el manejo de información geográfica, por su gran potencia y precisión en el manejo de la información geográfica está situado como líder de los SIG en la actualidad, a continuación se realiza una descripción detallada brindando los elementos que justifican la elección de dicha plataforma.



Figura 1.1 Gama de Productos de ArcGis

El ArcGis Desktop contiene un grupo de aplicaciones SIG integradas, en las cuales se encuentran ArcMap, ArcToolbox, ArcCatalog, ArcScene y ArcGlobe.

El ArcGis Desktop se utiliza para crear, importar, revisar, preguntar, trazar, analizar, y publicar datos geográficos. Para acceder al ArcGis Desktop se utilizan cuatro productos de software y cada uno de ellos suministra un nivel superior de funcionalidad.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

- ArcReader es un visor libre autorizado para visualizar mapas creados por los productos ArcGis Desktop. Este visor permite visualizar e imprimir mapas de varios formatos. También cuenta con algunas herramientas simples para explorar y consultar mapas.
- ArcView proporciona mapeo extensivo, uso de datos, y análisis junto con la corrección simple y capacidades de geoprocésamiento.
- ArcEditor incluye la corrección avanzada para ficheros de mapa y bases de datos geográficos, además de la completa funcionalidad del ArcView.
- ArcInfo es la solución completa del SIG desktop. Extiende la funcionalidad de ArcView y ArcEditor con el geoprocésamiento avanzado. También incluye las aplicaciones para estaciones de trabajo de ArcInfo.

Todas las aplicaciones de ArcGis Desktop tienen la misma arquitectura con el objetivo de que cualquier usuario que use uno de estos SIG desktop tenga la posibilidad de compartir su trabajo con otros usuarios. Los usuarios pueden compartir los mapas, la simbología, las capas, las herramientas personalizadas, las interfaces, los informes, evitando así la necesidad de desplegar diversos productos desiguales.

Además se pueden compartir los mapas, datos y metadatos elaborados con ArcGis Desktop con otros usuarios a través de aplicaciones hechas con ArcGis Engine y utilizando servicios Web como ArcIMS y ArcGis Server.

Arquitectura de ArcGis Desktop

ArcGis Desktop presenta una arquitectura de tres capas como se muestra en la figura 1.2, formada por la capa de presentación, la capa de negocio y la capa de acceso a datos. La capa de presentación es la capa interfaz que interactúa con el usuario, la que permite mostrar la interfaz al usuario, esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio y se encuentra formada por las aplicaciones ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcToolBox y ArcScene, que son las que posibilitan la visualización de la información geográfica y muestran el análisis realizado a los datos. La capa de negocio (o lógica del negocio) es donde se reciben las peticiones del usuario y está compuesta por las extensiones de ArcGis Desktop que son las encargadas en realizar las tareas como el

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

geoprocésamiento del ráster y la visualización en tres dimensiones. Además en dicha capa se encuentra la API de ArcObjects y el framework de geoprocésamiento. Por último se encuentra la capa de acceso a datos, la cual contiene los datos y es la encargada de acceder a los mismos, dicha capa está compuesta por la API para la base de datos geográficas y la API para el almacenamiento en ficheros.

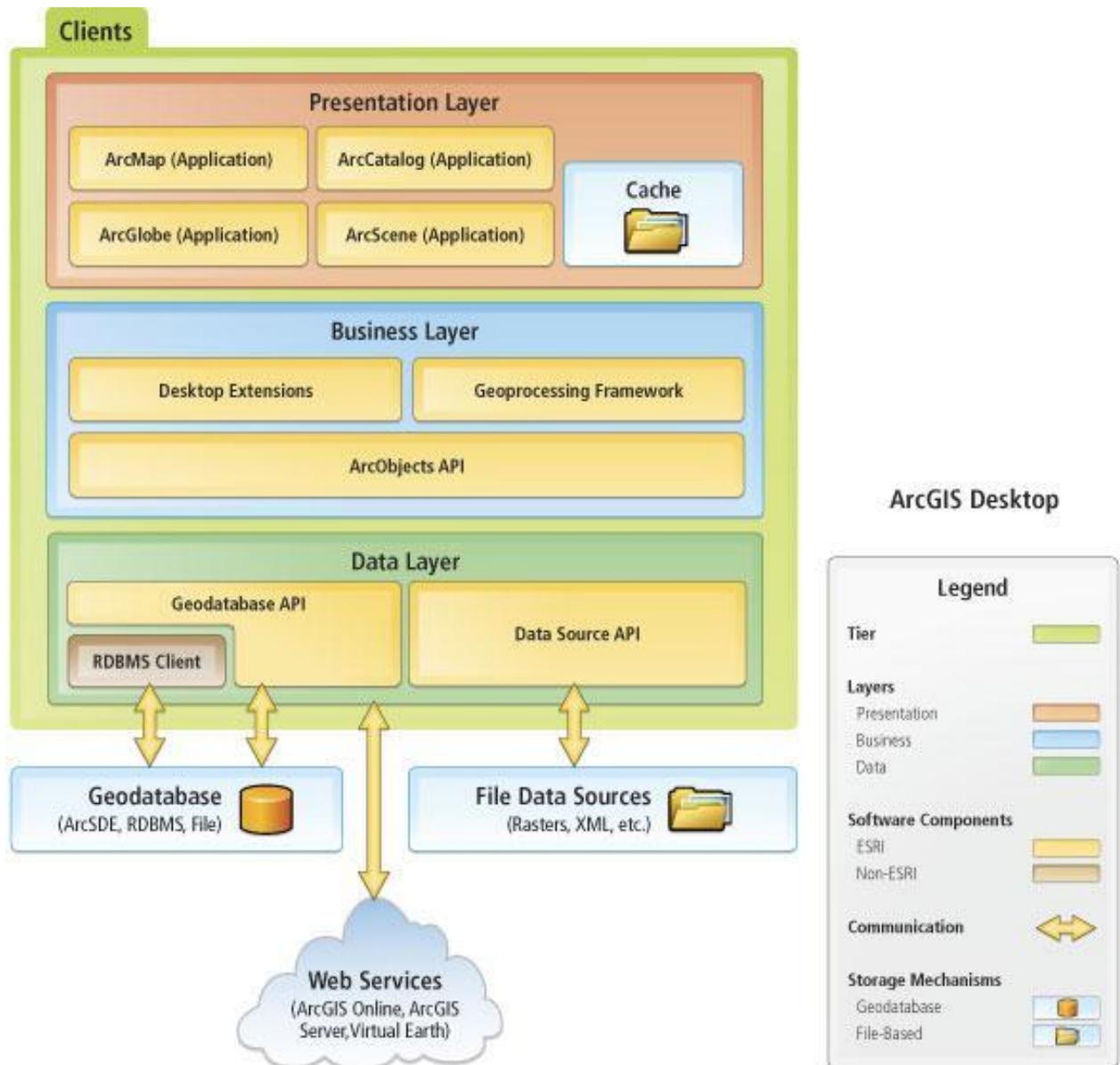


Figura 1.2 Arquitectura de ArcGis Desktop

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Ventajas

Dentro de las principales ventajas se pueden citar la sencillez de la interfaz de usuario, lo que posibilita obtener mejores resultados. Además es programable en lenguajes como Visual Basic o VBA, Java, C++, C#. Lo que amplía las posibilidades de programación.

Una de las ventajas más importantes de ArcGis es su alta integrabilidad con gestores de bases de datos como Oracle o SQL Server a través de la extensión ArcSDE (Spatial Data Engine), otra ventaja importantísima es que el modelo de datos de la base de datos geográfica soporta objetos con relaciones.

ArcGis posee herramientas avanzadas para la creación, edición y publicación de mapas haciendo uso de sus potentes aplicaciones y extensiones. También permite la visualización de la información en tres dimensiones lo que hace que la visualización e interpretación de mapas sea muy satisfactoria por su elevada calidad gráfica.

Está provisto de aplicaciones que le permiten leer más de 100 formatos de datos espaciales y compartir datos con cualquier usuario exportando a más de 70 formatos de datos espaciales. Además con el uso de ArcGis también se pueden realizar búsquedas de información y localizar ubicaciones adecuadamente.

Extensiones

Haciendo uso de las extensiones se pueden agregar nuevas capacidades a los productos desktop. Las extensiones le permiten realizar las tareas como el geoprocésamiento del ráster y la visualización en tres dimensiones.

Los usuarios pueden crear las nuevas extensiones personalizadas para el ArcGis Desktop trabajando con ArcObjects, la biblioteca de componentes del software de ArcGis software. Los usuarios desarrollan las extensiones y las personalizan con herramientas normales de Windows de programación como Visual (VB), .NET, Java, y C++ Visual.

ArcGis Spatial Analyst

Esta extensión tiene gran cantidad de potentes elementos para el análisis y modelamiento espacial que posibilita mapear, crear, consultar y analizar la información geográfica en formato ráster basado en celdas. También permite realizar análisis integrados vector/ráster, identificar relaciones espaciales, localizar ubicaciones adecuadamente y computar el costo de viaje de un punto a otro. **(España, Esri)**

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

ArcGis 3D Analyst

La presente extensión posibilita a los usuarios analizar y mostrar la información geográfica de los datos de una superficie en tres dimensiones. Usando dicha extensión los usuarios pueden visualizar un plano desde varios puntos de vista, mostrando así una imagen más real visualizando los datos ráster y vectoriales sobre un mismo plano. Dicha extensión también provee aplicaciones avanzadas para el relleno, corte y modelamiento de terrenos. El centro de esta extensión es la herramienta ArcScene en la cual se visualizan y crean superficies, además suministra una vista para mostrar varias capas de datos tridimensionales.

Maplex

Dicha extensión permite de manera automática la colocación de texto y etiquetas de alta calidad en un mapa. El uso de esta herramienta reduce de manera considerable el tiempo de producción de mapas, proporcionado a la vez una buena calidad en la cartografía.

ArcGis Data Interoperability

Esta extensión posibilita fácilmente, utilizar y distribuir datos en múltiples formatos. Aprovecha las funcionalidades de extracción, transformación y carga de datos espaciales para eliminar las barreras, para compartir y proveer datos espaciales de precisión a sus usuarios. **(España, Esri)**

ArcGis Publisher

La presente extensión permite la conversión de documentos de mapas en documentos de mapas publicables, para su visualización posterior a través de la aplicación gratuita de ESRI. Además es utilizada para la administración en la publicación de mapas.

ArcGis Schematics

Dicha extensión permite generar esquemas a partir de los datos de red almacenados en la bases de datos geográficos. Se pueden mostrar los datos de una forma simple lo cual posibilita optimizar la gestión y el mantenimiento de la red.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

ArcGis Survey Analyst

Esta extensión es la que posibilita el almacenamiento y gestión de medidas topográficas obtenidas en puntos observados y estaciones en el campo. Además de permitir los cálculos dentro de la base de datos geográficos.

ArcGis Network Analyst

Dicha extensión que resuelve problemas de rutas con redes multimodales como la generación de la ruta más eficiente, localización de las ubicaciones más próximas, generación de áreas de servicio basadas en tiempos de viaje, cálculo de matriz de origen-destino y listado de informe de direcciones. **(España, Esri)**

ArcGis Geostatistical Analyst

Dicha extensión tiene gran utilidad en la creación de superficies continuas tomando como punto de partida medidas tomadas en puntos de ejemplo. Además es utilizado para predecir con exactitud valores para superficies utilizando el método Kriging. También esta extensión posee herramientas para el modelamiento de la probabilidad, para generar estadísticas resumidas de los datos, analizar tendencias y representar gráficamente datos estadísticos.

ArcScan para ArcGis

La presente extensión es utilizada en la conversión de la información de formato ráster a formato vectorial. Posee todas la herramientas para generar automáticamente elementos vectoriales (líneas y polígonos) en formatos de ficheros de mapa a partir de información ráster. Es idóneo para reconocer y vectorizar estructuras espaciales con formas particulares (circulares, ortogonales, rectangulares), como edificios y otros elementos.

ArcPress para ArcGis

Esta extensión es utilizada en la impresión de mapas. Los mapas SIG poseen gran cantidad información, simbología complicada e imágenes exageradamente pesadas que habitualmente entorpecen o tardan mucho tiempo para imprimir en impresoras usuales. ArcPress posibilita restituir mapas con óptima calidad en una impresora, sin tener que realizar gastos en la adición de memoria o hardware. Esta extensión transforma su computador a un procesador de impresión.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

ArcGis StreetMap™ USA

La presente extensión posee cartografía a nivel de calles de todo los Estados Unidos, así como la geocodificación para el mismo con la utilización de esta extensión se puede localizar prácticamente cualquier dirección en los Estado Unidos. Las capas StreetMap rotulan y dibujan elementos tales como puntos de referencia locales, calles, parques, cuerpos de agua y otros elementos.

MrSID™ Codificador para ArcGis

Esta extensión MrSID(Multi-resolution Seamless Image Database) presenta un compresor capaz de comprimir y hacer mosaicos con imágenes muy grandes hasta de 500mb, este potente codificador es comercializado por la empresa LizardTech, Inc, quien también ofrece productos adicionales que le permiten comprimir imágenes de tamaño mayor. **(ESRI)**

1.6 Metodologías de Desarrollo

En la actualidad la evolución alcanzada en el desarrollo de software es inmensa, el personal involucrado en dicho proceso se ha visto en la necesidad de estandarizar el trabajo de las aplicaciones que se crean. Por lo que se han construido unas series de metodologías para el desarrollo de software lo que posibilita que todos los miembros del proyecto puedan entenderse utilizando el mismo estándar, a continuación se exponen algunas de las metodologías de desarrollo existentes.

Programación Extrema (XP)

La metodología Extreme Programming (XP) o Programación Extrema, es una de variantes de las metodologías ágiles con más aceptación en la comunidad internacional de desarrollo.

XP (eXtreme Programing) nace como nueva disciplina de desarrollo de software hace aproximadamente unos seis años, y ha causado una gran conmoción entre el colectivo de programadores del mundo. Con sus teorías ha conseguido el respaldo de gran parte de la industria del software y el rechazo de otra parte. La programación extrema se basa en la simplicidad, la comunicación y el reciclado continuo de código, para algunos no es más que aplicar una pura lógica.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Los fundamentos de la misma según su creador son: mejorar la comunicación, buscar la simplicidad, buscar retroalimentación en que también va el trabajo y que siempre hay que proceder con valentía. Una de las herramientas más importantes en la metodología XP es el desarrollo orientado a pruebas, que utiliza las pruebas unitarias como eje de todo desarrollo. Las interacciones suelen ser muy cortas y se promueve a los programadores a buscar soluciones y experiencia con ellas, programar sin miedo a descomponer el sistema.

SCRUM

Es un proceso ágil y liviano que sirve para administrar y controlar el desarrollo de software. El desarrollo se realiza en forma iterativa e incremental (una iteración es un ciclo corto de construcción repetitivo). Cada ciclo o iteración termina con una pieza ejecutable que incorpora una nueva funcionalidad.

En SCRUM el equipo se enfoca solamente en construir software de calidad. La gestión de proyecto se focaliza en definir las características del software a construir y remover cualquier obstáculo que pudiera entorpecer el trabajo del equipo de desarrollo. Se busca que los equipos de desarrollo sean lo más productivos posible. **(Schwaber, 2004)**

Proceso Unificado de Desarrollo.

Es un proceso de ingeniería de software que provee un enfoque para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta calidad que satisfaga la necesidad del usuario final dentro de un tiempo y presupuesto previsible.

RUP mejora la productividad del equipo ya que permite que cada miembro del grupo sin importar su responsabilidad específica acceda a la misma base de datos de conocimiento. Esto hace que todos compartan el mismo lenguaje, la misma visión y el mismo proceso acerca de cómo desarrollar software. **(Fernández, 2000)**

1.7 ¿Por qué RUP?

Es un proceso para el desarrollo de un proyecto que tiene claramente definido quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto. Tiene tres características esenciales.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

- Dirigido por casos de uso: que orientan el proyecto a la importancia para el usuario y lo que este quiere. Los casos de uso representan los requisitos funcionales y fuerzan a pensar en términos de importancia para el usuario y no sólo en términos de qué funciones sería bueno tener. Los casos de uso no sólo son una herramienta para especificar los requisitos del sistema, también guían su diseño, implementación y pruebas, es decir, guían todo el desarrollo software.
- Centrado en la arquitectura: realiza la toma de decisiones que indica cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden. Pues la manera en que se organiza el sistema depende de los casos de uso claves y debe tener en cuenta la comprensibilidad, la facilidad de adaptación al cambio y la reutilización. Los casos de uso claves son aquellos que dotan al sistema con funcionalidades fundamentales para los usuarios y sin los cuales, los demás casos de uso no tienen sentido.
- Es iterativo e incremental: donde divide el desarrollo en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen su objetivo de manera más depurada. El trabajo se divide en partes más pequeñas llamadas iteraciones, en cada iteración se recorren los flujos de trabajo.

RUP maneja 6 claves principales:

- Adaptación de procesos: El proceso debe adaptarse a las características de la propia organización. El tamaño del mismo, así como las regulaciones que lo condicionen, influirán en su diseño específico. También se deberá tener en cuenta el alcance del proyecto.
- Balancear prioridades: Los requerimientos de los diversos inversores pueden ser diferentes, contradictorios o disputarse recursos limitados. Debe encontrarse un balance que satisfaga los deseos de todos.
- Colaboración entre equipos: El desarrollo de software no lo hace una única persona sino múltiples equipos. Debe haber una comunicación fluida para coordinar requerimientos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados.
- Demostrar valor iterativamente: Los proyectos se entregan, aunque sea de un modo interno, en etapas iteradas. En cada iteración se analiza la opinión de los inversores, la estabilidad y calidad del producto, y se refina la dirección del proyecto así como también los riesgos involucrados
- Elevar el nivel de abstracción: Este principio dominante motiva el uso de conceptos reutilizables tales como patrón del software, lenguajes 4GL o esquemas

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

(frameworks) por nombrar algunos. Éstos se pueden acompañar por las representaciones visuales de la arquitectura, por ejemplo con UML.

- Enfocarse en la calidad: El control de calidad no debe realizarse al final de cada iteración, sino en todos los aspectos de la producción.

RUP divide el proceso en 4 fases principales, de las cuales se realizan varias iteraciones según el proyecto y en las que se hace un mayor hincapié en las distintas actividades. **(Pablo, 2007)**

Las actividades de RUP se centran en crear y mantener modelos utilizando UML. Como no existe un único proceso que sea apropiado para todos los desarrollos, RUP es un proceso configurable. Se adapta tanto a grupos pequeños de desarrollo como a grandes organizaciones. Basándose en lo que se consideran las mejores prácticas de desarrollo de software, RUP resulta apropiado para una amplia gama de proyectos y organizaciones.

RUP aplica 6 prácticas principales para el desarrollo de sistemas. Estas prácticas son:

- Desarrollo de software en forma iterativa: permite ir creciendo en el entendimiento del problema a través de refinamientos sucesivos. Esto también permite introducir cambios tácticos en los requerimientos, características del sistema o en los tiempos.
- Gestión de requerimientos: es necesario para garantizar que al final el software tenga la calidad requerida.
- Uso de arquitecturas basadas en componentes: el uso de una arquitectura basada en componentes hace que el sistema pueda reutilizar componentes desarrollados con antelación y facilitar el trabajo que se realiza.
- Modelización visual del software: El proceso le demuestra cómo modelar visualmente software para capturar la estructura y el comportamiento de arquitecturas y de componentes.
- Verificación de calidad del software: RUP le asiste en el planeamiento, el diseño, la puesta en marcha, la ejecución, y la evaluación de las pruebas de confiabilidad, funcionalidad, performance de la aplicación y el sistema
- Control de cambios: La capacidad de manejar los cambios - asegurándose que cada cambio sea aceptable, y pudiendo continuar con los mismos- es esencial en un ambiente en el cual el cambio es inevitable. **(Jhonatan Mina, 2008)**

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

1.8 Lenguajes de Modelado

Los lenguajes de modelado de objetos son un conjunto estandarizado de símbolos y de modos de disponerlos para modelar un diseño de software orientado a objetos. Con el transcurso de los años se han ido desarrollando las técnicas de programación orientada a objetos. Además se han desarrollado diferentes lenguajes de modelación orientado a objetos. Algunos ejemplos de estos lenguajes de modelado son:

Lenguaje de Modelado OO i*

La notación i* fue creada en la primera mitad de la década de los 90. Permite expresar de forma clara y sencilla los objetivos de los actores que aparecen en los modelos y la dependencia entre ellos. Consta con una notación gráfica que permite tener una visión intuitiva y unificada del entorno modelado mostrando tales actores y dependencias.

Tiene la desventaja de no tener una definición única del lenguaje. Además, las definiciones existentes no son tan claras como se desearía ya que contienen ambigüedades, contradicciones e incompletitudes.

Lenguaje de Modelado OO UML

El Lenguaje de Modelado Unificado (UML: Unified Modeling Language) es la sucesión de una serie de métodos de análisis y diseño orientados a objetos que aparecen a fines de los 80's y principios de los 90's. UML es llamado un lenguaje de modelado, no un método. Los métodos consisten de ambos de un lenguaje de modelado y de un proceso. UML incrementa la capacidad de lo que se puede hacer con otros métodos de análisis y diseño orientados a objetos. Los autores de UML apuntaron también al modelado de sistemas distribuidos y concurrentes para asegurar que el lenguaje maneje adecuadamente estos dominios.

UML es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema con gran cantidad de software. UML proporciona una forma estándar de escribir los planos de un sistema, cubriendo tanto las cosas conceptuales, tales como procesos del negocio y funciones del sistema, como las cosas concretas, tales como las clases escritas en un lenguaje de programación específico, esquemas de bases de datos y componentes software reutilizables. **(Jacobson, 2004)**

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

La estandarización de un lenguaje de modelado es invaluable, ya que es la parte principal del proceso de comunicación que requieren todos los agentes involucrados en un proyecto informático. Si se quiere discutir un diseño con alguien más, ambos deben conocer el lenguaje de modelado y no así el proceso que se siguió para obtenerlo.

Una de las metas principales de UML es avanzar en el estado de la integración institucional proporcionando herramientas de interoperabilidad para el modelado visual de objetos. Sin embargo para lograr un intercambio exitoso de modelos de información entre herramientas, se requirió definir a UML una semántica y una notación.

La notación es la parte gráfica que se ve en los modelos y representa la sintaxis del lenguaje de modelado. Por ejemplo, la notación del diagrama de clases define como se representan los elementos y conceptos como son: una clase, una asociación y una multiplicidad. ¿Y qué significa exactamente una asociación o multiplicidad en una clase? Un modelo es la manera de definir esto (un diagrama, usualmente de clases, que define la notación).

Para que un proveedor diga que cumple con UML debe cubrir con la semántica y con la notación. Una herramienta de UML debe mantener la consistencia entre los diagramas en un mismo modelo. Bajo esta definición una herramienta que sólo dibuje, no puede cumplir con la notación de UML. El lenguaje está dotado de múltiples herramientas que permiten modelar (analizar y diseñar) sistemas Orientados a Objeto (OO).

Las herramientas que provee UML para el desarrollo de sistemas OO son **(Torres, 2005)**:

- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de clases
- Diagrama de estados
- Diagrama de secuencias
- Diagrama de actividades
- Diagrama de colaboraciones
- Diagrama de componentes
- Diagrama de distribución

Características de UML

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

- Permite adaptarse fácilmente a los usuarios, así como a otros usuarios de otros métodos.
- Permite modelar nuevas cosas en el proyecto que se desarrolla.
- UML provee una expresividad e integridad holística mejorada, respecto a otros lenguajes de moldeamiento visual.
- UML es fácil de aprender y usar, ya sea respecto a las técnicas más avanzadas, es decir, estereotipos y propiedades, así como algunos cambios en la anotación y semánticas.
- UML será la elección obvia para realizar nuevos proyectos, especialmente cuando se incremente la disponibilidad de herramientas, libros y cursos.

1.9 ¿Por qué UML?

Hoy en día, UML está consolidado como el lenguaje estándar en el análisis y diseño de sistemas de cómputo. Mediante UML es posible establecer la serie de requerimientos y estructuras necesarias para plasmar un sistema de software previo al proceso intensivo de escribir código. En otros términos, así como en la construcción de un edificio se realizan planos previo a su construcción, en Software se deben realizar diseños en UML previa codificación de un sistema. UML es un lenguaje, que posee más características visuales que programáticas, las mismas que facilitan a integrantes de un equipo multidisciplinario participar e intercomunicarse fácilmente, estos integrantes siendo los analistas, diseñadores, especialistas de área y desde luego los programadores.

Como resultado del estudio de las características de los lenguajes de modelado especificadas anteriormente se acordó que el lenguaje de modelado utilizado para la construcción del SIG es UML 2.0 ya que el mismo permite realizar un correcto modelado del sistema que se quiere lograr y además es el lenguaje de modelado estándar en la UCI.

1.10 Herramientas Case

Las herramientas CASE (Computer Aided/Assisted Software/System Engineering) o (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) son un conjunto de herramientas

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

que brindan soporte a un enfoque de ingeniería en el desarrollo de software en alguna o en todas las fases de este proceso. **(Kendall, 2005)**

Rational Rose

Es la herramienta CASE que comercializan los desarrolladores de UML y que soporta de forma completa la especificación del UML. Esta herramienta propone la utilización de cuatro tipos de modelos para realizar un diseño del sistema, utilizando una vista estática y otra dinámica de los modelos del sistema, uno lógico y otro físico. Permite crear y refinar estas vistas creando de esta forma un modelo completo que representa el dominio del problema y el sistema de software.

Rational Rose utiliza un proceso de desarrollo iterativo controlado donde el desarrollo se lleva a cabo en una secuencia de iteraciones. Cada iteración comienza con una primera aproximación del análisis, diseño e implementación para identificar los riesgos del diseño, los cuales se utilizan para conducir la iteración, primero se identifican los riesgos y después se prueba la aplicación para que éstos se hagan mínimos.

Rose permite que hayan varias personas trabajando a la vez en el proceso iterativo controlado, para ello posibilita que cada desarrollador opere en un espacio de trabajo privado que contiene el modelo completo y tenga un control exclusivo sobre la propagación de los cambios en ese espacio de trabajo. **(Martínez)**

Visual Paradigm

Visual Paradigm para UML es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Este es un completo sistema que permitirá aumentar la productividad al momento de desarrollar, para los ingenieros y arquitectos de software es excelente ya que muy fácilmente se puede centralizar y planificar las ideas.

Además de mejorar la productividad en el desarrollo y mantenimiento del software, aumentar la calidad del mismo, reducir el tiempo de desarrollo y mantenimiento. Mejora la planificación de un proyecto, realizar una gestión global en todas las fases de desarrollo de software con una misma herramienta. Esta herramienta es de gran ayuda en todos los aspectos del ciclo de vida del software.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Características

- Producto de alta calidad.
- Soporta aplicaciones Web.
- Los diagramas y los reportes generados, son de muy buena calidad.
- Soporte para varios idiomas.
- Generación de código para Java y exportación como HTML.
- Fácil de instalar y actualizar.
- Compatibilidad entre ediciones.
- Es libre, multiplataforma y posibilita la generación de código y documentación.
- Permite dibujar 13 tipos de diagramas diferentes a través de un intuitivo modelado visual y la aplicación de ingeniería inversa.

1.11 ¿Por qué Visual Paradigm?

En la actualidad es una de las herramientas CASE más utilizada debido a la facilidad de su manejo, además es multiplataforma lo que permite utilizarlo no solo en Windows sino también en sistemas Linux.

Partiendo del estudio realizado de las herramientas CASE el equipo de trabajo decidió seleccionar para el modelado de la Ingeniería de Software la herramienta CASE Visual Paradigm 3.4 teniendo en cuenta sus potentes características y es la herramienta CASE estándar en la UCI.

1.12 Conclusiones Parciales

La selección de la metodología de desarrollo, el lenguaje de modelado y la herramienta CASE a utilizar en el trabajo, permitirán organizar las actividades a desarrollar en el mismo, modelar adecuadamente el negocio, realizar una apropiada captura de requerimientos, así como la modelación del sistema a construir, con lo que se proveerá al equipo de desarrollo de las características necesarias que debe tener el mismo.

Como se ha visto a lo largo de este documento, son evidentes las ventajas que sugiere el uso de Sistemas de Información que puedan ser referenciados a entidades espaciales. Además resulta fundamental el uso de ArcGis Desktop en la elaboración de Sistemas de Información Geográfica, por la gran utilidad que significa combinar la potencialidad de la parte gráfica del sistema con un banco de datos.

Capítulo I: Sistemas de Información Geográfica

Es importante destacar que el uso de los SIG no debe ser manejado como un problema de tecnología, como ha sido durante años. En cambio, su uso debe reflejar la necesidad de una herramienta para el manejo de datos espaciales, con la finalidad de resolver un problema. Además es importante destacar que desde el punto de vista profesional resulta de gran importancia el aprendizaje de la utilización de una herramienta tan importante como es ArcGis Desktop.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Capítulo II: Análisis del Sistema. Presentación de la solución propuesta.

2.1 Introducción

En el presente capítulo se enumeran y especifican los Requerimientos Funcionales (RF) y los Requerimientos No Funcionales (RNF) que debe cumplir el sistema, se identifican los actores del sistema y se realiza el Diagrama de Casos de Uso del Sistema (DCUS), describiéndose así la propuesta de solución.

2.2 Modelo de Dominio

Teniendo en cuenta que no se tienen bien definidos los procesos del negocio se realizará una modelación del dominio y se procederá a explicar cada uno de los conceptos que forman parte del mismo. Todo ello para tener una mejor comprensión de la estructura del dominio.

El modelo de dominio captura los tipos de objetos más importantes que existen, teniendo como características que permite ayudar a los usuarios, clientes y desarrolladores a utilizar un vocabulario común, con el objetivo de lograr una mejor comprensión del contexto en que se realiza el sistema. En la figura 2.1 se muestra el diagrama de clases del dominio.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

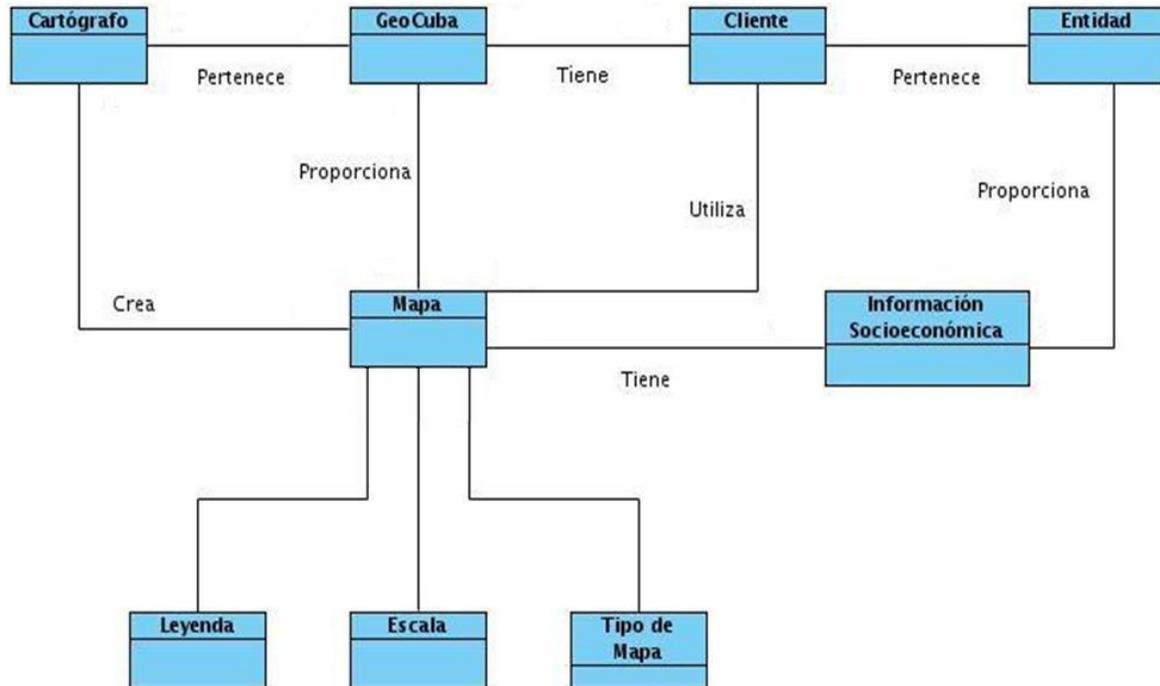


Figura 2.1 Diagrama de Clases del dominio.

2.3 Descripción del Diagrama de Clases del Dominio

GeoCuba es la empresa que determina todos los procesos geológicos desarrollados en Cuba, a la que pertenecen varios cartógrafos que son los encargados de crear o construir los mapas, que se le proporcionan a otras entidades y distinguen a dicha empresa.

Los mapas están compuestos por varias escalas representativas, leyendas que permiten un mejor entendimiento de los mismos y la tipografía, que está referida a la variedad de mapas existentes de acuerdo con su especificación, que pueden ser de división Político-Administrativa, Vegetación, Yacimientos geológicos, entre otros. También estos mapas tienen en su haber toda la información socioeconómica, tratada en los distintos tipos de datos referentes a todos los sectores de la economía y la sociedad.

Los mapas son utilizados, además, por los diferentes clientes pertenecientes a una entidad específica, la misma proporciona toda la información socioeconómica que se le agregará posteriormente a los mapas.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

2.4 Glosario de Términos del Dominio

A continuación se presentan una serie de los principales conceptos que se tratan en el modelo de dominio.

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

GeoCuba: Grupo empresarial que se dedica a la elaboración, producción y venta de planos, mapas y cartas náuticas con diversos fines, así como a la realización de estudios geográficos, de impacto ambiental, e investigaciones científicas en ramas del campo de las geociencias, entregando a sus clientes, productos informativos terminados con alta calidad y fiabilidad.

Cliente: Persona que trabaja en una empresa, organismo u organización que necesite trabajar o consultar algún tipo de información incluida en un mapa.

Entidad: Empresa, organismo u organización que solicita un servicio determinado utilizando un mapa y que proporciona la información socioeconómica referente al mismo.

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

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

Capítulo II: Análisis del Sistema.

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

Leyenda: Explicación de los símbolos, los colores, las tramas y los sombreados empleados en un mapa; suele encontrarse a pie de página o en un recuadro, situado en sus márgenes o bien en su dorso. Los símbolos empleados en los mapas pueden llegar a contener un gran volumen de información, que por su facilidad de lectura permiten una rápida interpretación.

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

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

2.5 Captura de Requerimientos

Se aborda una visión general del problema que se está resolviendo y las áreas clave de funcionalidad que se deben tratar en la solución. Es el flujo de trabajo que da una visión de qué es necesario hacer para dar respuesta a las solicitudes del usuario dado a que tiene como objetivo principal describir que hará el sistema. En el mismo se capturan los requisitos funcionales y no funcionales que el sistema debe poseer lo que posibilita a desarrolladores y clientes un entendimiento común, además provee una base para planificar el costo y la duración del proyecto, establecer y mantener un acuerdo entre el equipo de desarrollo y los clientes acerca de lo que el sistema debe hacer.

2.6 Requisitos Funcionales del Sistema

Los requerimientos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir. Los requisitos que debe cumplir el módulo de administración y visualización de mapas para la plataforma ArcGis son:

RF 1 Ampliar Mapa: El sistema debe permitir ampliar la región del mapa seleccionada por el usuario.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

RF 2 Alejar Mapa: El sistema debe permitir alejar la región del mapa seleccionada por el usuario.

RF 3 Mover Mapa: El sistema debe permitir al usuario mover el mapa en cualquier dirección usando el puntero.

RF 4 Visualizar Rutas Factibles: El sistema debe brindar al usuario la posibilidad de determinar algunas rutas factibles de un punto hasta otro punto.

RF 5 Visualizar Ruta Mínima: El sistema debe brindar al usuario la opción de mostrar la ruta mínima entre dos puntos cualesquiera.

RF 6 Medir Distancia: El sistema debe de ser capaz de brindar al usuario la posibilidad de medir la distancia que existe entre dos puntos.

RF 7 Calcular Área: El sistema debe permitir calcular el área comprendida por tres o más puntos.

RF 8 Localizar Coordenadas: El sistema debe brindar la posibilidad de buscar una ubicación geográfica mediante un par de coordenadas X, Y.

RF 9 Realizar Búsquedas Temáticas: El sistema debe de ser capaz de brindarle a los usuarios la posibilidad de hacer búsquedas temáticas.

RF 10 Cargar Cartografía: El sistema debe brindar a los usuarios (Administradores) la posibilidad de cargar cualquier cartografía que posean el mismo formato.

RF 11 Mostrar Capas: El sistema debe permitir al usuario mostrar las capas seleccionadas.

RF 12 Ocultar Capas: El sistema debe permitir al usuario ocultar las capas deseadas.

RF 13 Visualizar en 3D: El sistema debe brindar al usuario la posibilidad de visualizar varias capas de información en tres dimensiones.

RF 14 Autenticar Usuario: El sistema debe de ser capaz de verificar si el usuario tiene los permisos para acceder al sistema, además de verificar los permisos del mismo.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

RF 15 Adicionar Usuario: El sistema debe de ser capaz de adicionar un nuevo usuario.

RF 16 Actualizar Usuario: El sistema debe permitir actualizar los datos de un usuario existente.

RF 17 Eliminar Usuario: El sistema debe permitir eliminar un usuario existente.

2.7 Requisitos no Funcionales del Sistema

Los requerimientos no funcionales sirven para que clientes y usuarios puedan valorar las características no funcionales del producto, pues si se conoce que el mismo cumple con toda la funcionalidad requerida, las propiedades no funcionales, como cuán usable, seguro, conveniente y agradable, pueden marcar la diferencia entre un producto bien aceptado y uno con poca aceptación.

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Son las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido y confiable. Por lo tanto la aplicación debe cumplir con las siguientes propiedades:

Hardware: Las computadoras que utilizarán el software a desarrollar deberán tener la velocidad de la CPU a 1,6 GHz como mínimo, se recomienda uno superior. También deben poseer un procesador Core Duo, Pentium 4 o uno superior. La memoria RAM que deben tener como mínimo es de 1 GB, se recomienda 2 GB o superior, si se utiliza el ArcSDE Personal Edition para software de Microsoft SQL Server Express, es necesario 2 GB de RAM. El espacio en disco que se necesita es de 4 GB, la resolución de la pantalla debe ser de 1024 x 768 o una superior. Tarjeta de video con al menos 32 MB de memoria de video, sin embargo se recomienda 64 MB de memoria de video o más.

Diseño: El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo, debe ser de fácil de utilizar para que usuarios inexpertos puedan familiarizarse rápidamente.

Rendimiento: El tiempo de respuesta está dado por la cantidad de información a procesar, entre mayor cantidad de información mayor será el tiempo de procesamiento. Al igual que el tiempo de respuesta, la velocidad de procesamiento de la información, la

Capítulo II: Análisis del Sistema.

actualización y la recuperación dependerán de la cantidad de información que tenga que procesar la aplicación.

Seguridad y Confiabilidad: Para acceder al sistema se debe utilizar una autenticación convencional (usuario y contraseña) para determinar los permisos necesarios con que debe constar cada usuario. El acceso a la base de datos debe ser seguro y la misma debe contar con backups para la recuperación de los datos en caso de algún tipo de incidente.

Software: Las computadoras deben tener instalada la plataforma ArcGis Desktop 9.1 o una versión posterior a esta. En el servidor de base de datos debe estar instalado el sistema gestor de base de datos Oracle o SQL Server. El sistema que se desarrollará sólo admite como sistema operativo Windows y debe de ser compatible con los sistemas operativos: Windows 2000 Professional, Windows Server 2003 (32-bit) (64-bit), Windows XP (32-bit) (64-bit), Windows Vista (32-bit) (64-bit), Windows 7 (32-bit) y (64-bit). Para que la aplicación pueda ejecutarse se requiere del Framework .NET 2.0 además de Python para el geoprocésamiento. Se propone C# como lenguaje de programación para el desarrollo de la propuesta de solución y como herramienta de desarrollo Microsoft Visual Studio.

Ayuda: El sistema debe contar con una ayuda general que guiará al usuario a la hora que este interactúe con el sistema logrando así un mejor uso de la herramienta.

2.8 Actores del Sistema

Los actores del sistema son aquellas personas, entidades, sistemas o cualquier agente externo que interactúe con el sistema. Cada actor puede interactuar con uno o más casos de uso. En la tabla 2.2 se identifican los actores del sistema y su descripción.

Actor	Descripción
Cliente	Persona autorizada a realizar cálculos, búsquedas y localizaciones sobre una cartografía existente.
Administrador	Persona encargada de la administración del sistema, además es quien actualiza la información que está en la Base de Datos y es el encargado de cargar la cartografía que los usuarios necesiten.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Tabla 2.2 Actores del Sistema

2.9 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

Un diagrama de casos de uso del sistema representa gráficamente a los procesos y su interacción con los actores. A continuación en la figura 2.3 se muestra el diagrama de casos de uso perteneciente al sistema.

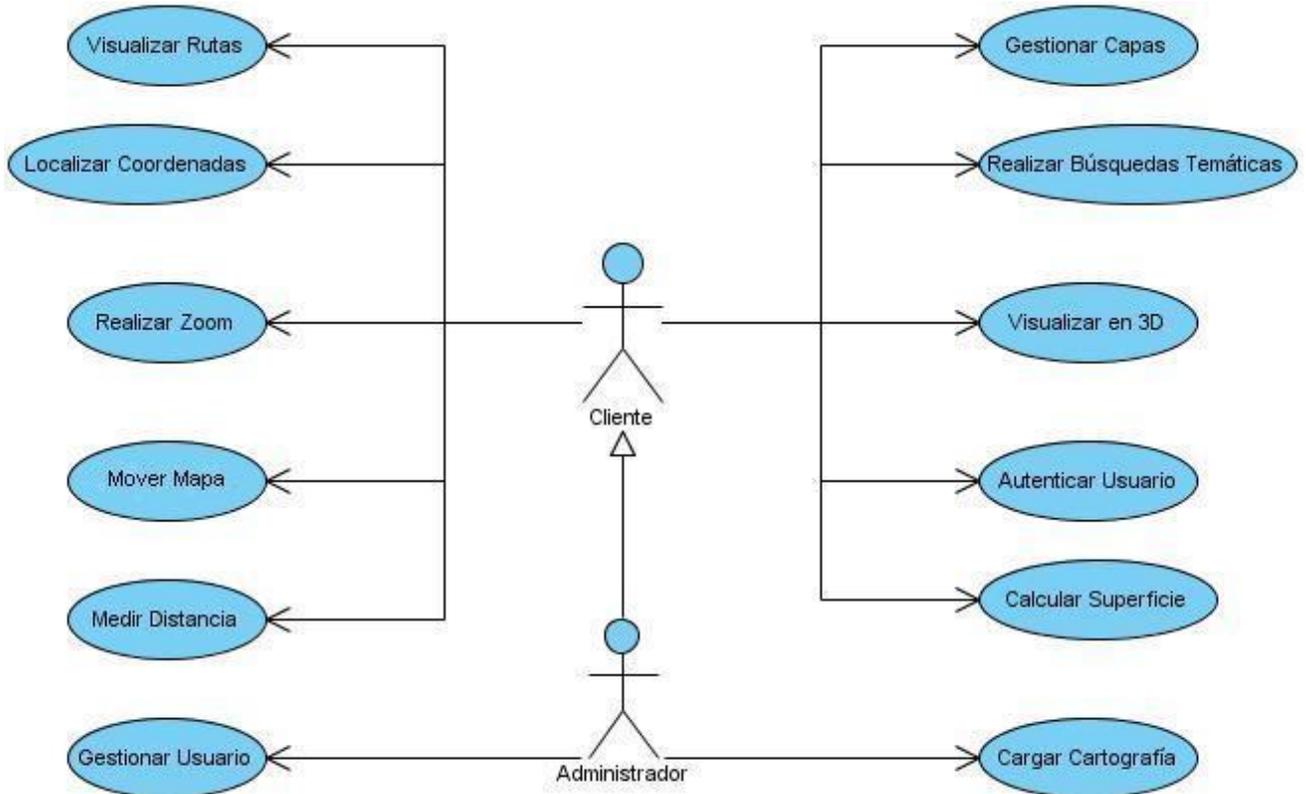


Figura 2.3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

2.10 Descripción de los Casos de Uso del Sistema

En el presente epígrafe se realizan las descripciones textuales de algunos de los casos de uso del sistema, las restantes descripciones textuales se pueden localizar en el Anexo I. Se describen a un nivel más detallado con el fin de obtener una mejor comprensión de lo que el sistema debe hacer ya que con la representación gráfica del diagrama de casos de uso no es suficiente para la realización de los mismos. En el Anexo III se encuentra el prototipo de interfaz del sistema a desarrollar.

2.10.1 Descripción del Caso de Uso Realizar Zoom

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Caso de Uso:	Realizar Zoom
Actores:	Cliente
Propósito:	Este caso de uso es ejecutado con el propósito de cambiar la forma de visualización de un mapa en la pantalla.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el cliente desea aumentar o disminuir y termina cuando el sistema muestre el resultado en la pantalla.
Precondiciones:	El usuario debe de estar autenticado.
Referencias:	RF 1, RF 2
CU Asociados:	
Prioridad:	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor selecciona en la paleta de herramientas las opciones para redimensionar mapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zoom + • Zoom - 	<p>2. El sistema ejecuta la opción deseada por el actor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si selecciona "Zoom +", ir a la sección "Zoom +". • Si selecciona "Zoom -", ir a la sección "Zoom -".
Sección "Zoom +"	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>1. El sistema carga la opción zoom + de la paleta de herramientas y espera por las coordenadas que el usuario seleccione.</p>
<p>2. El actor hace clic sobre la región del mapa que desea.</p>	<p>3. El sistema captura las coordenadas (x, y) donde el usuario realizó el clic, centra el mapa en dichas coordenadas, aumenta el nivel zoom en un 30% y disminuye la escala al doble.</p>
	<p>4. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en el mapa.</p>
Sección "Zoom -"	
Flujo Normal de Eventos	

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Acción del Actor		Respuesta del Sistema
		1. El sistema carga la opción zoom - de la paleta de herramientas y espera por las coordenadas que el usuario seleccione.
2. El actor hace clic sobre el mapa que desea disminuir.		3. El sistema atrapa las coordenadas (x, y) donde el usuario realizó el clic, disminuye el nivel zoom en un 30%, aumenta la escala tomando como referencia las coordenadas del punto seleccionado por el usuario.
		4. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en el mapa.
Pos condiciones	El mapa muestra la nueva vista seleccionada por el usuario.	
Interfaz de Usuario		
		

2.10.2 Descripción del Caso de Uso Visualizar Rutas

Las extensiones ArcGis Network Analyst, ArcGis Spatial Analyst y la ArcGis Survey Analyst son las propuestas para la realización del Caso de Uso Visualizar Rutas dado a que el uso de dichas extensiones permiten calcular el costo acumulado del viaje de un punto a otro, lo cual además la utilidad de estas permiten realizar cálculos dentro de la base de datos geográfica lo que es de utilidad en la realización de este Caso de Uso teniendo en cuenta que esto ayuda a calcular las rutas factibles y la ruta óptima entre dos puntos.

Caso de Uso:	Visualizar Rutas
Actores:	Cliente
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de realizar cualquier tipo de análisis automatizado de rutas entre un punto de origen y destino a partir del análisis matemático de grafos espaciales creados sobre la base de las capas y debe trazar la ruta entre los puntos especificados.

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea realizar el análisis de las rutas entre dos puntos, la misma debe ser de manera automática y termina cuando el sistema devuelve el resultado del análisis.	
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado	
Referencias	RF 4, RF 5	
CU Asociados		
Prioridad	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor hace clic en el botón análisis de rutas de la paleta de herramientas.	2. El sistema despliega dos íconos con las opciones de análisis de rutas que cuenta el sistema.	
3. El actor selecciona haciendo clic una de las opciones.	4. El sistema ejecuta las operaciones teniendo en cuenta la opción seleccionada por el usuario. <ul style="list-style-type: none"> • Si selecciona visualizar rutas factibles ir a sesión "Calcular Rutas Factibles" • Si selecciona visualizar rutas factibles ir a sesión "Calcular Ruta Mínima" 	
Sesión "Calcular Rutas Factibles"		
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor hace clic en el botón "Calcular Rutas" en la paleta de herramientas.	2. El sistema carga la opción de calcular las rutas posibles entre dos puntos y se pone en espera de las coordenadas de los puntos.	
3. El actor hace clic en la posición inicial de la ruta y luego vuelve hacer clic en la posición final.	4. El sistema obtiene las coordenadas (x, y) de los puntos de inicio y de fin de la ruta.	
	5. El sistema calcula la distancia entre los nodos más cercanos a los puntos seleccionados, y calcula las posibles rutas entre los puntos.	
	6. El sistema procesa los datos y muestra con	

Capítulo II: Análisis del Sistema.

	<p>rutas de diferentes colores todas las posibles rutas entre los dos puntos seleccionados. Como se muestra en la Interfaz.</p>
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Interfaz de Usuario	
	
Sesión "Calcular Ruta Mínima"	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor hace clic en el botón "Calcular Distancia Mínima" en la paleta de herramientas.</p>	<p>2. El sistema carga la opción de calcular la ruta mínima entre dos puntos, espera las coordenadas de los puntos.</p>
<p>3. El actor hace clic en la posición inicial de la ruta que va a calcular y luego vuelve hacer clic en la posición final.</p>	<p>4. El sistema obtiene las coordenadas (x, y) del punto de inicio y fin de la ruta.</p>
	<p>5. El sistema calcula la distancia entre los nodos más cercanos a los puntos seleccionados, y calcula las posibles rutas entre los puntos y almacena las distancias del camino para cada ruta.</p>
	<p>6. Luego compara las distancias de los caminos y se queda con el menor.</p>
	<p>7. El sistema después de haber procesado los datos muestra una ruta de color verde la ruta perteneciente al camino de menor peso. Como se muestra en la Interfaz 8.</p>
Pos condiciones	<p>El sistema muestra al usuario las visualizaciones de rutas pertinentes entre dos puntos.</p>

Capítulo II: Análisis del Sistema.

Interfaz de Usuario

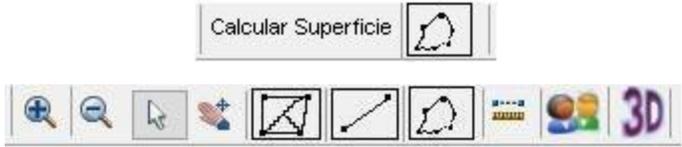


2.10.3 Descripción del Caso de Uso Calcular Superficie

La extensión ArcGis Survey Analyst y la ArcGis Spatial Analyst son las propuestas para la realización del Caso de Uso Calcular Superficie teniendo en cuenta que el uso de esta extensión posibilita el almacenamiento y gestión de medidas topográficas, además permite realizar cálculos dentro de la base de datos. Además posibilitan el Análisis de distancias.

Caso de Uso:	Calcular Superficie
Actores:	Cliente
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de realizar trazos formando una región para poder visualizar el cálculo del área de la misma.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea calcular el área de una región del mapa, y termina cuando el sistema muestra los valores correspondientes.
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado
Referencias	RF 7
CU Asociados	
Prioridad	Secundario
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor hace clic en el botón "Calcular Área".	2. El sistema carga la opción de calcular área comprendida entre tres o más puntos.
3. El actor hace clic izquierdo en varios puntos sobre el mapa de manera que quede un área comprendida en dichos puntos, luego hace doble clic en el último	4. El sistema crea una capa provisional donde dibuja el polígono trazado por el actor donde realiza los cálculos. Luego muestra un recuadro con el resultado del cálculo del área en metros cuadrados (m ²) comprendida entre

Capítulo II: Análisis del Sistema.

vértice para cerrar el área. Como se muestra en la Interfaz	los puntos realizados por el usuario.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Pos condiciones	El sistema muestra el cálculo del área en metros (m) comprendida entre dos puntos seleccionados por el usuario.
<p>Interfaz de Usuario</p> 	

2.12 Conclusiones Parciales

Como resultado de la realización de este capítulo se obtuvieron los artefactos correspondientes al modelado del dominio y modelado del sistema, esta documentación posibilitará un mejor entendimiento para los desarrolladores de lo que el sistema debe hacer. Determinándose quienes serán los actores que intervienen en el sistema así como los casos de uso que son iniciados por cada actor, lo que permite a los desarrolladores conocer quien inicializa cada caso de uso y definir así los roles de cada usuario en el sistema.

Además se realizaron las descripciones textuales de los casos de uso del sistema lo que garantiza una mejor comprensión de los mismos.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Capítulo III: Análisis de los Resultados

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza el análisis de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, además se analiza la calidad de los artefactos elaborados en el mismo, por lo cual se utilizan las métricas de calidad del software. Se plantea el resultado logrado luego de haber realizado dichas métricas y se analizan estos resultados, para medir la calidad con que fue realizado el trabajo.

3.2 Las Métricas

La medición es esencial en la disciplina de la ingeniería de software; brinda la posibilidad de tener una visión más profunda, dando un mecanismo que asiste en la medición. Las métricas del software comprenden un amplio elenco de mediciones para el software de computadora. Las mediciones se le aplican al proceso de software con el objetivo de mejorarlo. En los proyectos de software se utilizan con el propósito de controlar la calidad, evaluar la productividad y ayudar en la estimación.

El ingeniero de software utiliza las métricas para valorar la calidad de los resultados de trabajos técnicos y como herramienta asistente para la toma de decisiones a medida que el proyecto avanza. Por lo que se puede decir que las métricas se aplican con el propósito de ayudar a valorar la calidad de los productos de ingeniería o los sistemas que se construyen. Las mismas proporcionan una forma sistemática de valorar la calidad apoyándose en un conjunto de reglas claramente definidas. Se pueden utilizar en cualquier parte del ciclo de vida del desarrollo del software lo que permite descubrir y dar soluciones a problemas que surjan en el desarrollo del software. Los requisitos del software son el punto de partida de las medidas de calidad. Estándares específicos precisan una serie de criterios de desarrollo que guían la forma en que se desarrolla la ingeniería del software, si no se siguen estrictamente dichos criterios, no se podrá garantizar la calidad del software obtenido.

3.3 Métricas para la validación de los artefactos

En este epígrafe se realiza la aplicación de métricas para los artefactos generados en el capítulo anterior.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

3.3.1 Métricas para la especificación de requisitos

Para realizar la medición a la especificación de requisitos se utilizaron los criterios de Mark Davis Alan quien propone un listado de características que pueden ser utilizadas para la validación de la calidad del modelo del análisis y su correspondiente especificación de requisitos:

Especificidad (ausencia de ambigüedad), corrección, comprensión, capacidad de verificación, capacidad de logro, concisión, trazabilidad, capacidad de modificación, exactitud y capacidad de reutilización.

Las especificaciones deben de ser guardadas electrónicamente, ser ejecutables o al menos interpretables, anotadas por su importancia y estabilidad relativas, organizadas, con referencias cruzadas y especificadas al nivel correcto de detalle.

Muchas de las características anteriormente citadas parecen ser de naturaleza cualitativa, la sugerencia de Davis es que todas se puedan representar usando una o más métricas.

Con el objetivo de determinar la especificidad (ausencia de ambigüedad) de los requisitos Davis hace la sugerencia de una métrica basada en la consistencia de la interpretación de los revisores:

$$Q_1 = n_{ui} / n_r$$

Donde n_{ui} es el número de requisitos para los que todos los revisores tuvieron interpretaciones idénticas, n_r es el total de requisitos, es decir, la suma de los requisitos funcionales y los no funcionales. Cuanto más cerca de 1 esté el valor de Q_1 menor será la ambigüedad de la especificación.

En el presente trabajo se ejecutaron dos revisiones persiguiendo el objetivo de reflejar con más claridad las necesidades del cliente, además de lograr la obtención de un buen análisis sin ambigüedad en los requisitos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Revisión 1: Esta revisión fue efectuada por uno de los analistas del proyecto SGDGD donde se detectó que de los 17 requisitos funcionales habían 2 requisitos que no sugerían nada los requerimientos “Realizar Zoom+” y “Realizar Zoom-”, por lo que de

Capítulo III: Análisis de los Resultados

los 23 requisitos existentes en el trabajo, los revisores tuvieron interpretaciones coincidentes en 21 requisitos.

Aplicando lo planteado anteriormente la fórmula para dicha métrica asume los siguientes valores:

$$Q_1 = 21 / 23$$

$$Q_1 = 0.9$$

Revisión 2: En esta revisión el equipo de calidad que la realizó, no detectó que ningún requisito tuviese ambigüedad. Dado a que se resolvió el problema que se detectó en la revisión anterior, se cambiaron los nombres de los requisitos, quedando con el nombre de “Ampliar Mapa” y “Alejar Mapa” este cambio hizo que los revisores tuvieran interpretaciones idénticas para los 23 requisitos.

Aplicando lo planteado anteriormente la fórmula para dicha métrica asume los siguientes valores.

$$Q_1 = 23 / 23$$

$$Q_1 = 1$$

Se llegó a la conclusión después de haber realizado 2 revisiones de que los requisitos presentan un bajo nivel de ambigüedad dado a que el valor que toma Q_1 en la primera revisión es de 0.86 que se aproxima bastante a 1, la segunda revisión teniendo en cuenta que el valor que toma la ambigüedad es de 1 lo que significa que no existe la ambigüedad. Por lo que se llega a la conclusión de que este trabajo diploma presenta gran calidad en la especificación de requisitos, lo que influye positivamente en la calidad del desarrollo del software.

3.3.2 Métricas para el grado de validación de requisitos

Para el grado de validación de los requisitos se aplicó la siguiente métrica la cual está dada por:

$$Q_3 = nc / (nc + n_{nv})$$

Donde **nc** es el número de requisitos que se han validado como correctos y **n_{nv}** el número de requisitos que no se han validado todavía.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

En la revisión realizada se obtuvo como resultado que todos los requisitos quedaron correctamente validados, tanto los funcionales como los no funcionales. Por lo que el cliente quedó plenamente satisfecho.

Aplicando lo planteado anteriormente la fórmula para dicha métrica asume los siguientes valores:

$$nc = 23 \quad n_{nv} = 0$$

$$Q_3 = 23 / (23 + 0)$$

$$Q_3 = 1$$

3.3.3 Métricas aplicadas al Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Para realizar la medición de la calidad del diagrama de casos de uso del sistema se empleó un modelo de métricas orientadas a objetos, la cual cuenta con 4 atributos los mismos son: Consistencia, Correctitud, Completitud y Complejidad.

Dichos atributos contienen diversos factores los cuales poseen una métrica asociada que asigna un valor cuantitativo del umbral de calidad que tiene este modelo.

La Correctitud radica en el grado en que las interacciones entre el actor y el sistema soportan el modelo del dominio. La Completitud reside en el grado en que se han detallado los casos de uso más relevantes. La Consistencia se fundamenta en el grado en que los casos de uso del sistema describen las interacciones entre el usuario y el sistema. Por otra parte la Complejidad viene dada por el grado de presentación de los elementos que describen el contexto y la claridad del sistema.

Atributos	Factores
Consistencia	<ul style="list-style-type: none">¿La descripción del flujo de eventos se inicia con la descripción de una acción externa originada por un actor o por una condición interna del sistema claramente identificable?¿El nombre dado a los casos de uso es una expresión verbal que describe alguna funcionalidad relevante en el contexto del usuario?
Correctitud	<ul style="list-style-type: none">¿Existe para cada caso de uso por lo menos un usuario responsable?¿Representa el caso de uso requisitos comprensibles por el usuario?
Completitud	<ul style="list-style-type: none">¿Han sido definidos todos los roles relevantes de usuario encargados de administrar o consultar información?¿Están definidos todos los requisitos que justifican la funcionalidad de

Capítulo III: Análisis de los Resultados

	los casos de uso?
Complejidad	<ul style="list-style-type: none">• ¿Los elementos dentro del diagrama están adecuadamente ubicados de manera que facilitan su interpretación?

Tabla 3.1 Métricas aplicadas al Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

Se efectuaron 2 revisiones para verlas dirigirse al Anexo II.

3.4 Conclusiones Parciales

Con el objetivo de garantizar la calidad de los artefactos generados, en este caso la especificación de requisitos y el modelo de casos de uso del sistema, se aplicaron métricas a los mismos; realizándose dos revisiones por cada artefacto. Luego de haber realizado las revisiones y analizados los resultados de estas, se constató que los resultados fueron satisfactorios por lo que se concluyó con la certeza de que los artefactos generados cuentan con excelente calidad.

La aplicación de métricas a los artefactos generados constituyó un elemento fundamental en la evaluación de los mismos, permitiendo corregir algunos errores encontrados en una primera revisión, lo que facilitó en gran medida la calidad alcanzada en estos.

CONCLUSIONES

Conclusiones

Una vez concluida la presente investigación en la cual se realizó el análisis de un SIG sobre la plataforma ArcGis Desktop, el cual permitirá lograr un entendimiento común entre los clientes y el equipo de desarrollo del proyecto GENESIG, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- La utilización de métodos científicos de investigación tanto teóricos como empíricos posibilitó adquirir amplios conocimientos acerca del estado del objeto de estudio.
- Las tareas investigativas trazadas facilitaron desarrollar la investigación de forma ordenada y estructurada.
- El análisis detallado que se realizó sobre las diferentes tendencias y tecnologías actuales permitió que se escogieran las herramientas adecuadas para el modelado.
- El modelado posibilitó visualizar el sistema que se desea construir de una manera clara y precisa.
- Se aplicaron métricas para la evaluación de la calidad a los artefactos generados las cuales permitieron obtener una visión acerca del grado de validación de los requerimientos, así como una medida de los atributos completitud, correctitud, complejidad y consistencia del modelo de casos de uso del sistema.

Por todo lo antes mencionado se concluye que los objetivos propuestos para el presente trabajo han sido cumplidos satisfactoriamente.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

De acuerdo al trabajo realizado, la importancia conferida a la realización de un SIG sobre la plataforma ArcGis Desktop y teniendo en cuenta los resultados o beneficios que proporciona esta investigación, se recomienda:

- Diseñar e implementar la aplicación propuesta en este trabajo.
- Estudiar la posibilidad de adicionar nuevas funcionalidades al sistema teniendo en cuenta las necesidades del cliente.
- Que este trabajo sea consultado por los futuros desarrolladores de la aplicación en el momento de su implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas

- Ortiz, Gabriel.** GabrielOrtiz.com. [En línea] [Citado el: 12 de Diciembre de 2009.]
<http://www.gabrielortiz.com/index.asp>.
- Babylon, Diccionario.** Diccionario Babylon. [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] <http://diccionario.babylon.com/Georreferenciaci%C3%B3n>.
- Bosque, Sendra. 1992. Sistemas de Información Geográfica.** Madrid: Rialp, 1992.
- Calvo Melero, Miguel. Sistemas de Información Geográfica Digitales.** s.l. : EUSKOIKER.
- Comas, David y Ruiz, Ernests. 1993. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica.** s.l. : Ariel Geografía, 1993.
- Diccionario. Diccionario de la Lengua Española.** [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] <http://www.wordreference.com/definicion/cartograf%C3%ADa>.
- Quiñones, E. (2006). Introduccion a Postgresql.** DOI.
- Jhonatan Mina, f. m., Andres Fdo Perez (2008) "Resumen Ejecutivo Rup."** volumen, DOI.
- Schwaber, K. (2004). Agile Project Management with Scrum.**
- Torres, P. L. (2005) "Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML."** Volumen, DOI
- Pecos, D. (2008) "PostGreSQL vs. MySQL."** Volume, DOI:
- Fernández, C. A. F. Y. (2000) "El Proceso Unificado de Rational para el Desarrollo de Software."**
- Pablo, J. (2007).**
- MySQL. (s.f.). MySQL.** Recuperado el 26 de Enero de 2010, de <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/features.html>
- Kendall, K. (2005). "Análisis y Diseño de Sistemas."**
- Martínez, G. M. (s.f.). Monografías.** Recuperado el 6 de Febrero de 2010, de <http://www.monografias.com/trabajos5/insof/insof.shtml>
- Kellogg, M. (s.f.). wordreference.com.** Recuperado el 25 de Marzo de 2010, de <http://www.wordreference.com/definicion/cliente>
- Kellogg, M. (1999). WordReference.com .** Recuperado el 25 de Marzo de 2010, de <http://www.wordreference.com/definicion/cart%C3%B3grafo>
- Jacobson, I. B. (2004). El Proceso Unificado de desarrollo de Software.** La Habana: Félix Varela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESRI, E. (s.f.). ESRI España. Recuperado el 3 de Diciembre de 2009, de <http://www.esri.es/index.asp?pagina=4>

Humboldt, I. d. (s.f.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado el 24 de Noviembre de 2009, de <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001#6>

Esri. (s.f.). Resources. Recuperado el 1 de Junio de 2010, de <http://resources.ArcGis.com/es/glossary/term/527>

España, Esri. (s.f.). Esri España. Recuperado el 20 de Febrero de 2010, de <http://www.esri.es/index.asp?pagina=4>

Perú, I. d. (s.f.). Instituto del Mar del Perú. Recuperado el 20 de Noviembre de 2009, de <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.html>

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Babylon, Diccionario. Diccionario Babylon. [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] <http://diccionario.babylon.com/Georreferenciaci%C3%B3n>.

Bosque, Sendra. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Madrid : Rialp, 1992.

Calvo Melero, Miguel. Sistemas de Información Geográfica Digitales. s.l. : EUSKOIKER.

Comas, David y Ruiz, Ernests. 1993. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. s.l. : Ariel Geografía, 1993.

Diccionario. Diccionario de la Lengua Española. [En línea] [Citado el: 22 de Noviembre de 2009.] <http://www.wordreference.com/definicion/cartograf%C3%ADa>.

Enciclopedia ACE. [En línea] [Citado el: 21 de Noviembre de 2009.] <http://aceproject.org/ace-es/topics/et/etd/etd04>.

García Paz, Vladimir. 2001. GAFAG. [En línea] 31 de Mayo de 2001. [Citado el: 20 de Noviembre de 2009.] http://www.google.com.cu/url?sa=t&source=Web&ct=res&cd=1&ved=0CAcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gaf.de%2Fperu-Zis%2Fcontenidos%2Ftalleres%2FTaller%2520SIG%2FDocumentos%2FVG_Aplicaciones%2520SIG.pdf&rct=j&q=Introducci%C3%B3n+a+Aplicaciones+SIG+Por+Vladimir+García.

Instituto del Mar del Perú. [En línea] [Citado el: 20 de Noviembre de 2009.] <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.html>.

Ortiz, Gabriel. GabrielOrtiz.com. [En línea] [Citado el: 12 de Diciembre de 2009.] <http://www.gabrielortiz.com/index.asp>.

Latina, O. (s.f.). Osmosis Latina. Recuperado el 27 de Enero de 2010, de <http://www.osmosislatina.com/lenguajes/uml/basico.htm>

BIBLIOGRAFÍA

Limitada, A. y. (junio de 1988). DocIRS. Recuperado el 27 de Enero de 2010, de Systems, Document Información Retrieval: <http://www.docirs.cl/uml.htm>

Limitada, A. y. (junio de 1988). DocIRS. Recuperado el 27 de Enero de 2010, de Systems, Document Información Retrieval: http://www.docirs.cl/caracteristica_herramienta_uml.htm

Solís., M. C. (s.f.). Willy Dev. Recuperado el 6 de Febrero de 2010, de <http://www.willydev.net/descargas/prev/ExplicaXp.pdf>

Pressman, R. S. (2005). Ingeniería Del Software. Mcgraw-hill (2005, 6ª edición).

Alan, M. D. (1993). Requisitos de software: objetos, funciones y los Estados. Prentice Hall.

Jacobson, I. B. (2004). El Proceso Unificado de desarrollo de Software. La Habana: Félix Varela.

ESRI, E. (s.f.). ESRI España. Recuperado el 3 de Diciembre de 2009, de <http://www.esri.es/index.asp?pagina=4>

Humboldt, I. d. (s.f.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado el 24 de Noviembre de 2009, de <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001#6>

Esri. (s.f.). Resources. Recuperado el 1 de Junio de 2010, de <http://resources.arcgis.com/es/glossary/term/527>

Perú, I. d. (s.f.). Instituto del Mar del Perú. Recuperado el 20 de Noviembre de 2009, de <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.html>

ANEXOS

Anexos

Anexo I

Caso de Uso:	Mover Mapa	
Actores:	Cliente	
Propósito	El objetivo que el usuario persigue con este caso de uso es cambiar la posición de la visualización del mapa en la pantalla.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea moverse por el mapa en dependencia de su selección y termina cuando el sistema muestre el resultado en la pantalla.	
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado	
Referencias	RF 3	
CU Asociados		
Prioridad	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor selecciona en la paleta de herramientas la opción para "Mover Mapa".	2. El sistema carga la opción de realizar el paneo de la paleta de herramientas.	
3. El actor hace clic en un punto del mapa y se arrastra con el mouse.	4. El sistema calcula un ΔX y un ΔY tomando como referencia el centro de la pantalla, luego se obtiene un nuevo centro de pantalla a donde se desplazaría el mapa. No varía la escala, ni el nivel del zoom.	
	5. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en el mapa.	
Flujos Alternos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
Pos condiciones	El usuario se desplaza por cualquier parte del mapa.	

ANEXOS

Interfaz de Usuario



La extensión ArcGis Survey Analyst y la ArcGis Spatial Analyst son las propuestas para la realización del Caso de Uso Medir Distancia debido a la potencialidad que posee la misma en el almacenamiento y gestión de medidas topográficas, además permiten realizar cálculos dentro de la base de datos. Además posibilitan el Análisis de distancias.

Caso de Uso:	Medir Distancia
Actores:	Cliente
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de medir las distancias entre puntos en el mapa.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea medir la distancia que existe entre 2 ó más puntos marcados en un mapa, y termina cuando el sistema muestra los valores correspondientes.
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado
Referencias	RF 6
CU Asociados	
Prioridad	Secundario

Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor hace clic en el botón "Medir Distancia".	2. El sistema carga la opción de medir la distancia que hay entre puntos.
3. El actor hace clic en el punto donde se iniciará la medición y luego continúa realizando clic creando una línea formada por varios puntos, vuelve hacer doble clic en el punto donde termina la medición.	4. El sistema crea una capa provisional donde pinta la línea de puntos realizada por el usuario. La medición de la distancia se realiza en metros (m).

ANEXOS

	5. El sistema muestra un recuadro con el resultado de la medición en metros (m) de los puntos seleccionados por el usuario.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Pos condiciones	El sistema muestra la distancia en metros (m) que existe entre dos puntos.
Interfaz de Usuario	
	

La ArcGis Spatial Analyst es propuesta para su utilización en el Caso de Uso Localizar Coordenadas, debido a su efectividad para encontrar ubicaciones teniendo en cuenta esta gran utilidad que posee es el seleccionado para la realización de este Caso de Uso.

Caso de Uso:	Localizar Coordenadas
Actores:	Cliente
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de localizar cualquier objeto del mapa de acuerdo a las coordenadas (x, y) proporcionadas.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea realizar una localización por sus coordenadas, y termina cuando el sistema muestra el mapa en dichas coordenadas.
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado
Referencias	RF 8
CU Asociados	

ANEXOS

Prioridad	Secundario
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor hace clic en el botón "Localizador de Coordenadas".	2. El sistema muestra la ventana localización por coordenadas como se muestra en la Interfaz. Donde se muestra un formulario donde el usuario ingresará las coordenadas longitud, latitud (x, y) y el nivel del zoom con que el usuario quiere que se muestre el mapa en dichas coordenadas.
3. El actor ingresa el par de coordenadas (x, y), escoge el nivel del zoom y presiona el botón "Aceptar".	4. El sistema procesa la información realiza las conversiones necesarias y devuelve la visualización del resultado, moviendo al centro de la pantalla las coordenadas introducidas, con el nivel del zoom seleccionado por el actor.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
5. El actor hace clic en el botón "Cancelar".	6. El sistema cierra el recuadro.
Pos condiciones	El sistema muestra la ubicación de las coordenadas ingresadas por el usuario.

Interfaz de Usuario

The image shows a dialog box titled "Localización por Coordenadas". It has a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into two main sections. The first section, titled "Coordenadas", contains two input fields: "Longitud" and "Latitud", each with a small circular icon to its right. The second section, titled "Modificar nivel de zoom", contains a checkbox labeled "Modificar vista actual" and a dropdown menu showing the value "20". At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

ANEXOS

Caso de Uso:	Gestionar Capas	
Actores:	Cliente	
Propósito	El propósito de este caso de uso es que el usuario pueda ocultar o mostrar en el mapa las capas de información que el desee.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea cambiar las opciones de visibilidad de las capas en dependencia de su interés y termina cuando el sistema modifica el estado de las capas.	
Precondiciones:	El usuario debe de estar autenticado	
Referencias	RF 11, RF 12	
CU Asociados		
Prioridad	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor hace clic sobre los nombres de las capas que desea ocultar o mostrar.	2. El sistema ejecuta la acción seleccionada por el actor. <ul style="list-style-type: none"> • Si seleccionó una capa ir a la sesión "Mostrar Capas". • Si deseleccionó una capa ir a la sesión "Ocultar Capas". 	
Sesión "Mostrar Capas"		
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor selecciona haciendo clic las capas que serán visibles en el mapa. como se muestra en la Interfaz.	2. El sistema habilitará las opciones de visualización de la capas seleccionadas por el usuario.	
	3. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en el mapa.	

ANEXOS

	Mostrando todas las capas de datos que el usuario seleccionó en la misma cartografía.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
Sesión "Ocultar Capas"	
Flujo Normal de Eventos	
1. El actor selecciona haciendo clic las capas que serán ocultadas en el mapa. Como se muestra en la Interfaz.	2. El sistema deshabilitará las opciones de visualización de la capas seleccionadas por el usuario
	3. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en el mapa. Ocultando las capas de datos que el usuario seleccionó y luego carga las restantes capas en la misma cartografía.
Pos condiciones	El sistema muestra las capas de datos seleccionadas por el usuario.
Interfaz de Usuario	
	

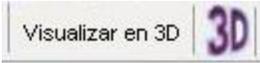
La ArcGis 3D Analyst es la propuesta para su utilización en el Caso de Uso Visualizar en 3D esta propuesta está basada en la potencialidad que presenta esta extensión en la creación de una imagen en perspectiva realista colgando ráster y datos vectoriales

ANEXOS

sobre una superficie. Además el 3D Analyst también suministra herramientas avanzadas de SIG para modelamiento tridimensional tales como corte y relleno, línea de vista y modelamiento de terrenos.

Caso de Uso:	Visualizar en 3D	
Actores:	Cliente	
	El propósito de este caso de uso es que el usuario pueda ver en tres dimensiones las capas de información que desee.	
Resumen:	El usuario tiene la posibilidad de visualizar capas de datos en tres dimensiones.	
Precondiciones:	El usuario tiene que estar autenticado y debe de haber seleccionado al menos una capa de dato.	
Referencias	RF 13	
CU Asociados		
Prioridad	Secundario	
Flujo Normal de Eventos		
	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. Después de haber seleccionado las capas de datos el actor hace clic en el botón "Visualizar en 3D".	2. El sistema carga la opción Visualizar en 3D según el nombre de la capa que el usuario quiera que se muestre.
		3. El sistema habilita las opciones de visualización en tres dimensiones de las capas seleccionadas por el usuario.
		4. El sistema procesa la información y devuelve la visualización del resultado en una ventana, como se muestra en la Interfaz Donde muestra todas las capas de datos que el usuario seleccione en un entorno 3D.
Flujos Alternos		
	Acción del Actor	Respuesta del Sistema

ANEXOS

Pos condiciones	El sistema visualiza las capas de datos seleccionadas por el usuario en tres dimensiones.
Interfaz de Usuario	
	

Caso de Uso:	Autenticar Usuario	
Actores:	Cliente, Administrador.	
Propósito	El propósito de este caso de uso es que el usuario se autentique para asignarle los permisos según su rol.	
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el actor quiere autenticarse para acceder a la aplicación, y termina cuando el actor se encuentra autenticado y con los permisos asignados según su rol.	
Precondiciones:		
Referencias	RF 14	
CU Asociados		
Prioridad	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El actor hace clic en el botón "Autenticar".	2. El sistema muestra un formulario para que el actor llenen los campos de usuario y contraseña.	
3. El actor llena los campos correspondientes y hace clic en el botón "Aceptar". Como se muestra en la Interfaz.	4. El sistema realiza una consulta a la Base de Datos, para comprobar que el usuario y la contraseña estén en la BD, si se encuentran asigna los permisos según el rol del usuario.	

ANEXOS

	5. Si algunos de los datos introducidos por el usuario no se encuentra en la Base de Datos manda un mensaje de error y se retorna al paso 2 del flujo normal de eventos.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor hace clic en el botón "Cancelar"	2. El sistema cierra el formulario.
Pos condiciones	El sistema asigna los permisos correspondientes a cada usuario.
Interfaz de Usuario	
	

Caso de Uso:	Gestionar Usuario
Actores:	Administrador
Propósito:	El usuario (Administrador) tiene la posibilidad de realizar cualquier acción sobre los usuarios.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario (Administrador) desea adicionar, eliminar o actualizar un usuario, y termina con la actualización de la base de datos.
Precondiciones:	El usuario debe haberse autenticado y debe de ser el Administrador del sistema.
Referencias:	RF 15, RF 16, RF 17

ANEXOS

CU Asociados:	
Prioridad:	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>4 El actor selecciona en la paleta de herramientas las opciones para la gestión de usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar Usuario • Eliminar Usuario • Actualizar Usuario 	<p>5 El sistema ejecuta la opción deseada por el actor (Administrador):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si selecciona “Adicionar Usuario”, ir a la sección “Adicionar Usuario”. • Si selecciona “Eliminar Usuario”, ir a la sección “Eliminar Usuario”. • Si selecciona “Actualizar Usuario”, ir a la sección “Actualizar Usuario”.
Sección “Adicionar Usuario ”	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>1. El sistema muestra un formulario con los campos, nombre, usuario, contraseña, y la selección de los permisos del usuario.</p>
<p>2. El actor (Administrador) llena lo campos correspondientes, asigna los permisos al nuevo usuario de acuerdo con su rol y hace clic en el botón “Aceptar”.</p>	<p>3. El sistema comprueba que los datos estén correctos e inserta los datos en la Base de Datos. Si existen dato incorrecto se salta al paso 3 de los flujos alternos.</p>
	<p>4. El sistema procesa la información y muestra el listado de los usuarios con el nuevo usuario insertado.</p>
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El actor (Administrador) hace clic en el botón “Cancelar”.</p>	<p>2. El sistema cierra el fomulario y abandona la operación.</p>
	<p>3. El sistema muestra un mensaje de error al usuario y marca el campo donde se encuentra el error de color rojo, luego retorna al paso 2.</p>

ANEXOS

Sección “Eliminar Usuario”	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. El sistema muestra un listado con los usuarios existentes.
2. El actor (Administrador) selecciona el usuario que quiere eliminar.	3. El sistema muestra un recuadro para confirmar la eliminación del usuario del sistema.
4. El actor (Administrador) hace clic en el botón “Aceptar”.	5. El sistema procesa la información y muestra el listado de los usuarios sin el usuario eliminado.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
4. El actor (Administrador) hace clic en el botón “Cancelar”.	5. El sistema abandona la operación.
Sección “Actualizar Usuario”	
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. El sistema muestra un listado con los usuarios existentes.
2. El actor (Administrador) selecciona al usuario que quiere actualizar los datos.	3. El sistema muestra un formulario con los datos del usuario seleccionado nombre, usuario, contraseña, y la selección de los permisos del usuario.
4. El actor (Administrador) hace los cambios en los campos que desee y hace clic en el botón “Aceptar”.	5. El sistema comprueba que los datos estén correctos e inserta los datos en la Base de Datos. Si existen dato incorrecto se salta al paso 5 de los flujos alternos.
6.	7. El sistema procesa la información y muestra el listado de los usuarios con los cambios realizados al usuario seleccionado.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

ANEXOS

6. El actor (Administrador) hace clic en el botón "Cancelar".	7. El sistema cierra el formulario y abandona la operación.
	5. El sistema muestra un mensaje de error al usuario y marca el campo donde se encuentra el error de color rojo, luego retorna al paso 4.
Pos condiciones	
Interfaz de Usuario	

Anexo II. Revisiones que se le efectuaron al Diagrama de Casos de Uso.

Revisiones	Descripción
Revisión 1	<p><u>Consistencia:</u> Cada caso de uso tiene un nombre que describe su funcionalidad excepto dos casos de uso "Realizar Zoom+" y "Realizar Zoom-", lo cual representa un 90% de los 23 requisitos tanto funcionales como no funcionales. Cada caso de uso está conectado a un actor, los flujos de eventos se encuentran bien redactados y la descripciones de las mismas inicia con la descripción de una acción externa ocasionada por un actor, además existe una correcta separación entre el flujo básico de eventos y los flujos alternos. Por tanto este atributo representa un 90% de la calidad.</p> <p><u>Correctitud:</u> Todos los casos de uso tienen al menos un usuario que lo represente, además que estos casos de uso que representan requisitos comprensibles por el usuario. Por tanto este atributo representa un 100% de calidad.</p> <p><u>Completitud:</u> Han sido definidos todos los roles relevantes de usuario encargados de administrar/ consultar información. Todos los requisitos están bien definidos en cuanto a la funcionalidad de los casos de uso, además de que la descripción de estos casos de uso está bien detallada. Todas las acciones del flujo de eventos están</p>

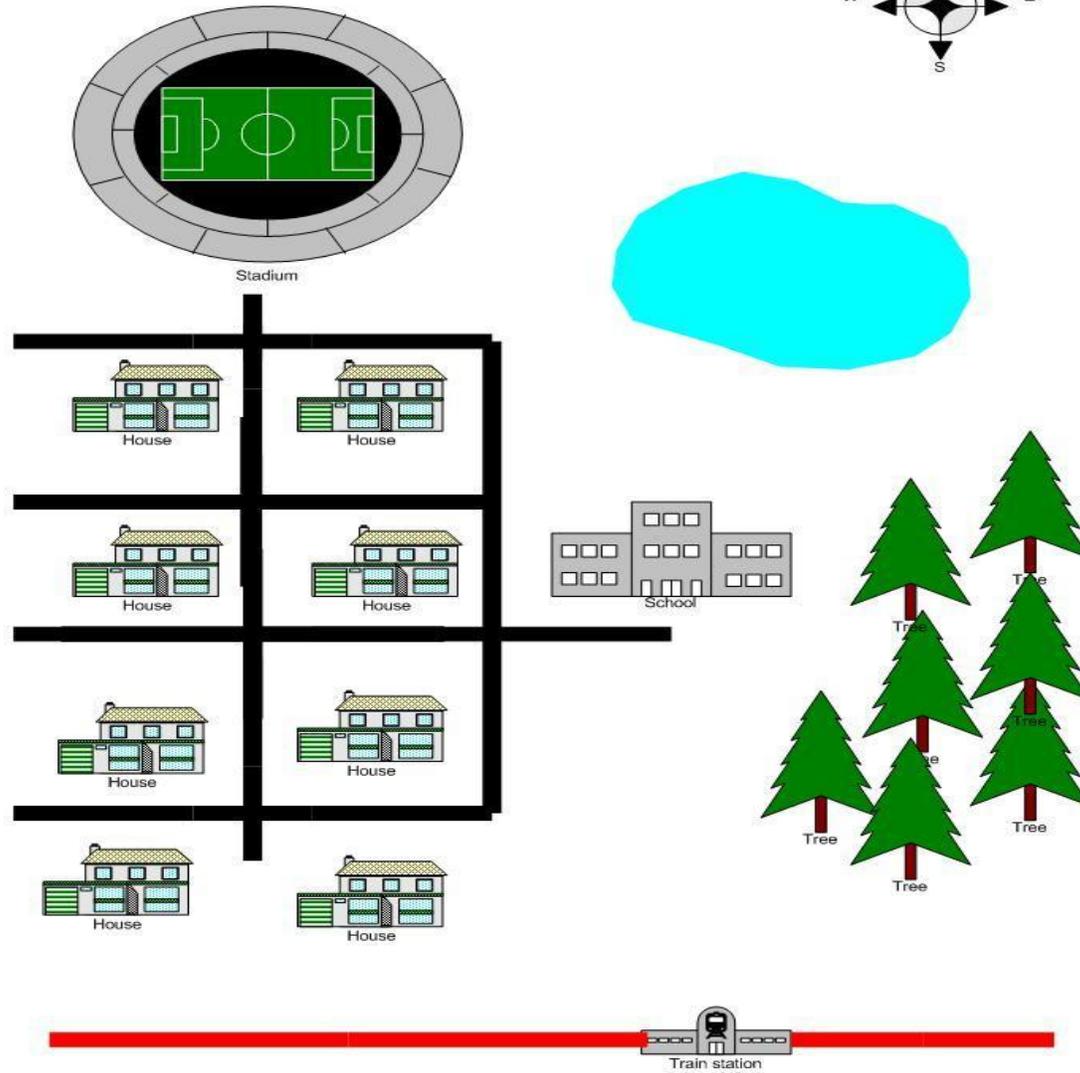
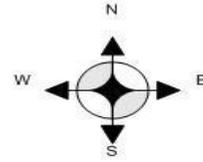
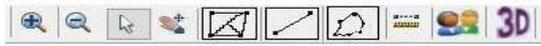
ANEXOS

	<p>redactadas en función del responsable. Por lo tanto este atributo representa un 100% de la calidad.</p> <p><u>Complejidad:</u> Están bien ubicados los elementos dentro del diagrama, esto implica que su interpretación sea muy fácil. Por lo tanto este atributo representa un 100% de la calidad.</p>
Revisión 2	<p><u>Consistencia:</u> En esta revisión se resolvió el problema que se detectó en la revisión anterior, se cambió el nombre de los dos requisitos, quedando con el nombre de “Ampliar Mapa” y “Alejar Mapa” respectivamente. Por lo que todos los factores fueron cumplidos en esta revisión con un 100% de la calidad.</p>

Tabla II.1 Revisiones del Diagrama de Casos de Uso.

Anexo III. Prototipo de interfaz de usuario para el sistema que se propone desarrollar.

ANEXOS



GLOSARIO

Glosario

SIG: Sistema de Información Geográfica (GIS en Inglés)

IG: Información Geográfica

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas

Herramienta CASE: (Computer Aided/Assisted Software/System Engineering) o (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) son herramientas utilizadas en el modelamiento visual de sistemas.

UML: El Lenguaje de Modelado Unificado (en inglés Unified Modeling Language) es llamado un lenguaje de modelado. UML es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema con gran cantidad de software.

API: Interfaz de programación de aplicaciones (en inglés application programming interface) es el conjunto de funciones, procedimientos y métodos, que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software. Usados generalmente en las bibliotecas.

TIC: Tecnologías de la informática y las comunicaciones, las redes mundiales de información están transformando al mundo y acercando más a la gente a través de la innovación de las comunicaciones mundiales, lo cual posibilita cambios en todos los ámbitos de la actividad humana. Con las nuevas tecnologías, el tiempo y la distancia dejan de ser obstáculos, los contenidos pueden dirigirse a una audiencia masiva o a un pequeño grupo y buscar un alcance mundial o meramente local. Las redes mundiales de información, como Internet no conoce fronteras.

SGDG: Sistema de Gestión de Datos Geológicos.

GENESIG: Principio de los Sistemas de Información Geográfica.