

003.7
Men
S
TD 0020-04-01

TD-0020-04-01

Universidad de las Ciencias Informáticas
Departamento de Informatización

UCI

Sistema de Información Geográfica sobre WEB de la UCI.

TRABAJO DE DIPLOMA
presentado para optar por el título de
Ingeniero Informático

Autor

ISUEL MÉNDEZ ROLDÁN

Tutores

ING. TATIANA DELGADO FERNÁNDEZ
ING. LUISA YUSIMIT SARDIÑAS RAMÍREZ

Consultante

MSc. Rafael Cruz Iglesias

Ciudad de la Habana, Julio del 2004

Agradecimientos

Primero, quisiera agradecer a Dios, por la fuerza brindada para no caer ante las dificultades, por darme todo lo que tengo hoy, por alumbrar mi camino cada día, por permitir hacerme un hombre de bien.

A mi Tío Omelio Roldán Pérez por ser más que mi tío, mi amigo, mi hermano y mi padre, por su apoyo incondicional, A mis abuelos por todo el amor que me han dado siempre, a los que dedico especialmente este trabajo, A mis padres y demás familiares, por su apoyo en todo momento, por guiarme por el buen camino y formarme como la persona que soy hoy. A mis amigos Raydel Nieves Ramos, Alberto Pardo García, Eliécer Zamora Agramante, Humberto Gutiérrez, y a todos aquellos que no menciono por problemas de memoria o quizás, capacidad en disco duro.

Quisiera agradecer también, muy especialmente a los compañeros y amigos MSc. Rafael Cruz Iglesias, ing. José Luis Capote y Lic. Lazaro Sergio Aguila Diaz , de el Grupo Empresarial GEOCUBA , sin los cuales no habríamos podido enfrentar esta tarea y mucho menos obtener los resultados.

Por último, muchas gracias a todo aquel que se preocupó por la realización de este trabajo, a todos los que, de una forma u otra, estuvieron pendiente del estado de mi trabajo; aquí están los resultados. A todo el que no pensó que fuera posible; esto le sirva de escarmiento. A todo el que me brindó sus manos; se las devuelvo en cuanto pueda. A todo el que puso frenos; lo siento mucho por ellos.

A todos los que de una forma u otra fueron y han sido, apoyo en mi carrera, salud para mi vida, y alegría en todo momento; esto es de ellos, esto es su trabajo.

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas Informáticos que se usan para almacenar y manipular información relacionada estrechamente con su posición geográfica. Esta tecnología se ha desarrollado tan rápidamente en las dos décadas pasadas que ya es aceptada como una herramienta esencial para el uso efectivo de dicha información.

Desde su surgimiento y hasta la fecha los SIG han evolucionado por varias etapas en correspondencia con el propio desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Los primeros SIG desarrollados entre las décadas del 60 y el 80 estaban orientados a un proyecto, donde toda la información se almacenaba en una única computadora (sistemas “stand-alone”) , ejecutándose el SIG también en ella. Después estos sistemas fueron ampliando su conectividad dentro de la empresa, en intranets corporativas, y finalmente, fue necesario que surgieran enfoques orientados al Web para satisfacer las demandas de toda la sociedad.

Después de analizar algunos de los sistemas existentes que brindan solución a la problemática planteada, ventajas y desventajas de éstos, el presente trabajo comprende, como principal objetivo, desarrollar una aplicación Web que permita el manejo de datos geospaciales (mapas interactivos) en el marco del Proyecto UCI Ciudad Digital utilizando un Servidor de Mapas para Web.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
<i>Los Sistemas Información Geográfica (SIG), Estado del Arte.....</i>	<i>5</i>
Evolución de los Sistemas de Información Geográfica. Arquitectura moderna de los SIG.....	5
Contexto tecnológico que propicia la evolución de las tecnologías geoespaciales.....	7
Características de las Arquitecturas modernas de los SIG.....	9
Dos líderes mundiales de SIG:.....	10
¿Qué es un SIG?.....	23
Una definición precisa y completa podría ser:.....	23
Otras definiciones de SIG:.....	23
LA CONSTRUCCIÓN DE BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS.....	24
TOPOLOGÍAS, MODELOS DE DATOS Y TIPOS DE SIG.....	25
Los SIG Vectoriales.....	26
Los SIG Raster.....	28
¿Para que sirve un SIG?.....	30
<i>Metodología Utilizada para el desarrollo del proyecto.....</i>	<i>32</i>
<i>Conclusiones.....</i>	<i>35</i>
CAPÍTULO 2. ESTUDIO PRELIMINAR DEL SIG UCI.....	36
<i>Introducción.....</i>	<i>36</i>
<i>Objeto de Estudio.....</i>	<i>36</i>
<i>Modelo de negocio.....</i>	<i>38</i>
Actores del negocio.....	38
Diagrama de casos de uso del negocio.....	38
Realización de los casos de uso del negocio.....	39
Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Actualizar mapa general.....	40
Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Localizar Inmueble.....	42
Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Localizar EquipoInv.....	44
Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Información de Inmueble ubicado por el mapa.....	46
Definición de los Requisitos funcionales.....	47
Definición de los requerimientos no funcionales.....	47
<i>Definición de Casos de Uso.....</i>	<i>49</i>
<i>Definición de Actores.....</i>	<i>50</i>
Actores.....	50
Casos de Uso.....	51
Diagrama de casos de Uso.....	53
Casos de uso expandidos.....	54

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS, DISEÑO E-IMPLEMENTACIÓN	58
<i>Análisis</i>	58
Modelo de clases de análisis.....	58
<i>Diseño</i>	59
Diagramas de Secuencia.....	59
Diagrama de clases.....	59
Descripción de las clases.....	60
<i>Implementación</i>	62
Servicio de Mapas y sus Interfaces.....	62
El Cliente Web.....	67
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
<i>Bibliografía</i>	73
<i>Referencias Bibliográficas</i>	74
ANEXOS	75
<i>A. Diagrama de Casos de Uso</i>	75
<i>B. Diagrama de Clases de Análisis</i>	76
<i>C. Diagramas de Secuencia</i>	77
<i>D. Diagrama de Clases de Diseño</i>	80

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas Informáticos que se usan para almacenar y manipular información relacionada estrechamente con su posición geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están de moda hoy en día. Más allá de la espectacularidad de sus resultados, o la amplitud de su campo de aplicaciones, esta herramienta se ha popularizado básicamente porque se considera que entre el 80 y el 90% de toda la información involucrada en la toma de decisiones de la sociedad a nivel global, tiene una componente espacial. Se trata de una disciplina joven y ciertamente compleja, un nuevo paradigma que forma parte del ámbito más extenso de los Sistemas de Información (SI). Es una herramienta multipropósito con aplicaciones en los campos más diversos.

En la actualidad estos sistemas son una herramienta fundamental en la transferencia del conocimiento del mundo real a modelos, que serán utilizados posteriormente en el análisis y toma de decisiones en sus diversas aplicaciones dentro de actividades como: la gestión de recursos naturales y medio ambiente, la planificación urbana, el mantenimiento de redes hidráulicas, eléctricas, telefónicas y alcantarillados, por citar algunos ejemplos..

La reciente y amplia introducción del SIG en el mundo, y los resultados que con estos se puede alcanzar, ha creado una necesidad de conocer y profundizar en estas tecnologías.

Debido a interés de la dirección de informatización de la UCI por desarrollar la infraestructura digital de la sociedad cubana del futuro y la necesidad de emplear estas tecnologías, nuestro equipo de proyecto se dio a la tarea de, de forma pionera iniciarnos al estudio de los sistemas geoespaciales e implementar un SIG para la UCI. A partir de la experiencia de los desarrolladores de Software

de GEOCUBA en la creación de plataformas de montaje de SIG acorde a las exigencias del mercado internacional, así como el desarrollo de las especificaciones de interfases de un Servidor de Mapas WEB de **OpenGIS (Open Geodata Interoperability Specifications [1]** -, *“Consortio sin ánimo de lucro formado por organizaciones públicas y privadas creado en 1994 y cuyo fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocésamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios”*), se creó un proyecto de desarrollo e investigación conjunto que permitiera crear un Sistema de Información Geográfica para la UCI, basado en WEB.

Como antecedentes de este proyecto se cuenta con una aplicación de montaje de Base de Información Geográfica utilizando como base el modelo de objetos componentes (COM; Component Object Model) y todas las tecnologías asociadas a este (ActiveX, DCOM, OLEDB, etc). Además, se contó con un Servidor de Mapas WEB de OpenGIS, que permiten, producir un mapa y responder las consultas básicas acerca del contenido del mapa.

Este trabajo tiene un alcance definido en el desarrollo de una aplicación cliente que permite visualizar y consultar la información geográfica del servidor de mapas el cual estará debidamente relacionado con los bancos de datos de la UCI, montados sobre servidores Oracle 9i.

La utilización de la aplicación presupone lograr un impacto en el ámbito digital Universitario con vistas a posteriores desarrollos de nuevos servicios utilizando la misma plataforma que desarrollará este proyecto.

Objetivo General:

- Desarrollar una aplicación Web que permita el manejo de datos geoespaciales (mapas interactivos) en el marco del Proyecto UCI Ciudad Digital utilizando un Servidor de Mapas para Web.

Objetivos Específicos del proyecto:

- Construir escenario de prueba a partir de mapas digitales de la UCI.
- Crear una Base de Información Geográfica.
- Desarrollar una aplicación Web que posibilite:
- Localizar gráficamente la ubicación de un inmueble, así como sus características.
- Consultar Base de datos Inmuebles de la UCI y ubicar la consulta sobre el mapa.

Importancia

El desarrollo tecnológico ha alcanzado niveles nunca antes imaginados. Hace algún tiempo atrás, el hombre no pensó jamás que con un simple golpe de tecla de una computadora, pudiera estar comunicándose con el otro confín del planeta o incluso con un satélite orbitando en el espacio. Las tecnologías de la información han sido también, como es lógico, tocada⁶ muy de cerca con este desarrollo vertiginoso de la Informática y las comunicaciones. Una afirmación universalmente aceptada plantea que en la actualidad más del 80% de toda la información de la que se dispone tiene de alguna forma una referencia geográfica.

En el contexto actual de la sociedad de la información resulta clave el componente espacial de ésta, así como en el análisis estratégico de actividades sobre el ámbito territorial.

Las decisiones, como la previsión de la implantación de una infraestructura o la ubicación de una nueva centralidad, requieren de un estudio social, así como de su idoneidad (de acuerdo a la demanda, servicio y utilidad) su viabilidad económica (costos y beneficios) su impacto territorial y adecuación medio ambiental, de aquí la importancia de integrarnos al desarrollo de estos sistemas.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica.

Los Sistemas Información Geográfica (SIG), Estado del Arte.

En este capítulo, será realizado un análisis de cómo se encuentran en el mundo aquellas tecnologías que serán necesarias para la construcción del sistema que se pretende desarrollar. Será llevado a cabo el estudio de algunos conceptos necesarios para una buena comprensión del resto del trabajo.

En el contexto actual de la sociedad de la información, resulta clave el componente espacial de ésta, debido al análisis estratégico de lo que estos sistemas pueden significar para lograr mayor eficacia y eficiencia en los procesos de toma de decisiones a los que se enfrenta a diario nuestro país tanto a nivel de Gobierno como en los diferentes sectores industriales, sin excluir al propio ciudadano. Todos ellos requieren en este proceso manejar información relativa al *dónde* ocurren los fenómenos.

Evolución de los Sistemas de Información Geográfica. Arquitectura moderna de los SIG. Valoración comparativa de dos líderes mundiales: ESRI con su línea ArcGIS e INTERGRAPH con su línea GeoMedia.

Cuando en 1964, en Canadá se comienza a hablar de los Sistemas de Información Geográfica para el manejo de recursos naturales, nadie podía imaginar que se convertirían en lo que hoy constituyen, junto a otras tecnologías espaciales, una poderosa herramienta para la toma de decisiones en problemas no sólo locales, sino nacionales, regionales e incluso globales (16).

Las primeras definiciones de SIG (Burrough, 1986; Aronoff, 1987) versaban sobre el siguiente enunciado: Un Sistema de Información Geográfica es un sistema computacional (hardware y software) para la entrada; manejo;

manipulación, análisis; y representación de datos geográficos. Hoy en día esta definición aparentemente no ha variado mucho; sin embargo, se le ha añadido una función que cambia sustancialmente el alcance de estos sistemas. Esta función es la diseminación en una red de la información geográfica para permitir el acceso compartido a los datos por varios usuarios simultáneamente. Esta nueva dimensión de los SIG le permite constituir una poderosa herramienta que lo mismo en entorno Intranets o en el Internet puede ser utilizada para crear nuevos conocimientos.

Esto es particularmente significativo si se analiza que la economía mundial tiende a convertirse en una Economía basada en el Conocimiento, donde los principales valores de la sociedad se crean en el proceso de creación y desarrollo de conocimiento.

Las causas de esta evolución están básicamente vinculadas al impacto de las nuevas tecnologías de la Informática y las Comunicaciones, particularmente de Internet y el WWW.

Se abordarán las características evolutivas de los SIG, su arquitectura moderna y por último, se presentará un análisis de las principales características de dos productos líderes a nivel mundial: ArcGIS de ESRI y GeoMedia de Intergraph.

Contexto tecnológico que propicia la evolución de las tecnologías geoespaciales.

Las tendencias más importantes de la Tecnología Geoespacial, que se han evidenciado en numerosas publicaciones internacionales de los últimos tiempos, muestran según la proyección ofrecida por la revista GEOWorld en Diciembre de 1999 (Ard, R., et. Al., 1999) los 3 aspectos claves siguientes :

- Impacto de Internet.
- Interoperabilidad y Estándares
- Soluciones empresariales

En este mismo contexto se manifestó la Vicepresidenta Ejecutiva de la División de Soluciones de Mapificación y SIG de INTERGRAPH en su intervención sobre la Evolución de las Tecnologías Geoespaciales en la 5ta Conferencia de la Infraestructura Global de Datos Espaciales, celebrada en Mayo del 2001 en Colombia.

Impacto de Internet en las Tecnologías Geoespaciales

El número de usuarios de Sistemas de Información Geográfica se ha incrementado explosivamente en el mundo gracias a la rápida expansión de sitios WWW sobre Internet que contienen información geoespacial. A pesar de no ser óptima para desplegar aplicaciones cliente-servidor, implementar interfaces de usuario gráficas y diseminar información con alta componente de gráficos, Internet es actualmente el factor dominante en todas las áreas de la tecnología de la información (IT), y también en los SIG públicos, precisamente porque es el estándar impuesto en todo el mundo.

MapQuest.com es el sitio que desde 1997 y hasta la fecha ha distribuido la mayor cantidad de mapas vía Internet. El uso de mapas en Internet mediante MapQuest.com ascendió a 3,860,000 diarios en 1999 (Peterson, 1999), aunque

realmente se estima que sólo se confirma el 10% de los mapas transmitidos, así que se estaría hablando de 38 millones de mapas diarios.

Interoperabilidad y Estándares

Los últimos años se han caracterizado por un fuerte impulso en el desarrollo de los estándares internacionales para lograr interoperabilidad de datos y servicios geoespaciales.

La interoperabilidad en este contexto significa que las componentes de software operan recíprocamente para acceder a recursos distribuidos y eliminar las barreras impuestas por ambientes de procesamiento heterogéneos y datos de fuentes igualmente heterogéneas.

El Consorcio OpenGIS (<http://www.opengis.org>) que trabaja estrechamente con ISO TC/211 (Geografía/Geomática) ha desarrollado un grupo de especificaciones de interoperabilidad, que están siendo asimiladas por los principales vendedores del mundo.

Soluciones empresariales

Quizás uno de las innovaciones más significativas de la tecnología geoespacial se aprecia en la inclusión de datos geoespaciales dentro del corazón de grandes bases de datos empresariales. La mayoría de los vendedores de Sistemas de Gestión de Bases de Datos tienen, en la actualidad, un producto que brinda datos espaciales. Oracle Corp., IBM Corp., Informix y Sybase ya ofrecen capacidades geoespaciales.

Por otra parte, los estándares para integrar aplicaciones de negocios llamados ERP (Planificación de Recursos Empresariales) están cada vez más inclinados a la integración con los Sistemas de Información Geográfica, ya que estos últimos

ayudan a administrar los activos físicos de una organización, y las compañías necesitan cada vez más adicionar información geoespacial sobre la empresa, además de los datos que tradicionalmente han requerido (Wilson, 1999). Muchos vendedores de SIG se han conectado con esta tendencia y fortalecen sus habilidades de conexión con varios paquetes ERP. Smallworld, por ejemplo, ha desarrollado un fuerte enlace con SAP (líder mundial de Software ERP), en su módulo R3, lo cual le ha permitido ganar importantes contratos internacionales.

Características de las Arquitecturas modernas de los SIG.

En la actualidad, las interfaces, basadas en las especificaciones OpenGIS, permiten a los servidores de datos de Internet ser consultados desde puestos remotos y extraer sólo la información específica requerida. Ya no es necesario preocuparse por los diferentes formatos de datos y por su conversión, gracias a una arquitectura abierta en virtud de la cual los servidores de datos pueden manipular los mismos en su formato nativo. En un entorno de interoperabilidad y estándares, tampoco hay que preocuparse por el software que se esté utilizando. Es posible, también, servir mapas en Web gracias a la filosofía adoptada basada en Metadatos y Catálogos de datos geográficos. Con todas estas características presentes, la tendencia apunta a la integración de las tecnologías espaciales con el resto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, lo cual es particularmente apreciado en el manejo de recursos de empresas.

Las principales características de la arquitectura actual de los SIG pueden ser resumidas en los aspectos siguientes:

- Filosofía cliente-servidor (Arquitectura n-tier) que permite una variedad de datos y accesos a grupos de usuarios de la Empresa, una Intranet o Internet.
- Interoperabilidad (Especificaciones estándares ISO TC 211, OpenGIS; COM, CORBA y Java) que permite integrar funcionalidad de varios vendedores.
- Arquitectura abierta permite acceso de datos, sin necesidad de conversión de formatos.
- Metadatos y Catálogos de Datos Espaciales para el uso compartido de Información Geográfica a través de Intranets e Internet.
- Uso de XML (Extensible Markup Language) y GML para comunicar la información geográfica entre sistemas heterogéneos.
- Servidores de Mapas en Web.
- Integración dentro de la Tecnología de Información de una Empresa.

Dos líderes mundiales de SIG: ESRI con su línea ArcGIS e INTERGRAPH con su línea GeoMedia. [12]

ArcGIS 8.1.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) es una de las compañías más grandes del mundo dedicadas a la producción de tecnología geoespacial.

Fundada en 1969, ESRI se ha ido imponiendo hasta alcanzar un liderazgo en la industria de software de GIS a nivel mundial.

Radicada en Redlands, California, EUA, ESRI tiene oficinas en todo EU y cuenta con alrededor de 1200 desarrolladores, consultantes, revendedores y proveedores de datos, y con una red internacional que abarca negocios en 229 países. La tecnología de ESRI es usada por más de 300000 clientes en el mundo, incluyendo agencias federales, miles de agencias de gobierno local y

estatal, agencias de mapificación nacional, compañías de petróleo, departamentos de salud del estado, compañías forestales y otros muchos sectores de la industria. (Extraído de publicación comercial de ESRI No. GS-35F-5086H del año 2001).

En consonancia con los nuevos avances de las Tecnologías de la Información (Internet, COM, interoperabilidad, etc), ESRI ha evolucionado con nuevas líneas de productos. En Cuba, su producto más extendido es ArcView, que ha sido utilizado como GIS standalone para múltiples propósitos, aunque algunos ejemplos de su utilización en entornos cliente-servidor han sido desarrollados en los últimos años (Ej., Contrato de SIG entre GEOCUBA Granma y la Empresa Eléctrica).

Los últimos módulos lanzados por ESRI ofrecen una excelente oportunidad de integrar los GIS con los Sistemas de Gestión Empresariales en entornos Intranet/Internet.

El producto de ESRI que marca este avance es el ArcGIS 8, del cual se hará una caracterización evaluativa para ser incluido como alternativa en la decisión de CUPET sobre la tecnología de Sistema de Información Geográfica a emplear en el proyecto SICUPET.

Sistema ArcGIS de ESRI.

El Sistema ArcGIS es un GIS integrado que brinda una plataforma para implementar GIS lo mismo para un simple usuario que en ambiente multiusuario.

Contempla tres partes principales:

- ArcGIS Desktop: un conjunto integrado de aplicaciones avanzadas de GIS.
- ArcSDE gateway: una interfaz para manejar bases de datos geográficas en un Sistema de Gestión de bases de Datos.
- ArcISM software: GIS basado en Internet para servicios y datos distribuidos.

ArcGIS Desktop.

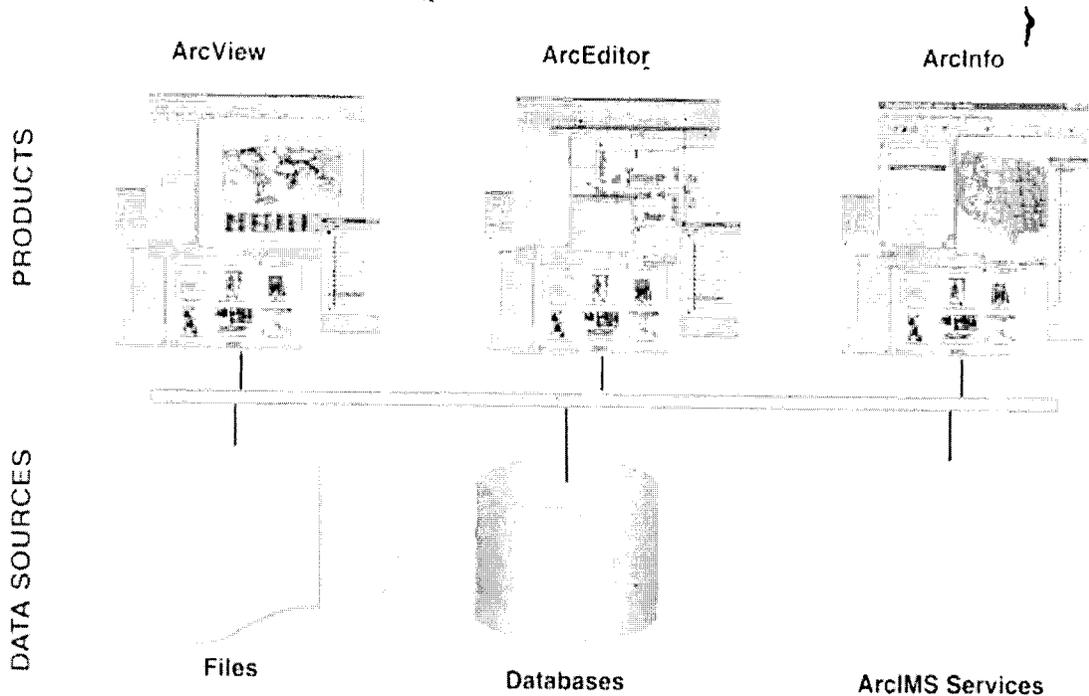
Es un sistema sencillo, integrado y escalable. Incluye un conjunto (suite) de aplicaciones integradas: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, las cuales usadas en su conjunto permiten realizar cualquier tarea de GIS, desde la más simple hasta la más avanzada.

ArcMap es la aplicación central de ArcGIS Desktop, usada para todas las tareas orientadas al mapa, incluyendo cartografía, análisis y edición de mapas. Ofrece diferentes formas de mostrar un mapa en las cuales se pueden ejecutar un amplio rango de tareas de GIS avanzadas.

ArcCatalog ayuda a organizar y manejar todos los datos GIS incluyendo herramientas de búsqueda y visualización de información geográfica, almacenamiento y recuperación de metadatos, y definición de las estructuras para las capas de datos geográficos.

ArcToolbox es una aplicación simple que contiene muchas herramientas GIS para geoprocesamiento.

ArcGIS Desktop



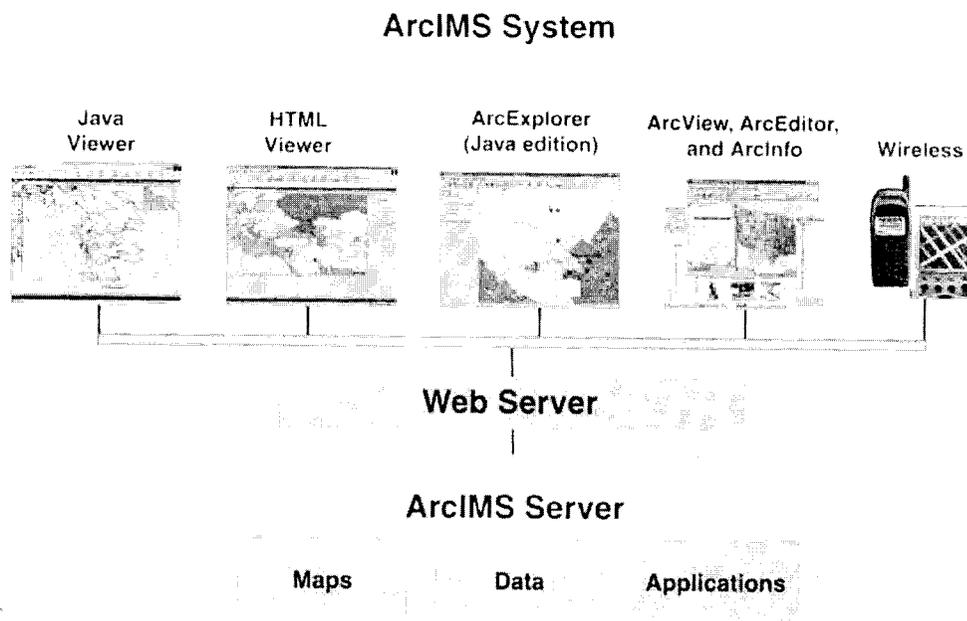
The ArcGIS Desktop provides ability in three options: ArcView, ArcEditor, and ArcInfo. All three share a common user interface and develop tools and work with the same data.

Un objetivo fundamental de ArcGIS es su capacidad de trabajar con múltiples tipos de bases de datos, diversas fuentes de datos, así como también, con los servicios ArcIMS.

ArcGIS Desktop puede ser usado utilizando tres productos de software, cada uno de los cuales provee un nivel superior de funcionalidad. Estos tres productos son ArcView, ArcEditor y ArcInfo.

ArcIMS.

ArcIMS es un GIS basado en Internet que permite centralmente construir y compartir un amplio rango de mapas, datos y aplicaciones GIS a usuarios en una organización, así como también, fuera de la organización en WWW. Incluye la tecnología para la parte cliente y la parte servidor. Permite servir datos y aplicaciones GIS desde un Sitio Web. ArcIMS incluye visores gratis HTML y Java, además de que puede trabajar con un amplio rango de clientes tales como ArcGIS Desktop, ArcPad y equipos inalámbricos.



The ArcIMS system consists of a central ArcIMS Server. ArcIMS Server can be installed on a single computer or on a network server. ArcIMS Server can be installed on a single computer or on a network server. ArcIMS Server can be installed on a single computer or on a network server.

Capacidades principales de ArcIMS:

- Expandir un GIS: ArcIMS incluye un conjunto de visores HTML y Java que brindan significativa funcionalidad de GIS y que pueden ser libremente distribuidos a los usuarios de un GIS. Diseminar los datos y servicios de

un GIS en Internet posibilita encontrar nuevas necesidades de muchos usuarios.

- Integrar datos de múltiples fuentes: ArcIMS hace posible combinar datos desde cualquier sitio Web ArcIMS. También permite la integración de datos de GIS locales con capas ArcIMS
- Escalar un Sistema de GIS encontrando nuevas necesidades: ArcIMS puede ser fácilmente extendido para encontrar nuevas demandas a la par que el sitio crece y las solicitudes de mapa se incrementan.
- Suministrar accesos a datos GIS y servicios de ubicación (location services): ArcIMS permite determinar cómo y para quién son compartidos los servicios y datos del GIS. Es posible controlar si el acceso será público en Internet o dentro de una organización sobre una red local.

ArcIMS corre en un ambiente distribuido y consta tanto de los componentes clientes como servidores. Los componentes servidores de ArcIMS permiten que un sitio Web de Internet. Con ArcIMS es posible diseñar un sitio Web GIS.

La arquitectura de ArcIMS es altamente escalable. Muchos usuarios concurrentes pueden acceder al sitio web y pueden ser procesadas muchas solicitudes a la vez. Es adecuado tanto para pequeñas organizaciones que sirven docenas de mapas diarios o aquellas grandes que sirven cientos de miles de mapas.

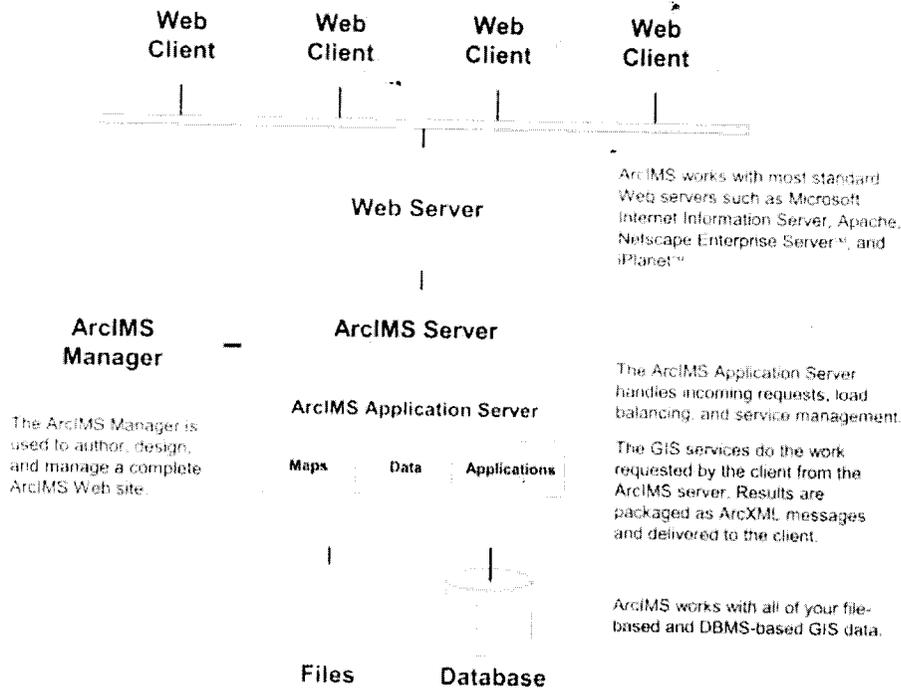


Figure 1-1. ArcIMS architecture. The ArcIMS system consists of three main parts: the Web client, the ArcIMS server, and the application server. The application server consists of ArcIMS Manager, ArcIMS Administration, ArcIMS, and Manager.

El servicio más común de ArcIMS es el servicio de mapa que es el encargado de producir y entregar el mapa al cliente en una de dos formas: como una imagen o como un conjunto de objetos (streamed features) estructurados de manera que se puedan llevar a cabo tareas más avanzadas en la parte cliente tales como etiquetado de los elementos, simbología y selección espacial, lo cual permite al usuario cambiar la apariencia del mapa.

El lenguaje utilizado para comunicar a los visores clientes con los servidores ArcIMS es ArcXML, el cual es una especificación de XML. Todos las solicitudes del cliente como las respuestas del servidor son codificadas en XML.

El conjunto de posibles clientes de ArcIMS incluye:

Visores HTML y Java incorporados a ArcIMS.

ArcGIS Desktop.

ArcExplorer (Java Editor)

ArcPad

Aplicaciones inalámbricas tales como teléfonos celulares y asistentes personales digitales (PDAs).

GeoMedia 4.0.

Soluciones de Mapificación y GIS (Mapping and GIS Solutions) es una División de la Corporación Intergraph que se orienta a los negocios de mapificación y GIS en el mercado federal, comercial e internacional, donde tienen una presencia internacional en 60 países.

Entre los clientes globales de Intergraph están las autoridades de aviación civil, agencias de mapificación, gobiernos locales, estatales, federales y nacionales, Departamentos de Transporte de los EU, ferrocarriles, aeropuertos, autoridades de tránsito e instituciones educacionales.

Con más e 30 años de experiencia, Intergraph continúa como uno de los líderes en este significativo campo, combinado los GIS con la Tecnología de la Información (TI) y las herramientas que mejoran los procesos de negocios para ayudar a los clientes a encontrar sus objetivos operacionales y empresariales y poder compartir los datos en toda la empresa.

Su producto GeoMedia es una suite de productos que integran información geoespacial a través de la empresa, mientras brinda las herramientas necesarias para desarrollar aplicaciones negocio-a-negocio (business-to business) y a la medida del cliente.

GeoMedia fue la primera aplicación que fue totalmente compatible with Microsoft OLE/COM. La familia de productos de GeoMedia es escalable de tal forma que el sistema se puede ir extendiendo a medida que las necesidades crecen, GeoMedia es fácilmente acoplable al flujo de trabajo de TI de una empresa. Dentro de sus productos, GeoMedia incluye:

- GeoMedia Profesional para captura y mantenimiento de los datos
- Geomedia WebMap o WebEnterprise para implementaciones en Web.

GeoMedia Profesional (GeoMedia Pro).

Es una herramienta diseñada para manejar datos espaciales usando bases de datos estándares.

GeoMedia Pro incorpora las herramientas más avanzadas para captura inteligente de datos, mantenimiento de mapas e información descriptiva, integración de mapas vectoriales y raster y soporte a bases de datos relacionales estándares de la industria. Interopera fácilmente con Microsoft Word, Excel, PowerPoint,® Access, y otras aplicaciones. Es posible integrar ficheros CAD y otros datos GIS desde múltiples productos (MicroStation,® AutoCAD, ARC/INFO, ArcView, MapInfo, MGE y FRAMME™) en una simple base de datos.

Reporta los beneficios siguientes:

- Captura y mantenimiento de datos
- Administración de los datos de la Empresa
- Análisis Espaciales
- Producción de Mapas
- Ambiente de desarrollo en estándares de la industria.

Con las capacidades data warehousing, GeoMedia Pro permite que el GIS sea manejado por todos los usuarios de la empresa. Establece la conexión de datos de GIS nativos en múltiples data warehouses simultáneamente. Los mapas temáticos y consultas son entonces automáticamente actualizados para reflejar cambios en el data warehouse.

GeoMedia Pro soporta una variedad de bases de datos relacionales estándares, como Access, SQL Server, Oracle8i™ Spatial. Almacenando los datos – incluyendo los espaciales – en una base de datos relacional, estos son fácilmente accedidos a través de toda la empresa, manteniendo control sobre los mismos y actualizaciones periódicas, así como reducir redundancia y error. Esto permite aprovechar las herramientas de seguridad y edición construidas en un Sistema de Gestión de Bases de Datos y acoplar los datos del GIS con la realidad de los profesionales de la Tecnología de la Información.

GeoMedia WebMap.

GeoMedia WebMap es una herramienta de visualización basada en web que ofrece enlaces en tiempo real con los GIS data warehouse. Es una forma muy eficiente de diseminar la información geográfica a los usuarios a través de una organización, su Intranet o Internet. Es posible con esta tecnología acceder y analizar los datos donde quiera que ellos estén y en el momento que sea.

La arquitectura de GeoMedia es escalable y permite ir extendiendo los sistemas existentes hasta satisfacer las nuevas demandas.

Al no usar propietarios formatos de datos o lenguajes, se convierte en una solución de GIS “abierto” y flexible, por lo que el usuario no tiene que preocuparse por el formato de los datos.

GeoMedia WebMap es compatible con las especificaciones del Consorcio OpenGIS (OGC) y esto le permite tener una gran flexibilidad de interoperabilidad.

GeoMedia WebMap brinda las herramientas necesarias para permitir al "browser" de Internet mostrar datos raster y vectoriales; así mismo, actuar con las bondades de un GIS desde el cliente Web.

GeoMedia WebEnterprise.

GeoMedia WebEnterprise es una solución de análisis y visualización basada en Web que permite manipular la información geográfica de la empresa, posibilitando la creación de aplicaciones de mapificación Web que son dinámicas, abiertas y escalables.

Al igual que GeoMedia Web, es una solución abierta y compatible OpenGIS (OGC).

Principales funcionalidades:

Ver el Web no sólo como proveedor de información sino también como receptor, siendo posible autorizar a individuos seleccionados a crear y almacenar geometrías para el servidor desde remotas ubicaciones.

Incluye una herramienta poderosa de segmentación dinámica para analizar datos tabulares referenciados a objetos lineales sobre el mapa, permitiendo visualizar inventarios de la organización.

Permite ejecutar análisis GIS en tiempo real basado en la conexión al data warehouse en tiempo real.

La componente Web de WebEnterprise brinda capacidades de acceso de datos en el formato nativo, sin necesidad de traducción o conversión.

Contiene un Generador de Aplicaciones Web que permite crear sitios Web en muy pocos minutos.

Estudios recientes demuestran que alrededor del 80% de la información tratada por las empresas e instituciones oficiales tienen relación con localizaciones geográficas o coordenadas espaciales, y el 60% de esta información es usada por varios departamentos. Las decisiones que toman estos organismos dependen en gran medida de la calidad, exactitud y actualidad de la información, a menudo presentada en forma de mapas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas Informáticos que se usan para almacenar y manipular información relacionada estrechamente con su posición geográfica. Esta tecnología se ha desarrollado tan rápidamente en las dos décadas pasadas que ya es aceptada como una herramienta esencial para el uso efectivo de dicha información.

La reciente y amplia introducción del SIG en el mundo, y los resultados que con estos se puede alcanzar, ha creado una necesidad de conocer y profundizar en estas tecnologías. Los directivos de los organismos empresariales y del estado están siendo instados a tomar decisiones sobre la introducción de la tecnología SIG y establecer directrices para su uso. Se realizan programas para convertir datos de mapas a formato digital para el uso del SIG. Los estudiantes y educadores que usan información geográfica están ganando acceso a la tecnología SIG que puede ser usada para incrementar la profundidad y amplitud de sus análisis.

La tecnología ha creado un excitante potencial para la información geográfica al poder ser usada más sistemáticamente y por una gran diversidad de disciplinas. Sin embargo, la facilidad con que un SIG puede manipular información geográfica también ha creado una mayor dificultad. Los usuarios no familiares con las técnicas SIG o la naturaleza de la información geográfica pueden producir fácilmente tantos análisis válidos como inválidos. Válidos o no, los resultados tienen un aire de precisión asociado con sofisticados gráficos de ordenador y tablas numéricas. Un mejor entendimiento de la tecnología SIG por los usuarios y directivos es crucial para el uso apropiado de esta tecnología.

Un SIG está diseñado para la colección, almacenamiento y análisis de objetos y fenómenos donde la localización geográfica es una característica importante o crítica para el análisis. Por ejemplo, la localización óptima de un parque de bomberos o los lugares donde la erosión del suelo es más severa son consideraciones clave usando esta información. En cada caso, qué es y dónde está, debe tenerse en cuenta.

Mientras gestionar y analizar datos que están referidos a una localización geográfica son funciones clave en un SIG, el poder del sistema es más visible cuando la cantidad de datos implicados es demasiado grande para poder ser manejada manualmente. Puede haber cientos o miles de entidades a considerar, o cientos de factores asociados con cada entidad o lugar. Estos datos pueden existir como mapas, tablas de datos, o incluso como listas de nombres y direcciones. Volúmenes de datos tan grandes no son gestionados eficientemente usando métodos manuales. Sin embargo, cuando estos datos se han introducido a un SIG, pueden ser fácilmente manipulados y analizados en formas que serían demasiado costosas - en tiempo o dinero - o prácticamente imposibles de hacer usando métodos manuales.

¿Qué es un SIG?

Como el uso de los Sistemas de Información Geográfica ha aumentado enormemente en las décadas de los ochenta y noventa; ha pasado del total desconocimiento a la práctica cotidiana en el mundo de los negocios, en las universidades y en los organismos gubernamentales, usándose para resolver problemas diversos. Es lógico, por tanto, que hayan sido propuestas varias definiciones.

Una definición precisa y completa podría ser:

- Un conjunto de equipos informáticos, de programas, de datos geográficos y técnicos organizados para recoger, almacenar, actualizar, manipular, analizar y presentar eficientemente todas las formas de información georeferenciada.[]

Otras definiciones de SIG:

- Un sistema para capturar, almacenar, comprobar, integrar, manipular, analizar y visualizar datos que están espacialmente referenciados a la tierra. (Chorley, 1987).

- Sistemas automatizados para la captura, almacenamiento, composición, análisis y visualización de datos espaciales. (Clarke, 1990).

- Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y visualización de datos espacialmente-referenciados para resolver problemas complejos de planeamiento y gestión. (lectura NCGIA por David Cowen, 1989).

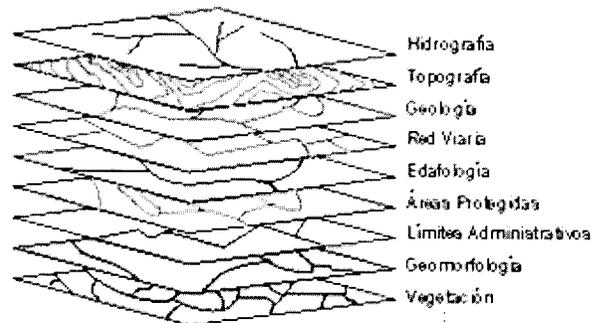
Desde un punto de vista práctico un Sistema de Información Geográfica es un sistema informático capaz de realizar una gestión completa de datos geográficos referenciados. Por referenciados se entiende que estos datos geográficos o mapas tienen unas coordenadas geográficas reales asociadas, las cuales nos permiten manejar y hacer análisis con datos reales como longitudes, perímetros

o áreas. Todos estos datos alfanuméricos asociados a los mapas más los que queramos añadirle los gestiona una base de datos integrada con el SIG; estas bases de datos no son como la conocidas normalmente pues tienen características especiales dado su contenido.

LA CONSTRUCCIÓN DE BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS.

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de **abstracción** para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada asequible para el lenguaje de los ordenadores actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles -como iremos viendo- y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en **capas**; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir.

Pero la estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la necesidad de abstracción que requieren las máquinas implica trabajar con **primitivas básicas de dibujo**, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a **puntos, líneas o polígonos**.



En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; es lo que se denomina **topología**, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las **relaciones espaciales** entre los objetos geográficos.

Aunque a nivel geográfico las relaciones entre los objetos son muy complejas, siendo muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad,

la topología de un SIG reduce sus funciones a cuestiones mucho más sencillas, como por ejemplo conocer el polígono (o polígonos) a que pertenece una determinada línea, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

Existen diversas formas de **modelar estas relaciones** entre los objetos geográficos o topología. Dependiendo de la forma en que ello se lleve a cabo se tiene uno u otro tipo de Sistema de Información Geográfica dentro de una estructura de dos grupos principales:

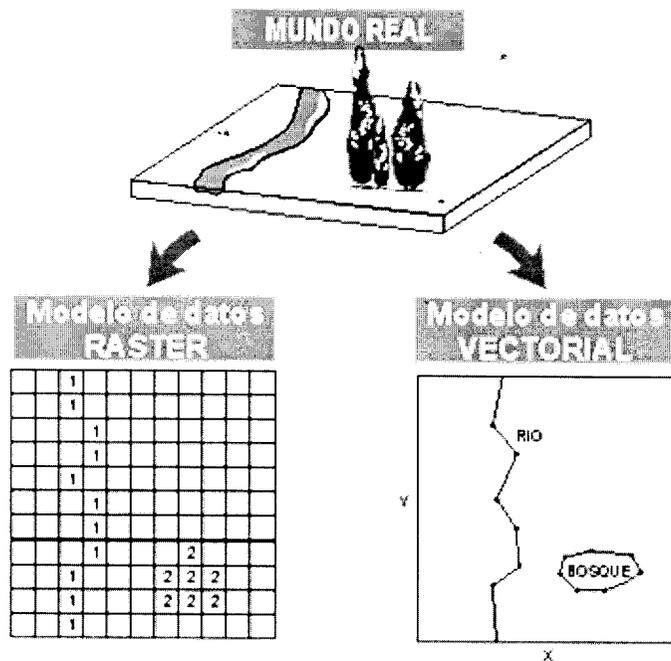
- **SIG. Vectoriales.**
- **SIG. Raster.**

No existe un modelo de datos que sea superior a otro, sino que cada uno tiene una utilidad específica, como veremos a continuación.

TOPOLOGÍAS, MODELOS DE DATOS Y TIPOS DE SIG

En función del modelo de datos implementado en cada sistema, podemos distinguir tres grandes grupos de Sistemas de Información Geográfica: **SIG Vectoriales**, **SIG Raster**. En realidad, la mayor parte de los sistemas existentes en la actualidad pertenecen a los grupos (vectoriales y raster).

Aunque veremos posteriormente las diferencias entre ambos con más detalle, adelantaremos que los vectoriales utilizan vectores (básicamente líneas), para delimitar los objetos geográficos, mientras que los raster utilizan una retícula regular para documentar los elementos geográficos que tienen lugar en el espacio.

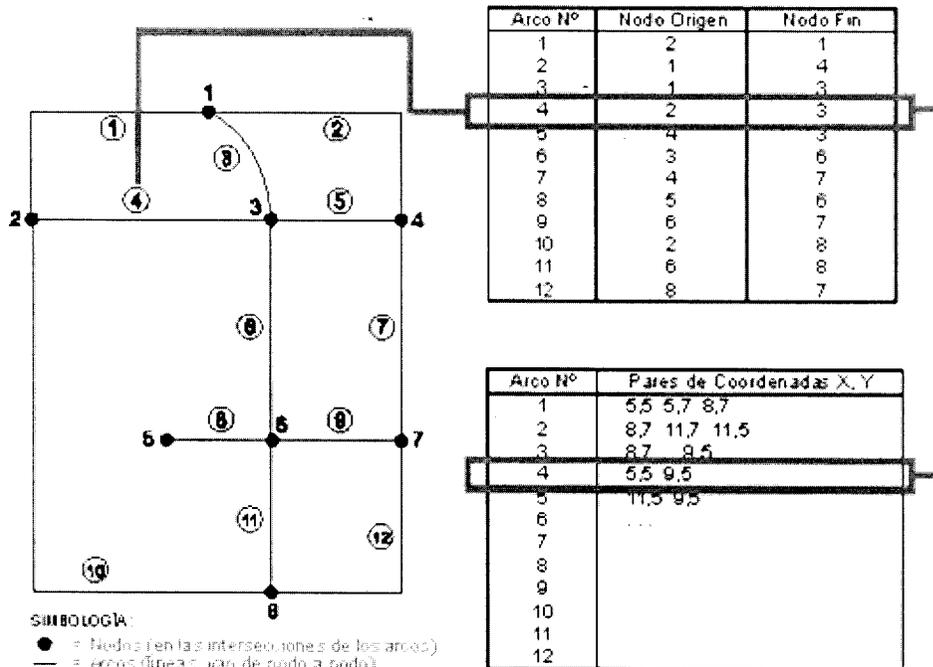


Los SIG Vectoriales

Son aquellos Sistemas de Información Geográfica 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** (e.g. 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**, cuya lógica de funcionamiento trataré de detallar en los siguientes esquemas:

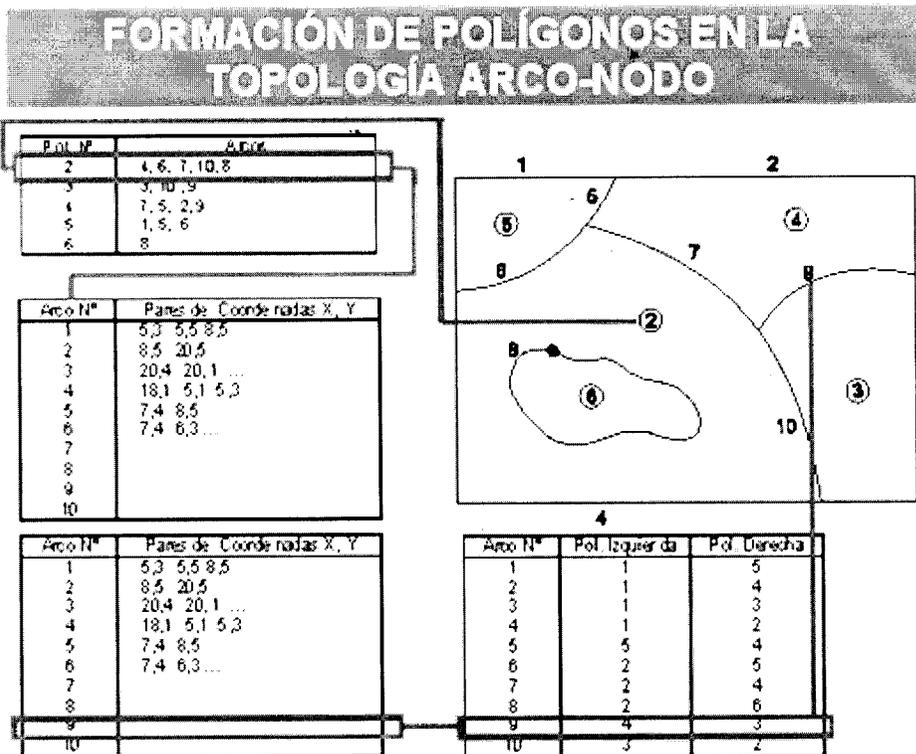
FORMACIÓN DE LÍNEAS EN LA TOPOLOGÍA ARCO-NODO



La topología arco-nodo basa 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) forma vértices y nodos, y con agrupaciones de éstos puntos forma líneas, con las que a su vez puede formar polígonos. Básicamente esta es la idea, muy sencilla en el fondo.

Para poder implementarla en un ordenador, se requiere la **interconexión de varias bases de datos a través de identificadores comunes**. Estas bases de datos, que podemos imaginarlas como tablas con datos ordenados de forma tabular, contienen columnas comunes a partir de las cuales se pueden relacionar datos no comunes entre una y otra tabla.

Hemos visto en el esquema anterior cómo se forman las líneas a partir de puntos (pares de coordenadas). Veamos ahora cómo se forman los polígonos a partir de la agrupación de líneas:

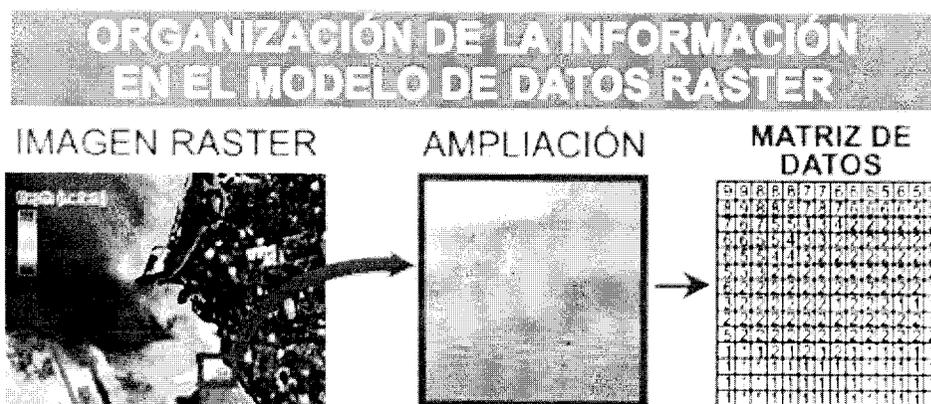


En general, el modelo de datos vectorial es adecuado cuando trabajamos con **objetos geográficos con límites bien establecidos**, como pueden ser fincas, carreteras, etc.

Los SIG Raster

Los Sistemas de Información Raster 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 **mallla regular de pequeñas celdas** (a las que se denomina **pixels**) y atribuir un **valor numérico** a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la mallla es regular (el tamaño del pixel es constante) y que conocemos la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir que todos los pixels 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 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.



No obstante, el modelo de datos raster es especialmente útil cuando tenemos que describir **objetos geográficos con límites difusos**, como por ejemplo puede ser la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los contornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo raster es más apropiado que el vectorial.

¿Para que sirve un SIG?

Hasta ahora hemos descrito un SIG por medio de definiciones de tipo formal y por medio de su capacidad para satisfacer demandas espaciales, relacionando conjunto de datos por medio de su localización geográfica. Igualmente un SIG puede describirse también enumerando el tipo de demandas a las que puede responder. Un SIG suficientemente sofisticado puede responder a cinco preguntas genéricas:

1- Localización: ¿Qué hay en...?

La primera de las preguntas se refiere a identificar que es lo que se encuentra en una localización determinada. La localización puede describirse de varias formas, por ejemplo, por su topónimo, por su código postal, o por referencias geográficas como latitud y longitud.

2- Condición: ¿Dónde se encuentra?

La segunda demanda es la inversa de la primera y requiere un análisis espacial. En lugar de identificar lo que se encuentra en un punto. Lo que se busca es un lugar que reúna ciertas condiciones (por ejemplo, un terreno sin bosque, que tenga un área mayor de 2000 metros cuadrados, que esté a menos de 100 m. de una carretera y al que sus condiciones geotécnicas le permitan soportar edificios.

3- Tendencia: ¿Qué ha cambiado desde...?

Esta pregunta involucra a las dos anteriores y su respuesta establece que diferencias ocurren en un área determinada a través del tiempo.

4- Distribución: ¿Qué patrones de distribución espacial existen?

Esta pregunta es más compleja. Se plantea al querer determinar, por ejemplo, si el cáncer es una causa importante de mortalidad entre las personas que residen en las proximidades de una central nuclear. O también, al querer conocer cuántas situaciones anormales se producen en una determinada distribución espacial y donde se localizan.

5- Modelación: ¿Qué sucede si...?

Cuestión que se plantea al intentar conocer que pasa en un sistema cuando ocurre un hecho determinado, por ejemplo, que le sucede a un sistema viario si construimos una carretera, o que sucedería si se produjera un determinado vertido tóxico en la red de suministro de agua potable. Las respuestas requieren, además de la información geográfica, otras informaciones adicionales, como pueden ser determinadas leyes científicas.

Metodología Utilizada para el desarrollo del proyecto.

Durante el proceso de desarrollo de software empleamos la metodología utilizada es RUP [7] (Racional Unified Proccess, Proceso Unificado de Rational). RUP hace énfasis en la adopción de las mejores prácticas del desarrollo de software, como una manera de reducir los riesgos *inherentes en el desarrollo de una nueva aplicación de software* , de esta manera logramos resultados mas predecibles unificando nuestro equipo con procesos comunes que mejoran la comunicación y crean un entendimiento de todas las tareas y responsabilidades.

RUP:

- Iterativo e Incremental.
- Dirigido por los Casos de Uso.
- Centrado en la Arquitectura.

Iterativo e Incremental:

Pequeños proyectos que incorporan incrementalmente nueva funcionalidad y cuyo desarrollo es una iteración.

- Obtiene un Sistema Robusto
- Reduce el Riesgo de tener un mal producto
- Reduce el Riesgo de no obtener el producto en el tiempo previsto
- Permite atacar problemas con requisitos incompletos.

Dirigido por los Casos de Uso:

- Servicios que un actor requiere del sistema y le proporcionan un resultado.
- Proporcionan los Requisitos Funcionales del Sistema.
- Describen toda la funcionalidad del Sistema.
- Cambios en Requisitos de un Caso de Uso fácil detectar las clases y componentes que afectan.

Centrado en la Arquitectura:

- Casos de Uso describen la *Funcionalidad* del Sistema
- Arquitectura define la *Forma* del Sistema
- Se describe mediante *Vistas* que incorporan el 5-10% de los casos de uso más relevantes.

1.1 Lenguaje de Modelación.

Para modelar el análisis y el diseño del software se utiliza el lenguaje UML que es el más utilizado mundialmente.

¿Por qué UML?

UML (Unified Modeling Language, Lenguaje Unificado de Modelación) [4]

Es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos del sistema de un Software. Se usa para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información sobre los sistemas a construir.

UML capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. Un sistema se modela como una colección de objetos discretos que interactúan para realizar un trabajo que finalmente beneficia a un usuario externo. El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar.

Además tiene las siguientes características:

- Permite modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos (OO).
- Permite especificar todas las decisiones de análisis, diseño e implementación, construyéndose así modelos precisos, no ambiguos y completos.
- Puede conectarse con lenguajes de programación (Ingeniería directa e inversa).

- Permite documentar todos los artefactos de un proceso de desarrollo (requisitos, arquitectura, pruebas, versiones, etc.).
- Cubre las cuestiones relacionadas con el tamaño propio de los sistemas complejos y críticos.
- Es un lenguaje muy expresivo que cubre todas las vistas necesarias para desarrollar y luego desplegar los sistemas.
- Existe un equilibrio entre expresividad y simplicidad, pues no es difícil de aprender ni de utilizar.
- UML es independiente del proceso, aunque para utilizarlo óptimamente se debería usar en un proceso que fuese dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental.

Rational Rose.[5]

Es la herramienta Case desarrollada por los creadores de UML que cubren todo el ciclo de vida de un proyecto: concepción y formalización del modelo, construcción de los componentes y certificación de las distintas fases. Nos permite una trazabilidad real entre modelo (análisis y diseño) y el código ejecutable.

Racional Rose domina el mercado de herramientas para el análisis, modelamiento, diseño y construcción orientada a objetos, tiene todas las características que los desarrolladores, analistas, y arquitectos exigen – soporte UML incomparable, desarrollo basado en componentes con soporte para arquitecturas líderes en la industria y modelos de componentes, facilidad de uso e integración optimizada.

La corporación Rational Rose ofrece el Proceso Unificado de Rational (RUP), que unifica las mejores prácticas de muchas disciplinas en un consistente y completo proceso del ciclo de vida, que permite al equipo de desarrollo disminuir los tiempos de liberación, además de hacer más predecible el software que ellos producen. Este proceso está basado en el Lenguaje Unificado de Modelación (UML – estándar de la industria) y únicamente integrado a herramientas líderes

en el desarrollo de software de Racional, el Proceso Unificado de Racional apoya el equipo completo de desarrollo de software con guías detalladas e información crítica aplicable a la mayoría de las aplicaciones de la industria, **Rose** es una herramienta con plataforma independiente que ayuda a la comunicación entre los miembros del equipo, a monitorear el tiempo de desarrollo y a entender el entorno de los sistemas. Una de las grandes ventajas de Rose es que utiliza la notación estándar en la arquitectura de software (UML), la cual permite a los arquitectos de software y desarrolladores visualizar el sistema completo utilizando un lenguaje común, además los diseñadores pueden modelar sus componentes e interfaces en forma individual y luego unirlos con otros componentes del proyecto.

Conclusiones

Como podemos ver la tecnología SIG tiene un impacto social muy importante en casi todos los sectores de la sociedad moderna además del impacto económico que es bien notable a pesar de las inversiones necesarias para desarrollar estos sistemas.

El poder del SIG es menos visible cuando la cantidad de datos implicados no es demasiado grande y puede ser manejada manualmente, sin embargo puede haber cientos o miles de entidades a considerar, o cientos de factores asociados con cada entidad o lugar. Estos datos pueden existir como mapas, tablas de datos, o incluso como listas de nombres y direcciones. Volúmenes de datos tan grandes no son gestionados eficientemente usando métodos manuales. Sin embargo, cuando estos datos se han introducido a un SIG, pueden ser fácilmente manipulados y analizados en formas que serían demasiado costosas - en tiempo o dinero - o prácticamente imposibles de hacer usando métodos manuales.

Capítulo 2. Estudio preliminar del SIG UCI

Introducción.

El presente capítulo está dedicado al estudio preliminar del Sistema de Información Geográfica. En esta etapa, de acuerdo con la metodología de desarrollo seleccionada, se identifican y analizan las necesidades de los usuarios, se describen las restricciones de diseño que se deban considerar y se efectúa una caracterización del sistema propuesto.

Objeto de Estudio.

Problema.

Se ha observado como una tendencia, que el área geográfica de la UCI aumente cada día hasta alcanzar niveles donde se hace difícil el control de las áreas del entorno universitario tanto de producción como de residencia o servicios, así como de la ubicación del equipamiento tecnológico debidamente inventariado, a pesar de automatizar todo el sistema de inventario tanto de los equipos como de los inmuebles no se tiene una idea óptima de la ubicación Geoespacial de éstos de forma gráfica ya que habría que de una forma manual relacionar la información de las bases de datos de inventario con los esquemas gráficos analógicos de la geografía del entorno, de esta forma se hace difícil para la dirección de el centro la óptima administración de los recursos y medios tecnológicos, de transporte, materiales de Oficinas o de otro tipo. Especialmente esto se agrava en situaciones extremas, como cuando hay problemas con el abasto de agua por ejemplo, la ubicación en posiciones óptimas de los tanques necesarios para garantizar el normal funcionamiento de la vida universitaria, o en situaciones de catástrofes naturales o de otro tipo la mejor ubicación de puntos de suministro básicos o puntos de asistencia médica, etc.

Objeto de automatización.

Hasta el momento toda la cartografía disponible del entorno universitario se encuentra en formatos analógicos, separados y con información deficiente y desactualizada dada las características del material cartográfico analógico así como las limitaciones de impresión de éstos. Por otra parte, estos se encuentran en lugares centralizados donde no es accesible por todos los factores que los requieren, de esta forma, no es posible que se cuente con una relación estricta de la información que se tiene de los inmuebles, equipos Inventariados o personas, con la referencia geográfica que estas tienen dentro del entorno universitario, almacenada de forma digital, de manera que pueda ser consultada evaluada y analizada de forma estadística y geográficamente a la vez para de esta forma poder trazar líneas directrices por la dirección del centro así como algunos servicios que se podrían brindar con intereses para los simples usuarios de la intranet, como son los de conocer desde el número telefónico de un local hasta los datos de todos los equipos que están en un determinado inmueble con solo hacer un clic sobre el mapa de el entorno universitario.

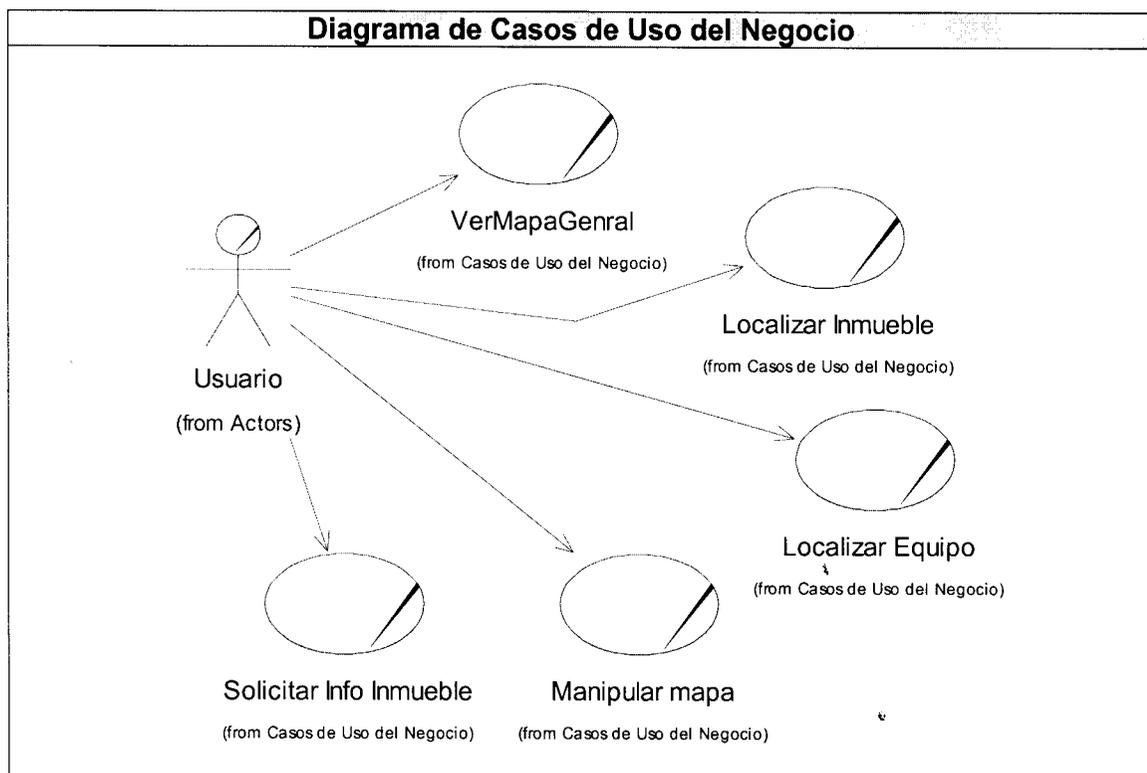
Modelo de negocio.

Actores del negocio

Nombre del Actor	Descripción
Usuario	Cualquier persona con acceso a la UCI y que necesitara saber alguna información relacionada con la ubicación geográfica de los inmuebles o equipo Inventariado

Trabajador del Negocio	Justificación
Asistente	Persona responsable (de) de gestionar la información necesaria, tanto de Datos como de cartografía.

Diagrama de casos de uso del negocio



Realización de los casos de uso del negocio

Caso de Uso	Actualizar mapa general.	
Actores	Usuario	
Propósito	Obtener vista general de el mapa UCI.	
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Usuario solicita actualizar la vista del Mapa General.		
	Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	1- El Usuario realiza una petición de actualización de la vista del mapa general.	2- El asistente actualiza las coordenadas del mapa general y gestiona el mapa solicitado. 4- El asistente muestras actualización al usuario.
Prioridad	-----	
Mejoras	Automatizar el proceso de poner en disposición de los usuarios los mapas con la vista general de la UCI.	
Otras Secciones	-----	

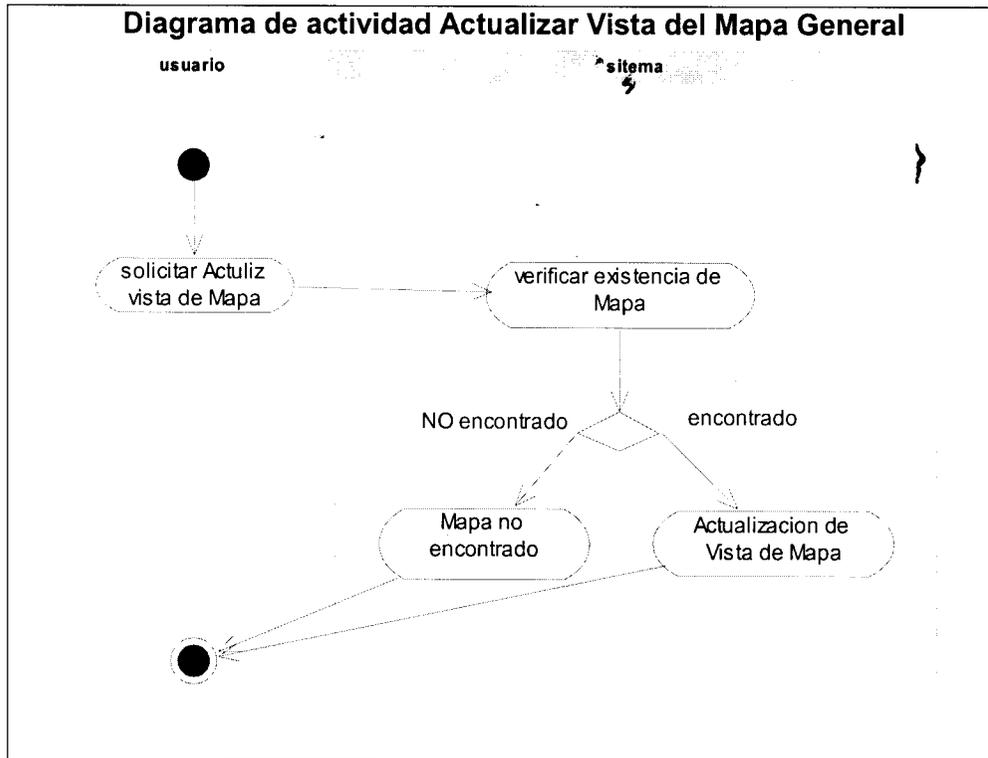
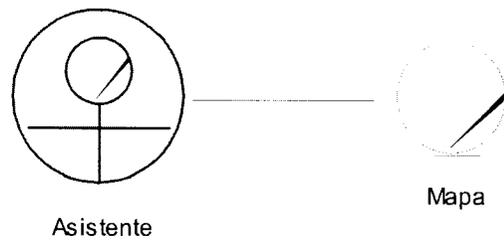


Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Actualizar mapa general.



Caso de Uso	Localizar Inmueble.
Actores	Usuario
Propósito	Obtener información acerca de la ubicación de un inmueble
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Usuario solicita ubicar un inmueble.	
Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
1- El Usuario realiza una petición de Información de la ubicación de Inmueble.	2- El asistente verifica la existencia de este en la BD y con su identificador lo localiza en el mapa. 4- El asistente muestra la información solicitada
Prioridad	-----
Mejoras	Automatizar el proceso de localizar la información solicitada.
Otras Secciones	-----

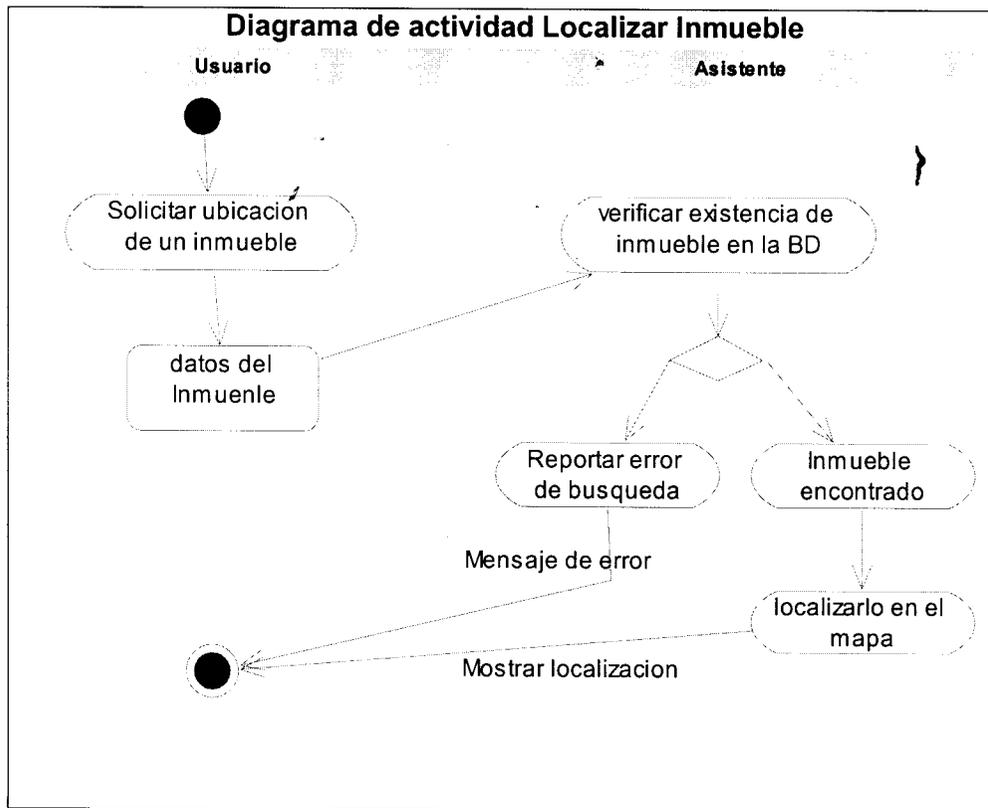
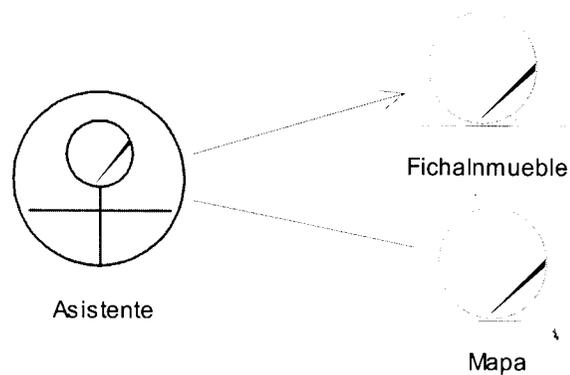


Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Localizar Inmueble



Caso de Uso	Localizar Equipolnv.	
Actores	Usuario	
Propósito	Obtener información a cerca de la ubicación de un Equipolnv }	
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Usuario solicita ubicar un Equipolnv		
	Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	1- El Usuario realiza una petición de Información de la ubicación de Equipolnv.	2- El asistente verifica la existencia de este en la BD y con su identificador de inmueble lo localiza en el mapa. 4- El asistente muestras la información solicitada
Prioridad	-----	
Mejoras	Automatizar el proceso de localizar la información solicitada.	
Otras Secciones	-----	

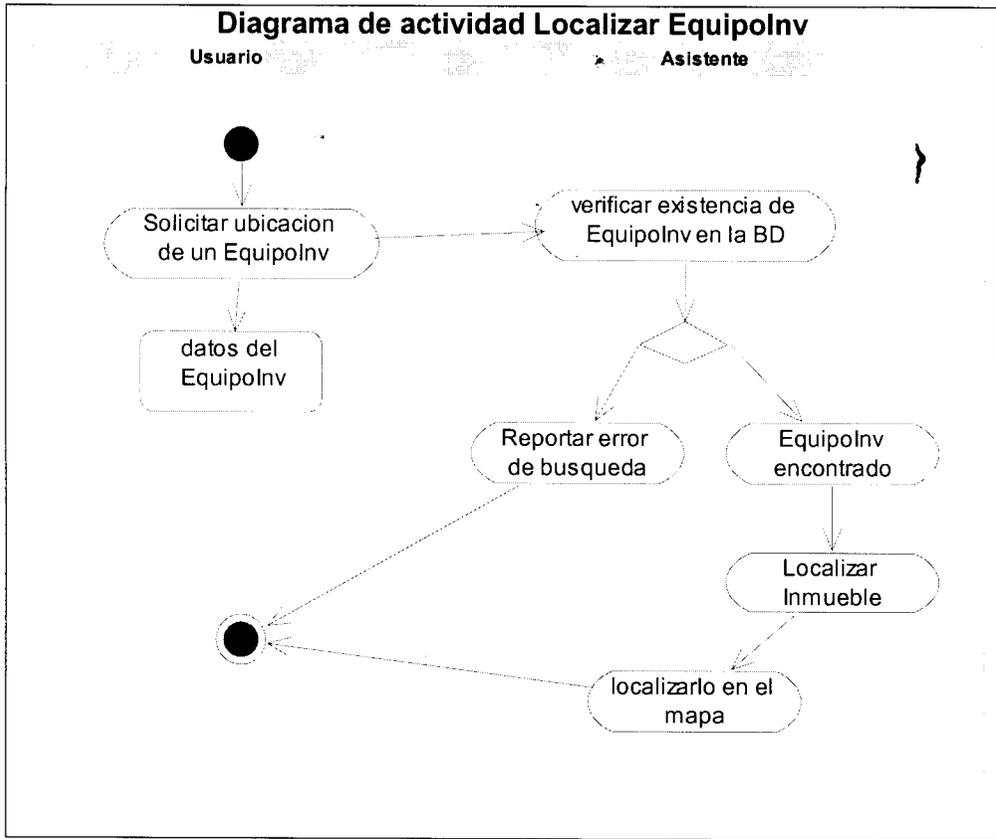
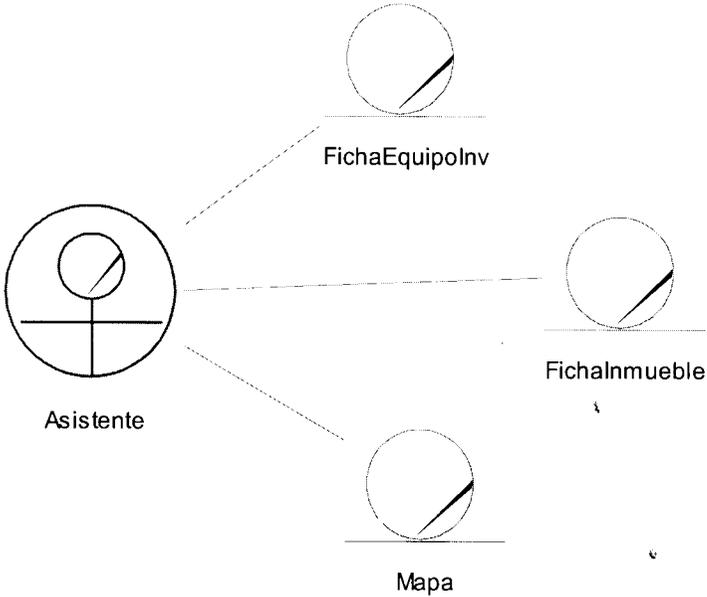


Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Localizar Equipolnv



Caso de Uso	Solicitar Información de un Inmueble por el mapa	
Actores	Usuario	
Propósito	Obtener información a cerca de un inmueble por la ubicación en mapa. }	
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Usuario solicita Información de un inmueble ubicado previamente en el mapa.		
	Acción del actor	Respuesta del proceso de negocio
	1- El Usuario realiza una petición de Información de un Inmueble por su ubicación en el mapa.	2- El asistente verifica en el mapa el Identificador de este y verifica su existencia en la BD. 4- El asistente muestras la información solicitada
Prioridad	-----	
Mejoras	Automatizar el proceso de localizar la información solicitada.	
Otras Secciones	-----	

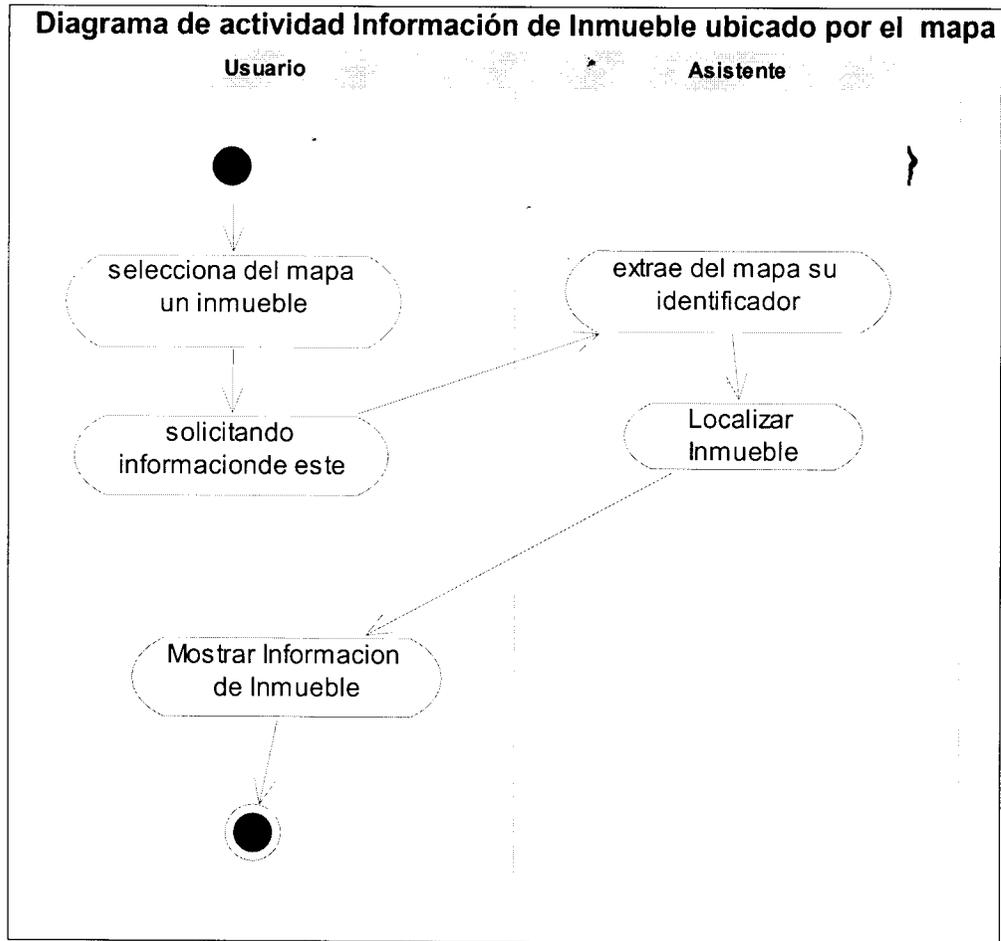
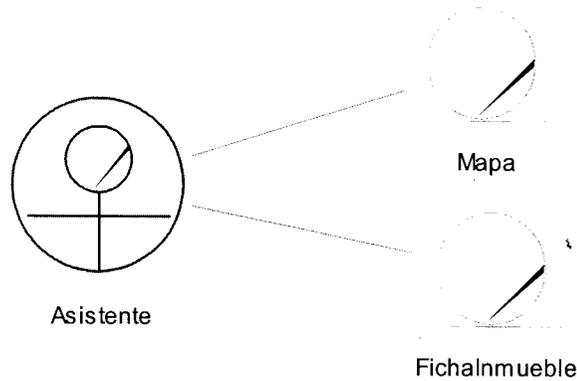


Diagrama del modelo de objetos para el caso de uso: Información de Inmueble ubicado por el mapa.



Definición de los Requisitos funcionales.

- 1) **Verificar conexión a BIG**
- 2) **Verificar conexión a BD**
- 3) **Actualizar vista del mapa**
- 4) **Solicitar mapa general UCI**
- 5) **Solicitar Zoom In al mapa.**
- 6) **Solicitar mapa de zona con límites de coordenadas actualizados**
- 7) **Pintar áreas por categorías**
- 8) **Hacer Zoom Out al mapa.**
- 9) **Delimitar nuevos límites de coordenadas.**
- 10) **Solicitar información de un inmueble señalado.**
- 11) **Localizar un inmueble, dado un parámetro (Equipolnv, Inmueble).**

Definición de los requerimientos no funcionales

Requerimientos de funcionalidad

1. No se necesita un tiempo de entrenamiento para los usuarios de la aplicación, solo que tengan un conocimiento mínimo de cómo operar una PC ya que el trabajo con el sistema es simple, además sería conveniente un conocimiento mínimo previo del trabajo con Sistemas Información Geográfica.

Requerimientos de confiabilidad

1. El sistema deberá tener un 100% de disponibilidad por lo que podrá ser usado las 24 horas del día.
2. El tiempo medio de reparación debe ser menor de 1 día.
3. Todas las salidas del sistema tienen que tener el 100% de veracidad y precisión de acuerdo con las informaciones que están en los BD.

Requerimientos de rendimiento

1. El tiempo de respuesta del sistema para una transacción será de 5 segundos como promedio y como máximo debe ser 15 segundos para la primera vez que el sistema carga la cartografía, debido a la gran cantidad de objetos geográficos que se manejan en la primera transacción, para las siguientes el tiempo de respuesta no debe exceder de 2 segundos.
2. El sistema debe soportar al menos 40 clientes y 10 transacciones simultáneamente.

Requerimientos de diseño

1. Los lenguajes de programación que se usarán serán Javascript y asp.
2. Para el análisis y el diseño del sistema debe ser utilizada la metodología RUP, usando el lenguaje de modelación UML y como herramienta para llevarlo a cabo el Rational Rose.

Requerimientos de documentación online de usuarios y ayudas del sistema.

1. La aplicación debe tener una ayuda en línea soportada por páginas Web, que estará disponible al usuario en todo momento.

Interfaces

1. Las interfaces que soporta la aplicación son: cliente web con protocolo http por el puerto 80.
2. Interfaz de usuario
 1. El estándar del proyecto UCI Ciudad Digital para el diseño de la interfaz de usuario deberá ser aplicado.

Interfaz de software

1. La aplicación se realizará en ambiente web.
2. La base de datos será independiente a la aplicación.
3. La comunicación que habrá entre la base de datos y la aplicación, y otras aplicaciones, será por medio de servicios web (web services).

Interfaz de comunicación

1. La aplicación se comunica con otros sistemas a través de la intranet.

Requerimientos legales, derechos de autor y otros

1. Tanto nuestra aplicación SIGUCI (Sistema de información Geográfica) como la documentación pertenecen al proyecto UCI Ciudad Digital, específicamente a la DIP de Geomática.

Definición de Casos de Uso

El comportamiento de un sistema en desarrollo es documentado en un modelo de Casos de Uso que ilustrará las funciones del sistema (Casos de Uso), sus entornos (Actores) y las relaciones entre los Casos de Uso y los Actores (Diagramas de Casos de Uso). Un Caso de Uso es una secuencia de acciones que obtienen resultados de valor para un Actor, y un Actor representa cualquier cosa que interactúa con el sistema que puede ser un humano, software o hardware. El rol más importante de un modelo de Casos de Uso es el de la comunicación. Un modelo de Casos de Uso provee un vehículo usado por los clientes o usuarios finales y desarrolladores para discutir el comportamiento y la funcionalidad del sistema.

A continuación, serán identificados y definidos cada uno de los Actores que participan en el sistema, cada uno de los Casos de Uso involucrados, y las relaciones existentes entre ambos. Finalmente, todo el modelo será resumido a modo de esquema haciendo uso del UML a través de un Diagrama de Casos de Uso.

Definición de Actores

Dado que el producto que se pretende desarrollar es un Cliente Web de un Sistema de Información geográfica, pueden ser identificado esencialmente tres Actores, el usuario del cliente Web, el Sistema de acceso a los datos de los Bancos de datos y el Sistema de acceso a la Base de información Geográfica (BIG).

Actores

Actores	Justificación
Usuario	Este actor es quien va solicitar la información que puede brindar el SIG
SistServBD	Este actor es el sistema que interactúa con la aplicación para garantizar el acceso a los datos de los BD .
SistServBIG	Este actor es el sistema que interactúa con la aplicación para garantizar el acceso a los Mapas de la BIG .

Casos de Uso

En el análisis realizado del sistema propuesto fueron identificados los Casos de Uso que a continuación son enumerados:

- 1) Cargar Mapa general de la BIG.
- 2) Ubicar en mapa el objeto que se desee localizar (Inmueble, Equipo Inv).
- 3) Realizar Aumentar (Zoom in) a una parte del mapa seleccionada.
- 4) Realizar Disminuir (Zoom out) a una parte del mapa seleccionada.
- 5) Mostrar características del Inmueble seleccionado en el mapa.
- 6) Localizar inmuebles por categorías.
- 7) Elaborar mapas temáticos.

• Caso de Uso	• Cargar Mapa general la BIG
• Actores	• Usuario
• Descripción	• Inicializar la aplicación con una vista general de la cartografía almacenada en la BIG, este mapa que se muestra contiene todas las capas almacenadas y los limites de coordenadas reales representados a la escala correspondiente.
• Referencias	• 1, 2, 3, 4

• Caso de Uso	• Realizar Zoom in a una parte de mapa seleccionada
• Actores	• Usuario, SubSistServMapas
• Descripción	• El caso de uso comenzará cuando se reciba una solicitud de actualización de la vista del mapa, de esta forma se actualizan los limites de coordenadas y se solicita al SubSistServMapas, la actualización de esta solicitud.
• Referencias	• 1, 3, 5, 6, 9

<ul style="list-style-type: none"> • Caso de Uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar Información de la región al hacer un Clic
<ul style="list-style-type: none"> • Actores 	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario, SubSistServMapas, SubSistServDatos
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción 	<ul style="list-style-type: none"> • El caso de uso comenzará cuando se reciba una solicitud de Información acerca de un Inmueble, se le solicita al SubSistServMapas el Id de Inmueble donde se seleccionó por el usuario, con este id se le solicitan a SubSistServDatos la Información relacionada a este Id de Inmueble dado, y termina mostrando dicha información en el cliente, en caso de ser un área no registrada como inmueble, se mostrarán solo los datos relacionados a la BIG.
<ul style="list-style-type: none"> • Referencias 	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 2, 3, 10
<ul style="list-style-type: none"> • Caso de Uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar en mapa el objeto que se desee localizar
<ul style="list-style-type: none"> • Actores 	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario, SubSistServMapas, SubSistServDatos
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción 	<ul style="list-style-type: none"> • El caso de uso comenzará cuando se reciba una solicitud de Información a cerca de la ubicación de el objeto seleccionado, se le solicita al SubSistServDatos la información de el objeto (Local, Equipo Inv o Inmueble), y con este toma el Id de Inmueble para solicitar al SubSistServMapas la señalización de este en el mapa y la Información relacionada a éste de ese Inmueble dado, y termina mostrando dicha información en el cliente.
<ul style="list-style-type: none"> • Referencias 	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 2, 3, 11, 7, 10

<ul style="list-style-type: none"> • Caso de Uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar Zoom Out a una parte de mapa seleccionada
<ul style="list-style-type: none"> • Actores 	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario, SubSistServMapas
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción 	<ul style="list-style-type: none"> • El caso de uso comenzará cuando se reciba una solicitud de actualización de la vista del mapa, de esta forma se actualizan los limites de coordenadas y se solicita al SubSistServMapas, la actualización de esta solicitud.
<ul style="list-style-type: none"> • Referencias 	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 3, 5, 9, 6

Diagrama de casos de Uso.

A continuación, son descritos cada uno de estos Casos de Uso. El diagrama correspondiente podrá ser encontrado en el **Anexo A.**

Casos de uso por ciclo.

Definir una tabla como la siguiente para cada uno de los ciclos de desarrollo.

Siclo	Nombre de caso de uso	Justificación de la selección.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Cargar Mapa general la BIG. • Realizar Zoom in a una parte del mapa seleccionada. • Realizar Zoom Out a una parte de mapa seleccionada. • Mostrar Información de la región al hacer un Clic. • Ubicar en mapa el objeto que se desee localizar. 	<p>-Este caso de uso es muy importante pues este es el que garantiza la inicialización de la aplicación.</p> <p>-Con este caso de uso logramos una manipulación la vista del mapa logrando un nivel de detalle deseado.</p> <p>- Este caso de uso es muy importante pues nos permite encuestar la información de un inmueble o área, mediante el mapa mostrado en el cliente.</p> <p>- Este caso tiene gran importancia debido a que a través de él ubicamos de forma grafica, la posición de un inmueble.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar Mapas temáticos 	<p>Este caso de uso nos permite crear mapas temáticos con las diversas combinaciones de información disponible.</p>

Casos de uso expandidos.

Caso de uso	
CU-1	Cargar mapa general de la BIG
Propósito	En este caso de uso se carga todas las capas del mapa.
Actores : Usuario, SistServMapas	
Resumen: El usuario inicia el sistema o solicita la actualización del sistema a la vista general, el sistema solicita al SistServMapas la actualización de todas las capas que contiene el sistema y de esta forma se inicializan todas las opciones del sistema.	
Precondiciones	El sistema se encuentra en un estado donde se visualiza resultados de alguna consulta previa.
Acción del actor	Respuesta del sistema
El usuario solicita la actualización del sistema a la vista general del Mapa.	El sistema le solicita al SistServMapas la actualización de el mapa a la vista general.
El SisServMapas extrae de la BIG el total de las capas con su propiedades correspondiente y las pasa al sistema en formato XML.	El sistema envía al cliente el mapa, construido con los datos enviados por el SisServMapas, siendo actualizada la página principal.
Flujo alternativo : -	
Poscondiciones:	
El sistema queda actualizado mostrándole al usuario la pagina principal con las vista general del mapa actualizada.	

Caso de uso	
CU-2	Realizar Zoom in a una parte del mapa seleccionada
Propósito	En este caso de uso se realiza un acercamiento de el mapa para ganar en detalle en la vista de este sobre una región seleccionada.
Actores : Usuario, SistServMapas	
Resumen: El usuario solicita aumentar la vista del mapa en una región determinada, para ganar en el nivel de detalle del mapa.	
Precondiciones	El sistema se encuentra en una vista del mapa con un nivel de detalle no deseado por el usuario.
Acción del actor	Respuesta del sistema
El usuario solicita la actualización del sistema a la vista del Mapa hacia un nivel mayor de detalle seleccionando una región determinada.	El sistema realiza la actualización de la vista del mapa recalculando los nuevos límites de coordenadas para enmarcar la vista solicitada, se reconstruye el mapa y es mostrado al cliente.
Flujo alternativo : -	
Poscondiciones:	
El sistema queda actualizado mostrándole al usuario la pagina principal con la vista parcial del mapa seleccionada de forma actualizada.	

Caso de uso	
CU-3	Realizar Zoom out a una parte del mapa seleccionada }
Propósito	En este caso de uso se realiza un alejamiento de el mapa perdiendo nivel de detalle y ganando en extensión de la vista del mapa hacia un área mayor respecto al área total representada.
Actores : Usuario, SistServMapas	
Resumen: El usuario solicita aumentar el área de la vista del mapa	
Precondiciones	El sistema se encuentra en una vista del mapa con un nivel de detalle no deseado por el usuario.
Acción del actor	Respuesta del sistema
El usuario solicita la actualización del sistema a la vista del Mapa hacia un nivel mayor de área visible.	El sistema realiza la actualización de la vista del mapa recalculando los nuevos límites de coordenadas para enmarcar la vista solicitada, se reconstruye el mapa y es mostrado al cliente.
Flujo alternativo : -	
Poscondiciones:	
El sistema queda actualizado mostrándole al usuario la pagina principal con las vista del mapa en un área mayor que la anterior.	

Caso de uso	
CU-4	Mostrar Información de la región al hacer un Clic } }
Propósito	En este caso de uso se realiza una visualización de las propiedades de un inmueble seleccionado por el usuario.
Actores : Usuario, SistServMapas, SistServDatos.	
Resumen: El usuario solicita las propiedades de un determinado inmueble.	
Precondiciones	-
Acción del actor	Respuesta del sistema
El usuario solicita conocer las propiedades de un inmueble determinado	El sistema le solicita al SistServMapas por la posición que este se encuentre las características del inmueble.
El SistServMapas extrae de la BIG las características solicitadas y las envía en formato XML.	El sistema ?
Flujo alternativo : -	
Poscondiciones:	
El sistema queda actualizado mostrándole al usuario la pagina principal con las vista del mapa en un área mayor que la anterior.	

Capítulo 3. Análisis, Diseño e Implementación

Introducción.

En el presente capítulo se plantea el análisis y diseño del sistema, basado en la Metodología RUP y utilizando para su modelado el Lenguaje Unificado de Modelación (UML), que permite representar la expansión de los casos de uso y el modelo conceptual, también se presentarán los diagramas de secuencia y los diagramas de diseño Web del sistema.

Análisis

Modelo de clases de análisis

Las informaciones que fluyen entre las actividades que conforman un proceso de negocio representan entidades o conceptos del dominio y por tanto son una buena base para crear el modelo de análisis del sistema. A partir de la lista de informaciones que se han obtenido a lo largo del análisis del sistema, fue construido el modelo análisis del **SIGWeb** propuesto.

Dado que el sistema que se está modelando es un **SIGWeb**, será representada solamente la funcionalidad de éste.

El modelo de análisis aparece representado en el **Anexo B**.

Diseño

Diagramas de Secuencia

Con el objetivo de mostrar las interacciones entre los objetos organizados en una secuencia de tiempo y comprender mejor el funcionamiento del SIGweb, se elaboraron los diagramas de secuencia correspondientes. Estos describen los objetos y las clases que interactúan en el escenario, así como la secuencia de mensajes intercambiados entre clases y objetos para llevar a cabo la funcionalidad de éste. Los diagramas de secuencia del SIGweb podrán ser encontrados en el **Anexo C.**

Diagrama de clases

A partir del modelo de análisis y los diagramas de secuencia vistos anteriormente, se construyó el diagrama de clases que aparecen en el **Anexo D.** En este diagrama solamente son mostradas las clases que han sido identificadas en los diagramas de secuencia. El comportamiento de las clases que aparece en los diagramas de secuencia ha sido extraído incluyendo los métodos que aparecen en ellos, y refinando las asociaciones de multiplicidad, navegabilidad y agregación.

Descripción de las clases.

Clases Interfaces:

Nombre: ClientePrincipal	
Tipo de clase : Interface	
Nombre:	Crear_Pagina()
Descripción:	Página que contiene el formulario para selección de opciones de consultas y Opciones de manipulación de mapas.

Nombre: SistServDatos	
Tipo de clase : Interface	
Nombre:	Getdata()
Descripción:	Encargado de la gestión de los datos necesarios en la aplicación, en la Base de Datos Inmueble de la UCI

Nombre: SistServMapas	
Tipo de clase : Interface	
Nombre:	Get_schema()
Descripción:	permite acceder a la descripción de las propiedades que tiene determinada colección de elementos geográficos desde web.
Nombre:	Get_Legend()
Descripción:	permite acceder al estilo con que se están ofreciendo los mapas de una colección determinada esta leyenda esta en formato XML
Nombre:	Map()
Descripción:	La interfase Map es de obligatoria implementación y mediante ella se puede obtener el mapa deseado. Esta interfase esta diseñada para proporcionar a los clientes del Servidor de Mapas con imágenes de mapas.

Nombre:	feature_info()
Descripción:	Básicamente la interfase le ofrece a un cliente la posibilidad de especificar sobre qué píxel está preguntando, sobre qué capa(s) debe preguntarse, y en qué formato debe devolverse la información }
Nombre:	Capabilities()
Descripción:	La interfase Capabilities está diseñada para proveer una lista de que interfases soporta el servidor de Mapas, que capas de mapas puede servir, que formatos y otros detalles.

Clases Controladoras:

Nombre: Sistema	
Tipo de clase : Controladora	
Nombre:	GetLayers()
Descripción:	Devuelve las capas del mapa que se especifiquen en la consulta
Nombre	CreateMapChange()
Descripción	Construye el mapa con los cambios realizados por la consulta en cada caso.
Nombre	ShowBB()
Descripción	Encargado de dibujar la parte del mapa que se debe destacar al realizar una consulta que lo requiera.

Forma general del tratamiento de errores.

El sistema trata de minimizar al máximo los posibles errores que puedan existir. Este sistema solo realiza consultas en las cuales no se realizan ningún tipo de operaciones de modificación o eliminación de elementos, de esta manera siempre serán válidos los datos que en las consultas sean mostradas.

Implementación

Se ha implementado un cliente Web que permite visualizar y consultar la información geográfica del servidor de mapas con las especificaciones de interfaces de un Servidor de Mapas WEB de OpenGIS, que permiten, producir un mapa y responder las consultas básicas acerca del contenido del mismo.

Para el desarrollo de un cliente web se han utilizado las plataformas ASP (Active Server Page), JavaScript, VBscript y XML. La interacción con el servidor de mapas se efectúa a través de tres interfaces fundamentales Capabilities, FeatureInfo y Map que son las encargadas de devolver un mapa con las características solicitadas por el usuario. Este mapa es devuelto como una imagen en formato JPG o GIF, y representada en un visor diseñado para esto.

El visor opera en el ambiente del Explorador de Internet y permite a usuarios interactuar con un mapa y usar una serie de herramientas básicas tales como Aumentar, Disminuir, Desplazar la imagen y Obtener Información del Mapa, además de realizar una serie de consultas como búsquedas por identificador para conocer su ubicación.

Servicio de Mapas y sus Interfaces

La interacción con el servidor de mapas se efectúa a través de tres interfaces fundamentales Capabilities, FeatureInfo y Map propuestas para ese fin por OpenGIS, al menos las dos primeras son obligatorias en el proceso de obtención de un Mapa y la tercera aunque es opcional es de gran importancia cuando se habla de desarrollar Sistemas de Información Geográficos basados en Web.

En sentido general las tres interfases anteriores serán expuestas a través de una mas general que se nombra "Request" mediante ella se le dirá al servidor que interfase se está encuestando.

Ejemplo:.....Request=capabilities

Interfase **Capabilities**

La interfase Capabilities está diseñada para proveer una lista de que interfaces soporta el servidor de Mapas, que capas de mapas puede servir, que formatos y otros detalles.

Si no hay medio de que el cliente acceda a la interfase Capabilities entonces el Servidor de Mapas no será un servidor con un buen formato. Internamente el Servidor de Mapas retorna un fichero XML con la respuesta, en el que se incluyen entre otras cosas como ya se dijo la lista de capas que se pueden servir o consultar desde el cliente.

<i>Componente URL</i>	<i>Descripción</i>
http://server_address/path/script?	Prefijo URL del Servidor
REQUEST=capabilities	Nombre de la interfaz
Parámetros específicos	

La respuesta debe ser en forma de XML, el cual debe ser validado contra una Definición de Tipo de Dato (DTD) que se publica bajo el nombre de Capabilities.dtd. En el caso de HTTP, el tipo MIME del XML que se retorna debe ser "text/xml" y no plain text.

Un ejemplo de solicitud de capabilities en web sería de esta manera:

```
"http://<%=hostName%>/Scripts/mapserver.exe?
request=capabilities"
```

daría como resultado un XML con las posibilidades del servidor de Mapas incluyendo el listado de Capas del mismo y Datos sobre las mismas.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<WMT_MS_Capabilities version="1.0.0" updateSequence="0">
  <Capability>
...
    <Layer>
      <Layer>
        <Name>Manzanas</Name>
        <Title>Nuevo Tema</Title>
        <SRS>GCS_Cuba</SRS>
        <LatLonBoundingBox minx="22.9827243943312" miny="-82.4674092883153" maxx="22.9886159419869" maxy="-82.4636384132142" />
        <BoundingBox SRS="NAD27_CubaNorte" minx="349538.717150737" miny="351089.831278686" maxx="349931.69033892" maxy="351738.459988782" resx="0.01" resy="0.01" />
      </Layer>
    <Layer>
...
  </Capability>
</WMT_MS_Capabilities>

```

Interfase Map

La interfase Map es de obligatoria implementación y mediante ella se puede obtener el mapa deseado. Esta interfase esta diseñada para proporcionar a los clientes del Servidor de Mapas con imágenes de mapas. Una vez recibida una solicitud de mapa el Servidor debe satisfacerla o generar una excepción acorde a las especificaciones de OpenGis para cada caso de Servidor de Mapas.

El resultado a una solicitud de la interfase Map de un Servidor de Mapas debe ofrecerse en el formato descrito por el campo "format" de la interfase, de lo contrario debe generarse la excepción correspondiente.

<i>URL Componente</i>	<i>Descripción</i>
http://server_address/path/mapserver?	Prefijo URL del servidor. Requerida
REQUEST=map	Nombre de interfaz. Requerida
LAYERS=layer_list	Lista separada por coma de las capas. Requerida
STYLES=style_list	Lista separada por coma de los estilos de dibujo por capa. Requerida
SRS=srs_identifier	Sistema de Referencia Espacial. Requerida
BBOX=xmin,ymin,xmax,ymax	Bounding box. Requerida
WIDTH=output_width	Ancho en pixels de la imagen. Requerida
HEIGHT=output_height	Alto en pixels de la imagen. Requerida
FORMAT=output_format	Formato de salida del mapa. Requerida.
TRANSPARENT=true_or_false	Opcional. FALSE por defecto
BGCOLOR=color_value	Color de Background. Opcional; 0xFFFFFFFF por defecto
EXCEPTIONS=exception_format	Formato de Excepciones Opcional; INIMAGE por defecto
Vendor-specific parameters	

Un ejemplo de solicitud de map en web sería:

```
"http://<%=hostName%>/Scripts/mapserver.exe?
  request=map&
  Layers=<%=allLayers%>&
  BBox=<%=minX%>,<%=minY%>,<%=maxX%>,<%=maxY%>&
  Format=GIF&
  width=<%=mWidth%>&
  height=<%=mHeight%>"
```

>

Interfase *FeatureInfo*

La interfase *FeatureInfo* está diseñada para proporcionar más información a los clientes de un Servidor del Mapa sobre los elementos en los mapas que fueron resultado de solicitudes de Mapa anteriores. Básicamente la interfase le ofrece a un cliente la posibilidad de especificar sobre qué píxel está preguntando, sobre qué capa(s) debe preguntarse, y en qué formato debe devolverse la información. Para proporcionar un protocolo sin estado, la demanda del Mapa es una de las partes de una solicitud de *FeatureInfo*. El uso principal de *FeatureInfo* que es que un usuario ve el resultado de una solicitud de Mapa y sobre ese mapa escoge un punto para conseguir más información.

<i>URL Componente</i>	<i>Descripción</i>
http://server_address/path/ mapserver?	Prefijo URL del Servidor
REQUEST=feature_info	Nombre de la interfaz
<map request copy>	Copia de los parámetros de demanda de Mapa que se utilizaron para generar el mapa y de los que se desea información.
QUERY_LAYERS=layer_list	Lista separada por coma de las capas que serán consultadas
INFO_FORMAT=output_format	Formato de retorno; MIME por defecto
FEATURE_COUNT=number	Cuantos elementos para retornar información Opcional; 1 por defecto
X=pixel_column	Coordenada X del elemento
Y=pixel_row	Coordenada Y del elemento
Parámetros específicos	

Un ejemplo de solicitud de FeatureInfo en web sería:

```
"http://<%=hostName%>/Scripts/mapserver.exe?
  request= feature_info&
  Layers=<%=allLayers%>&
  BBox=<%=minX%>,<%=minY%>,<%=maxX%>,<%=maxY%>&
  Format=GIF&
  width=<%=mWidth%>&
  height=<%=mHeight%>
  QUERY_LAYERS=Edificios&
  X=253&
  Y=183&"
>
```

esta solicitud tendría como resultado un XML como el que se muestra a continuación:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<FeatureCollection>
  <FeatureCollection>
    <Name>Edificios</Name>
    <FeatureMember>
      <GEOMETRIA>POLYGON</GEOMETRIA>
      <ID>01</ID>
      <NOMBRE>EDIFICIO</NOMBRE>
      <ID_INMUEBLE>01</ ID_INMUEBLE>
    </ FeatureMember>
  </FeatureCollection>
</FeatureCollection>
```

El Cliente Web

Esta sería la Pagina principal con la Forma que almacenará los parámetros variables para consultar un mapa, la imagen del mapa y la consulta inicial.

```
// Valor inicial de los parámetros necesario para solicitar un mapa
<%@ LANGUAGE="VBScript" %>
<%
    dim hostName, allLayers, minX, minY, maxX, maxY, mWidth, mHeight
    allLayers = "Manzanas,Viales,Edificios "
    hostName = Request.ServerVariables("HTTP_HOST")
    minX = 296220
    minY = 304909
    maxX = 440181
    maxY = 373210
    mWidth = 600
    mHeight = 350
%>

<html>
<body>
<form name='MapForm'> // parámetros variables para consultar un mapa
  <INPUT name=name type=hidden value=SIG ID=Hidden1>
  <INPUT name=minx type=hidden value="<%=minX%>" ID=Hidden2>
  <INPUT name=miny type=hidden value="<%=minY%>" ID=Hidden3>
  <INPUT name=maxx type=hidden value="<%=maxX%>" ID=Hidden4>
  <INPUT name=maxy type=hidden value="<%=maxY%>" ID=Hidden5>
  <INPUT name=cmd type=hidden value="" ID=Hidden6>
  <INPUT name=alllayers type=hidden value="<%=allLayers%>" ID=Hidden7>
  <INPUT name=allStyles type=hidden value="" ID=Hidden8>
  <INPUT name=ainfostr type=hidden value="" ID=Hidden9>
  <INPUT name=mwidth type=hidden value="<%=mWidth%>" ID=Hidden10>
  <INPUT name=mheight type=hidden value="<%=mHeight%>" ID=Hidden11>
  <INPUT name=hostname type=hidden value="<%=hostName%>" ID=Hidden12>
  <INPUT name=thematic type=hidden value="" id=Hidden13>
</form>
// imagen con el mapa resultante
<IMG name=asmap onmouseover="DoMouseOver()" onclick="MapClick()"
  lowsrc= "http://<%=hostName%>/Scripts/mapsserver.exe?
    request=map&
    Layers=<%=allLayers%>&
    BBox=<%=minX%>,<%=minY%>,<%=maxX%>,<%=maxY%>&
    Format=GIF&
    width=<%=mWidth%>&
    height=<%=mHeight%>"
  >
</body>
</html>
```

Operaciones a realizar con el mapa desde un Script

🔍 Aumentar: Esta herramienta nos brinda la posibilidad de ampliar la zona que deseamos visualizar

🔍 Disminuir: Esta herramienta nos brinda la posibilidad de disminuir la zona que deseamos visualizar

Este código que mostramos a continuación es el usado para trabajar con las herramientas aumentar y disminuir:

```
function MapClick{
    // Limite geográfico del mapa
    var minx, miny, maxx, maxy;
    minx = document.forms("MapForm").item("minx").value;
    miny = document.forms("MapForm").item("miny").value;
    maxx = document.forms("MapForm").item("maxx").value;
    maxy = document.forms("MapForm").item("maxy").value;
    // ancho y alto de la imagen
    var MAPWIDTH, MAPHEIGHT;
    MAPWIDTH = document.forms("MapForm").item("mwidth").value;
    MAPHEIGHT = document.forms("MapForm").item("mheight").value;
    // coordenadas en pixel del click del mouse
    var intx, inty;
    intx = this.event.offsetX;
    inty = this.event.offsetY;
    // Calculo del ancho, alto, X, Y en coordenadas mapa
    var mwidth, mheight, mapcoor dx, mapcoor dy;
    mwidth = Math.abs(minx-maxx);
    mheight = Math.abs(miny-maxy);
    mapcoor dx = Number(minx) + Number(intx*(mwidth/MAPWIDTH));
    mapcoor dy = maxy - inty*(mheight/MAPHEIGHT);
    // Comando activo
    var activeelement
    activeelement = document.forms("MapForm").item("cmd").value;
    if (activeelement == "cmd_zin"){ // Comando Aumentar
        maxx = mapcoor dx + mwidth/4;
        minx = mapcoor dx - mwidth/4;
        miny = mapcoor dy - mheight/4;
        maxy = mapcoor dy + mheight/4;
    }
    else if (activeelement == "cmd_zout"){ // Comando Disminuir
        minx = mapcoor dx - mwidth*3/4;
        maxx = mapcoor dx + mwidth*3/4;
        miny = mapcoor dy - mheight*3/4;
```

```

    maxy = mapcoordy + mheight*3/4;
  }
  else if (activeelement == "cmd_pan"){ // Comando Paneo
    minx = mapcoordx - (mwidth)/2;
    maxx = Number(mapcoordx) + Number((mwidth)/2);
    miny = mapcoordy - (mheight)/2;
    maxy = Number(mapcoordy) + Number((mheight)/2);
  }
  ShowBB(minx, miny, maxx, maxy)
}

```



Información: Esta herramienta nos brinda la posibilidad de solicitar la información acerca del mapa:

```

function CargarDoc()
{
  // Instanciar el parser y Cargar XML

  var xml = new ActiveXObject("Microsoft.XMLDOM")
  xml.async = false
  xml.load(<%=httpinfo%>)
  var Nodos = xml.selectNodes("FeatureCollections/FeatureCollection")
  document.write('<div align="center"><p> :')
  document.write('<b><font color="#E30000" face="Verdana"
  size="4">Información</font></b></p></div>')
  document.write('<div align="center"><table border="1" width="90%" cellspacing="0">')
  for (i=Nodos.length-1; i >= 0; i--)
  {
    var Nodo = Nodos.item(i).selectSingleNode("Name")
    document.write('<tr> <td width="100%" colspan="2" valign="middle" align="center"
    bgcolor="#D9ECFF">')
    document.write('<b><font face="Arial" size="3">Capa:
    '+Nodo.firstChild.nodeValue+'</font></b></td></tr>')
    document.write('<tr> <td width="35%" bgcolor="#FFFFCC"><b><font color="#0000FF"
    face="Arial" size="2">Propiedad</font></b></td>')
    document.write('<td width="65%" bgcolor="#FFFFCC"><b><font color="#0000FF"
    face="Arial" size="2">Valor</font></b></td></tr>')
    var oNodo = Nodos.item(i).selectSingleNode("Feature")
    for (j=0; j < oNodo.childNodes.length; j++)
    {
      var Nodo = oNodo.childNodes.item(j)
      document.write('<tr> <td width="35%"><b><font face="Arial"
      size="2">'+Nodo.nodeName+'</font><b></td>')
      if (Nodo.hasChildNodes)
      {
        if (Nodo.nodeName == "WEB")
        {
          document.write('<td width="65%"><font color="#E30000" face="Arial" size="2">
          <a href="'+ Nodo.firstChild.nodeValue+'">

```

```
        '+Nodo.firstChild.nodeValue+'</font></td></tr>')
    } else
        if (Nodo.nodeName == "EMAIL")
        {
            document.write('<td width="65%"><font color="#E30000" face="Arial" size="2">
                <a href="mailto:'+ Nodo.firstChild.nodeValue+'">
                '+Nodo.firstChild.nodeValue+'</font></td></tr>')
        }
    } else
        if (Nodo.nodeName == "IMAGEN")
        {
            document.write('<td width="65%"><font color="#E30000" face="Arial" size="2">
                <a href="http://<%=hostname%>/imag/'+ Nodo.firstChild.nodeValue+'">
                '+Nodo.firstChild.nodeValue+'</font></td></tr>')
        }
    } else
        document.write('<td width="65%"><font color="#E30000" face="Arial"
            size="2">'+Nodo.firstChild.nodeValue+'</font></td></tr>')
        }
    }
}
```

Conclusiones

Como resultado de este proyecto podemos deducir primeramente, algunas ideas que más que conclusiones son reflexiones, sobre las cosas que hemos logrado y lo que podemos lograr con el desarrollo de este proyecto a niveles superiores, debido a las posibilidades de aplicarlo a las más diversas esferas de la sociedad en función de los intereses de un desarrollo social vinculado cada vez más a las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones, de manera que el beneficio de estas tecnologías sea un componente más en la calidad de vida de nuestro pueblo, como lo definen de manera más general nuestros objetivos, como proyecto de esta revolución, de manera particular, el objetivo fundamental perseguido por el proyecto, fue alcanzado; se desarrolló una aplicación Web para el manejo de datos geoespaciales en el marco del Proyecto UCI Ciudad Digital utilizando un Servidor de Mapas para Web. Además, este trabajo forma parte de una estrategia mayor por lograr establecer una especialidad de **Geomática** en la Universidad, con vistas a prepararse para enfrentar también en lo adelante la demanda de productos comerciales de esta rama.

Recomendaciones

La recomendación más importante a resaltar es la proliferación de aplicaciones clientes que utilicen como base el servidor de mapas instalado en la UCI por los especialistas de GEOCUBA, con el objetivo de encauzar las demandas informativas que requieran una ubicación geográfica y que no están abarcadas en este primer escenario de aplicación.

Estas aplicaciones irán desarrollándose a medida que avance el proceso de informatización de la Universidad y se vayan consolidando las bases de datos centrales y podrán formar parte de las prácticas profesionales de los estudiantes del Grupo de Geomática de la Facultad No. 1 de la UCI. Entre las temáticas que pueden abordar estas aplicaciones futuras estarían aquellas enmarcadas en las denominadas Servicios Basados en Ubicación (Location Based Services – LBS) que involucran dispositivos de posicionamiento global (GPS) y que desde cualquier sitio de la Universidad puedan tener acceso a la información del servidor de mapas para la navegación electrónica o el control de tráfico de vehículos dentro de la UCI.

Continuar el desarrollo del proyecto y de las tecnologías de Servidores de Mapas para Web, seguros de que en el futuro su inclusión en las tecnologías de la información, y su utilización por nuestros dirigentes e instituciones provocarán un mejor funcionamiento de nuestro país y colateralmente un beneficio adicional a nuestros ciudadanos.

Bibliografía

1. Open GIS Consortium Specifications, 1998 – 1999 – 2000.
2. Open GIS Consortium, Inc., The OpenGIS Abstract Specification, Versión 4, 1999
3. OpenGIS Consortium, Inc., OpenGIS Simple Features Specification For OLE/COM Revision 1.1, 1999
4. OpenGIS Consortium, Inc., OpenGIS Simple Features Specification For SQL Revision 1.1, 1999
5. Open GIS Consortium, Inc., OpenGIS Web Map Server Interface Implementation Specification Revision 1.0.0, 2000
6. Enciclopèdia Wikipedia :
<http://es.wikipedia.org>
7. Microsoft Developer Network, Julio-2003.
8. [Larman, 1999] Larman, Craig. *UML y Patrones*. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos. Prentice may, México, 1999.
9. [Menéndez, 2003] Menéndez, Rosa. *Rational Rose*.
<http://www.rational.com.ar/herramientas/rose.html>. Junio, 2003.
10. [Montero Ayala] Montero Ayala, Ramon. XML Iniciación y Referencia. (Madrid) España, 2001
11. [Booch , Jacobson, Rumbaugh] I. Jacobson, G. Booch, J. Rumbaugh. *El proceso unificado de desarrollo de software*. PEARSON EDUCACION. S.A. Madrid,2000.
12. []Guía del programador *Web* (CGI)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/758.php?manual=15> mayo, 2004
13. [] Guía del programador *Web(Java Script)*
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/25.php?manual=15> mayo, 2004
14. [] Guía del programador *Web* (XML)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/449.php?manual=15> mayo, 2004
15. [] Guía del programador *Web* (ASP)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/393.php?manual=15> mayo, 2004

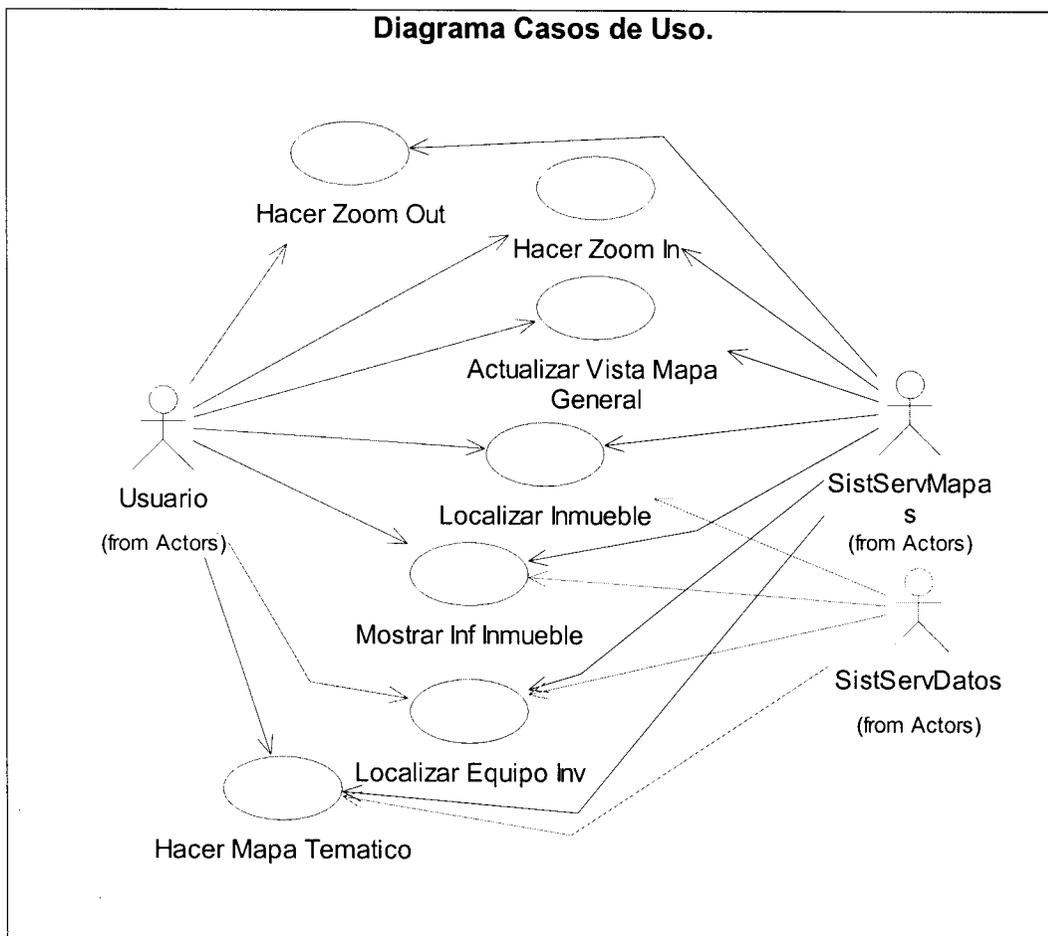
Referencias Bibliográficas

- [1] Open GIS Consortium Specifications, 1998 – 1999 – 2000.
- [2] OpenGIS Consortium, Inc., OpenGIS Simple Features Specification For OLE/COM Revision 1.1, 1999
- [3] Open GIS Consortium, Inc., OpenGIS Web Map Server Interface Implementation Specification Revision 1.0.0, 2000
- [4] [Larman, 1999] Larman, Craig. *UML y Patrones*. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos. Prentice may, México, 1999.
- [5] [Menéndez, 2003] Menéndez, Rosa. *Rational Rose*.
<http://www.rational.com.ar/herramientas/rose.html>. Junio, 2003.
- [6] [Montero Ayala] Montero Ayala, Ramon. XML Iniciación y Referencia. (Madrid) España, 2001
- [7] [Booch , Jacobson, Rumbaugh] I. Jacobson, G. Booch, J. Rumbaugh. *El proceso unificado de desarrollo de software*. PEARSON EDUCACION. S.A. Madrid,2000.
- [8] [] Guía del programador *Web* (CGI)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/758.php?manual=15> mayo, 2004
- [9] [] Guía del programador *Web(Java Script)*
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/25.php?manual=15> mayo, 2004
- [10] [] Guía del programador *Web* (XML)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/449.php?manual=15> mayo, 2004
- [11] [] Guía del programador *Web* (ASP)
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/393.php?manual=15> mayo, 2004
- [12] Delgado, T., 2001, “Evolución de los SIG. Arquitectura Moderna”, Curso impartido en GEOCUBA , Octubre 2001, Cayo Coro.

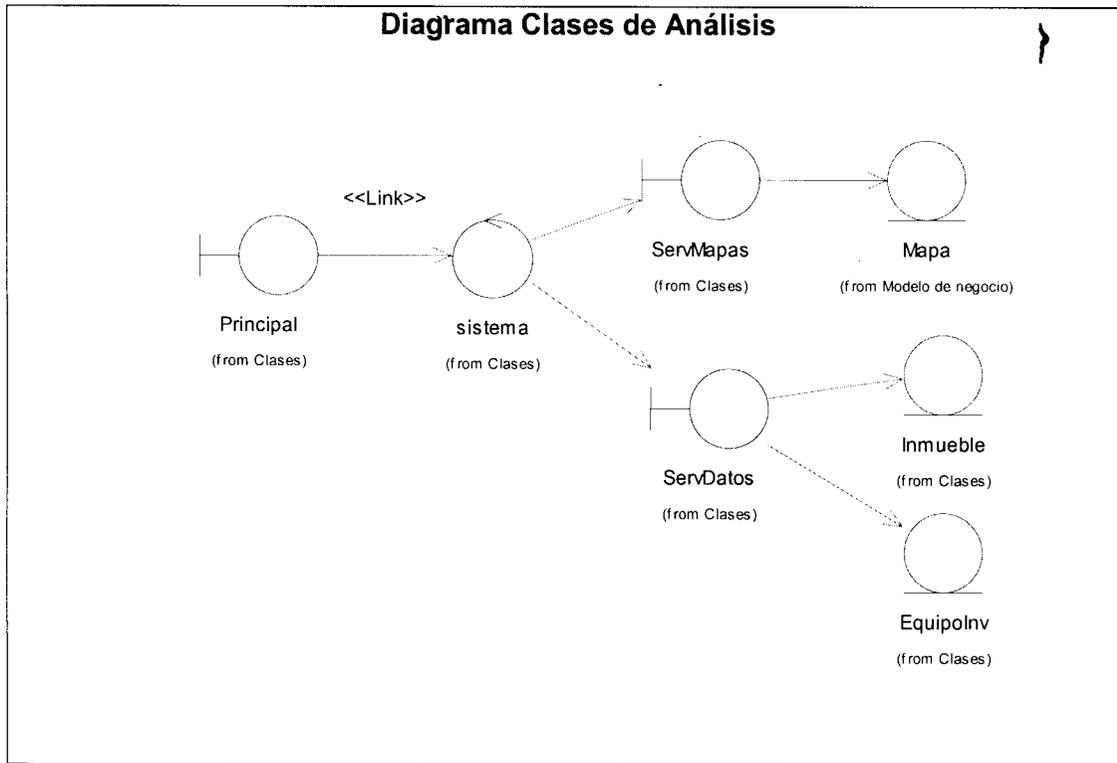
Anexos

A. Diagrama de Casos de Uso

A continuación aparece el diagrama de casos de uso del sistema propuesto. Como vimos anteriormente, pueden ser identificado esencialmente tres Actores, el usuario del cliente Web, el Sistema de acceso a los datos de los Bancos de datos y el Sistema de acceso a la Base de información Geográfica (BIG)



B. Diagrama de Clases de Análisis



C. Diagramas de Secuencia

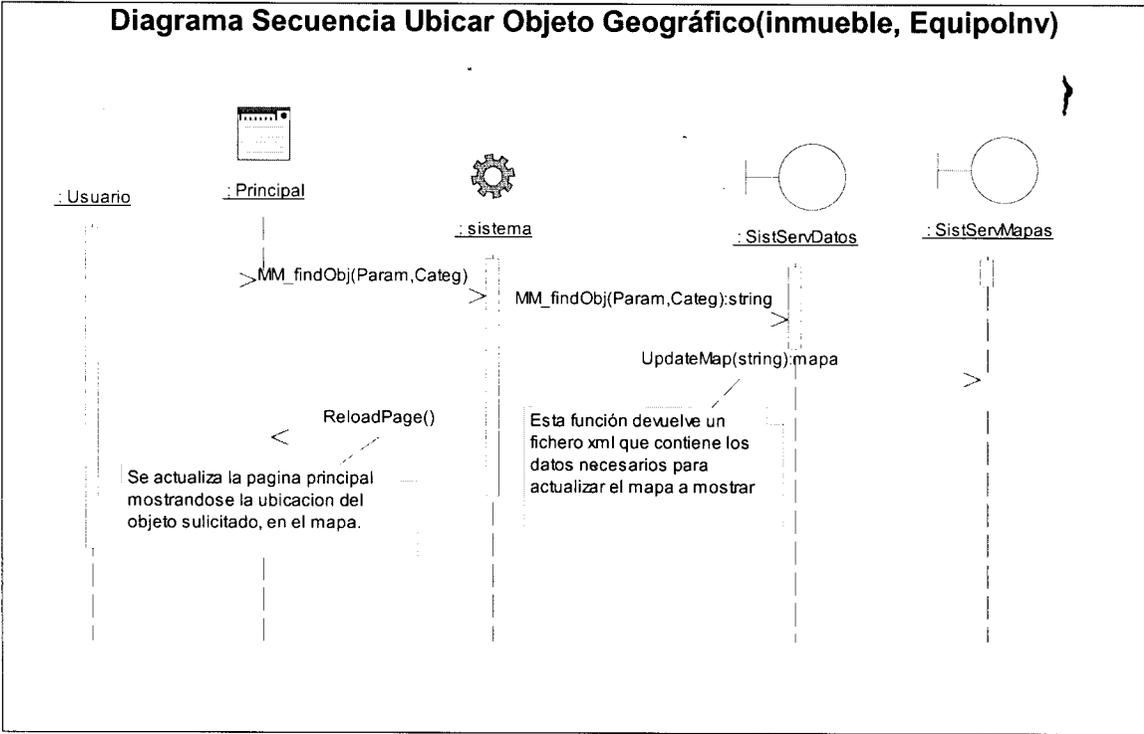


Diagrama Secuencia Aumentar vista del mapa

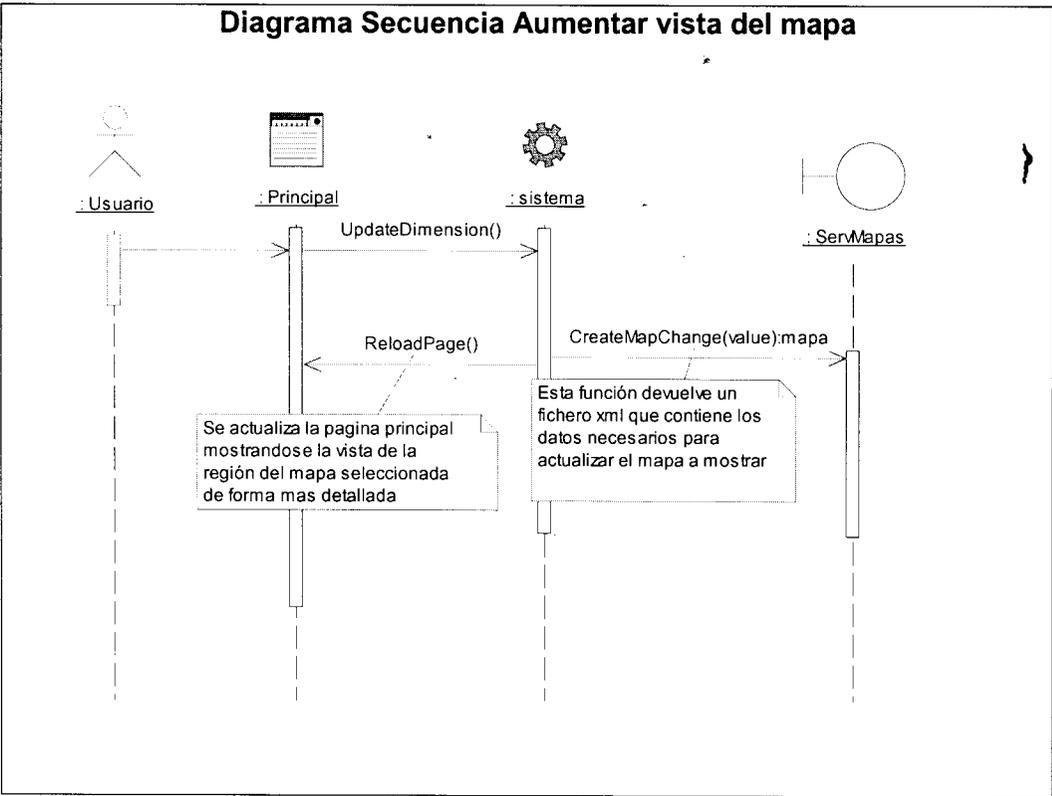


Diagrama Secuencia disminuir vista del mapa

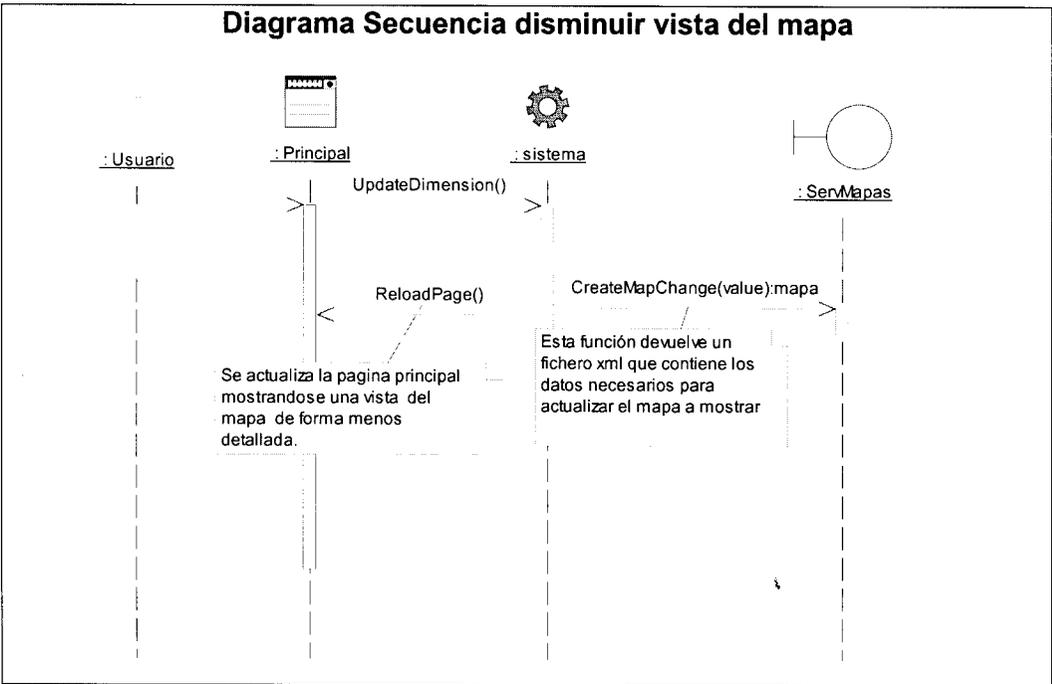
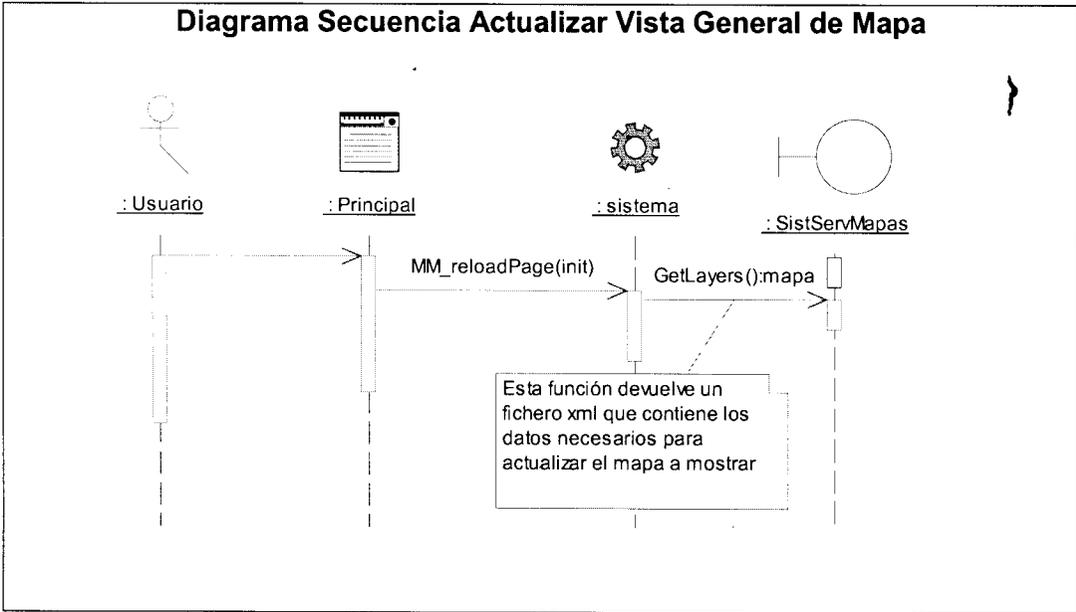
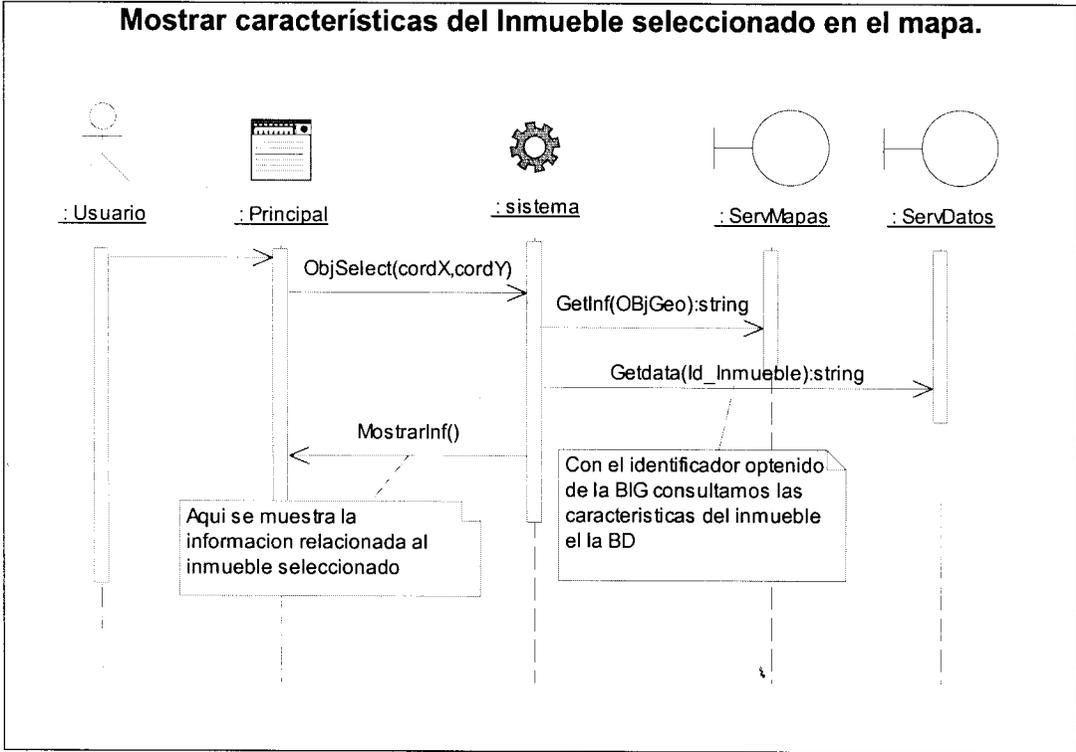


Diagrama Secuencia Actualizar Vista General de Mapa



Mostrar características del Inmueble seleccionado en el mapa.



D. Diagrama de Clases de Diseño

