



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Estudio y administración de una base de datos
geoespacial a nivel corporativo municipal**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTOR

Arturo Francisco ACOSTA BAZÁN

ASESOR

Luis Ángel GUERRA GRADOS

Lima, Perú

2007



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Acosta, A. (2007). *Estudio y administración de una base de datos geoespacial a nivel corporativo municipal*. Tesina para optar el título de Ingeniero de Sistemas. Escuela Académico Profesional de de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

DEDICATORIA: A Raquel, mi madre, por todo lo que me dio y enseñó, y porque conmigo siempre está y nunca de mi se apartará...

RESUMEN

ESTUDIO Y ADMINISTRACIÓN DE UNA BASE DE DATOS GEOESPACIAL A NIVEL CORPORATIVO MUNICIPAL

ARTURO FRANCISCO ACOSTA BAZÁN

SEPTIEMBRE – 2007

ASESOR : LUÍS ÁNGEL GUERRA GRADOS

GRADO : TÍTULO PROFESIONAL

El trabajo tiene como objetivo conocer mas acerca de la administracion de informacion espacial en gestores de datos relacionales en los cuales la tendencia a la orientacion a objetos está fuertemente ligada . El desarrollo de la informática ha proporcionado herramientas y evolucionado en cuanto a sistemas de almacenamiento que permiten hoy en dia manipular datos espaciales y ha conseguido superar alguna dificultades

Es importante entonces comprender que para la elaboración de un plan de ordenación se requiere una metodología precisa, los Sistemas de

Información Geográfico (GIS), que proporcionan una herramienta útil en cada una de sus etapas, no sólo como eficaz base de datos sino como instrumento de análisis; Además de permitirnos, modelar, procesar, y actualizar información geoespacial, nos permitirá también comprender la geometría que los relaciona en forma de puntos, líneas y polígonos.

El estudio tiene como ámbito el área de desarrollo urbano y catastral dentro de la corporación municipal adecuándose perfectamente a cualquier localidad de nuestro país o exterior a él.

Iniciamos como base teórica algunos estudios e implementaciones realizadas con la plataforma ARCGIS de ESRI con su modelo GEODATABASE (GDB), en España, Colombia y Panamá; Luego con un análisis de tendencias podremos advertir hacia donde se dirigen los Sistemas Administradores de Bases de Datos (SGBD) en el campo geoespacial, tales como: ACCESS, ORACLE, SQL SERVER 2003, PostgreSQL, entre otros.

Palabras clave:

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG).

BASE DE DATOS ESPACIAL.

SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS (SGBD).

RASTER.

TOPOLOGÍA.

PUNTO, LINEA, POLIGONO .

ABSTRACT

STUDY AND ADMINISTRATION OF A SPATIAL DATABASE AT CORPORATE MUNICIPAL LEVEL

ARTURO FRANCISCO ACOSTA BAZÁN

SEPTEMBER - 2007

ADVISER : LUÍS ÁNGEL GUERRA GRADOS

DEGREE : PROFESSIONAL TITLE

The work has as objective to know but about the administration of space information in agents of data relate them in which the tendency to the orientation to objects is strongly bound. The computer science's development has provided tools and evolved as for storage systems that allow nowadays to manipulate space data and it has been able to overcome some difficulties

It is important then to understand that for the elaboration of an ordination plan a precise methodology is required, the Geographical (GIS) Systems of Information that provide an useful tool in each one of their stages, don't only eat

effective database but like analysis instrument; Besides allowing us, to model, to process, and to upgrade information geospatial, it will also allow us to understand the geometry that relates them in form of points, lines and polygons.

The study has as environment the area of urban and cadastral development inside the municipal corporation being adapted perfectly to any town of our country or external to him.

We begin like theoretical base some studies and implementations carried out with the platform ARCGIS of ESRI with their model GEODATABASE (GDB), in Spain, Colombia and Panama; Then with an analysis of tendencies we will be able to notice toward where they go the Administrating Systems of Databases in (SGBD) the field geospatial, such as: ACCESS, ORACLE, SQL SERVER 2003, PostgreSQL, among other.

Keywords:

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

GEODATABASE

DATABASE MANAGER SYSTEM (DBMS)

RASTER

TOPOLOGY

POINT, LINE, POLY

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INDICE	7
INTRODUCCIÓN	10
<u>CAPÍTULO I</u>	12
1. <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	12
1.1. Fundamentación del problema	12
1.1.1. Descripción de la Realidad	13
1.1.2. Antecedentes Del Problema	18
1.2. Justificación e importancia	23
1.3. Delimitación del problema	25
<u>CAPÍTULO II</u>	26
2. <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	26
2.1. Objetivos	26
2.1.1. Objetivos generales	26

2.1.2. Objetivos específicos	27
2.2 Definición del Problema	28
<u>CAPÍTULO III</u>	31
3. <u>MARCO TEÓRICO</u>	31
3.1. Antecedentes de la Investigación	31
3.2. Bases Teóricas	42
3.3. Definición de términos básicos	45
<u>CAPITULO IV</u>	50
4.1. Estado del Arte	50
4.2. Tendencias	71
4.2.1. Mega tendencias	79
4.3. Metodología	81
4.3.1. Bases Tradicionales	82
4.3.2. Bases orientadas a objetos	82
4.3.3. Evolución de los modelos de datos	84
4.3.4. Estructura de una GEODATABASE	86
4.3.5. Base de datos espacial: personal y Corporativa	89
4.3.6. Diseño de una base de datos geoespacial	91
4.3.6.1 Necesidad de un diseño	92
4.3.6.2. Objetivos de un diseño	93
4.3.6.3. Beneficios de un diseño	94
4.3.6.4. Consejos para un diseño	94

4.3.6.5. Etapas de un diseño	95
4.3.6.6. Modelo de la vista del usuario	96
4.3.6.7. Identificación de funciones	96
4.3.6.8. Diseño Conceptual y lógico	97
4.3.6.9. Diseño Físico	99
4.3.7. Proyecto Piloto	110
4.3.8. Implantación final	110
4.3.9. Formatos de almacenamientos de datos	112
4.4 Análisis e Interpretación de los resultados	115
<u>CAPITULO V</u>	116
5. <u>CONCLUSIONES</u>	116
<u>CAPITULO VI</u>	120
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	120
<u>CAPITULO VII</u>	123
7. <u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	123

INTRODUCCION

Actualmente estamos inmersos en un proceso de transformación de la cartografía emprendido por los organismos públicos productores de cartografía base. Esta tendencia responde, no sólo a una demanda creciente de cartografía digital por parte de la sociedad, gracias al desarrollo de herramientas para navegadores GPS, visualizadores cartográficos, Internet y Sistemas de Información Geográfica GIS ; sino también a una exigencia por parte de organismos internacionales de armonización de las bases cartográficas para su disponibilidad a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Esto ha obligado a los organismos productores de cartografía a desarrollar herramientas y procedimientos con los cuales obtener los productos más demandados de cartografía digital.

El avance de los sistemas gestores de bases de datos y de los administradores de bases de datos (DBMS) hacia la agregación y vinculación de extensiones para el manejo de datos espaciales obedece a la necesidad de manejar de forma integrada tanto los datos descriptivos , como los datos espaciales o geométricos de los objetos que la forman.

La gran parte de los sistemas de información geográficos (GIS), por sus siglas en ingles, adoptan una arquitectura o framework, en la cual los datos son

administrados a través de dos modelos de datos heterogéneos: un sistema gestor de datos (DBMS) para los datos descriptivos y un módulo específico para la administración de datos espaciales.

Esto puede provocar inconsistencias, dificultad para la validación, integración y recuperación de los datos

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Fundamentación del Problema

Las corporaciones municipales dentro de su organigrama poseen varias dependencias y organismos descentralizados que utilizan información cartográfica o relacionada al territorio de su ámbito. Esta información grafica y georreferenciada es la misma para todos pero especifica dentro de cada área o dependencia a la vez que le sirve a cada una para realizar sus análisis correspondientes a sus procesos o toma de decisiones como puede ser diagnósticos de la situación, análisis del territorio ,toma de decisiones , análisis territorial y demarcatorio, áreas de influencia ,etc.

Surge la dificultad que en muchos municipios la información cartográfica, como parte de una infraestructura de datos espaciales con la que trabaja cada dependencia no es la misma para cada área, aun siendo éstas parte de una misma entidad municipal, por tener cada una muchas veces diferente origen, proveedor o fecha de actualización así como también algunos parámetros específicos como referencia espacial, georeferencia, coordenadas, etc.

Teniendo presente estas consideraciones la corporación municipal es la unidad propicia para estructurar los datos espaciales que provienen del territorio la población y las actividades y adquiere un doble rol respecto al manejo de la información. Como organizador en las tareas de recopilación interpretación control gestión y análisis de la información y como integrador permitiendo el tratamiento de problemáticas comunes y el intercambio de información.

Independiente de la estructura y organización de la corporación municipal tratamiento de los datos deberá permitir la compatibilidad entre las diversas áreas, lo que garantiza información confiable única oficial implicando mayor seguridad en la toma de decisiones, la optimización de recursos y el mejoramiento de la imagen institucional.

1.1.1 Descripción De La Realidad

En la actualidad el acceso a la información geográfica es bastante difícil principalmente por encontrarse centralizada, con acceso limitado desorganizada incompatibles o por sus altos costos debido a la tecnología asociada y lo oneroso de su levantamiento y mantenimiento

Uno de los principales problemas que se presentan en los municipios es primero que todo la carencia de una herramienta poderosa que ayude a las autoridades municipales a la toma de decisiones para definir el perfil de la información estratégica necesaria, producirla manipularla y mantenerla actualizada producto

de la información cartográfica del territorio. Además existe la dificultad de convertir los actuales sistemas de información sectorial en una información especializada que pueda auto sostenerse y reproducirse en manos de ciudades y municipios.

Otro problema a considerar es el desconocimiento de aplicar una herramienta de análisis del territorio de la mayoría de autoridades municipales, el impacto económico y tecnológico que genera este tipo de proyecto, además de la limitación de recursos económicos que les impide en muchos casos estar a la vanguardia de la tecnología.

Según la encuesta realizada a nivel de Lima metropolitana por la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informático del Perú de la Presidencia del consejo de ministros, para la elaboración del proyecto de infraestructura de datos espaciales del Perú - IDEP, que en el año 2006 en el mes de agosto publicó un análisis del reporte sobre la gestión de datos espaciales en instituciones públicas del Perú según las encuestas realizadas en el año 2005 y cuyo tema principal fue los datos espaciales y su problemática nacional (Perú) en un total de 67 instituciones públicas que realizan actividades relacionadas a información espacial, tanto como usuarias o productoras, o tienen implementado un sistema de información geográfico (GIS). [10]

- **Cobertura**

El análisis del reporte se realizó sobre un universo de 67 instituciones que respondieron, las cuales pertenecen a diferentes sectores de la administración pública.

SECTOR	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	67	100.0
AGRICULTURA	7	10.4
COMERCIO EXTERIOR	2	3.0
DEFENSA	9	13.4
ECONOMIA Y FINANZAS	1	1.5
EDUCACION	2	3.0
ENERGIA Y MINAS	3	4.5
GOBIERNO LOCAL	1	1.5
GOBIERNO LOCAL DISTRITAL	1	1.5
GOBIERNO REGIONAL	17	25.4
INTERIOR	2	3.0
JUSTICIA	1	1.5
OPD	1	1.5
ORGANISMO REGULADOR	1	1.5
PCM	11	16.4
PRODUCCION	2	3.0
SALUD	1	1.5
TRANSPORTE	1	1.5
UNIVERSIDAD PUBLICA	1	1.5
VIVIENDA	3	4.5

Tabla 1.1: Cobertura de la encuesta IDEP 2005

(Fuente – IDEP 2005)

- **Normativa Relacionada A Los Datos Espaciales**

La encuesta nos señala que el 85.1% de las instituciones no cuentan con ningún tipo de normativa (leyes, DS, RM, Resoluciones o Directivas) que regule o coordine aspectos relativos a las necesidades institucionales de información espacial, asimismo el 77% señala que no cuentan con ningún tipo de

dispositivo que norme técnicamente la producción de datos espaciales. [10]

TIENE DISPOSITIVOS LEGALES	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	67	100.0
No existen dispositivos legales	52	77,6
Si, hay para ambos temas	2	3,0
Solamente Normas Técnicas para Prod. Datos Espaciales	8	11,9
Solamente Normas Técnicas para Metadatos	1	1,5
En Blanco	4	6,0

Tabla 1.2: Status en relación a Normas técnicas para la producción de datos Espaciales y de Metadatos
(Fuente – IDEP 2005)

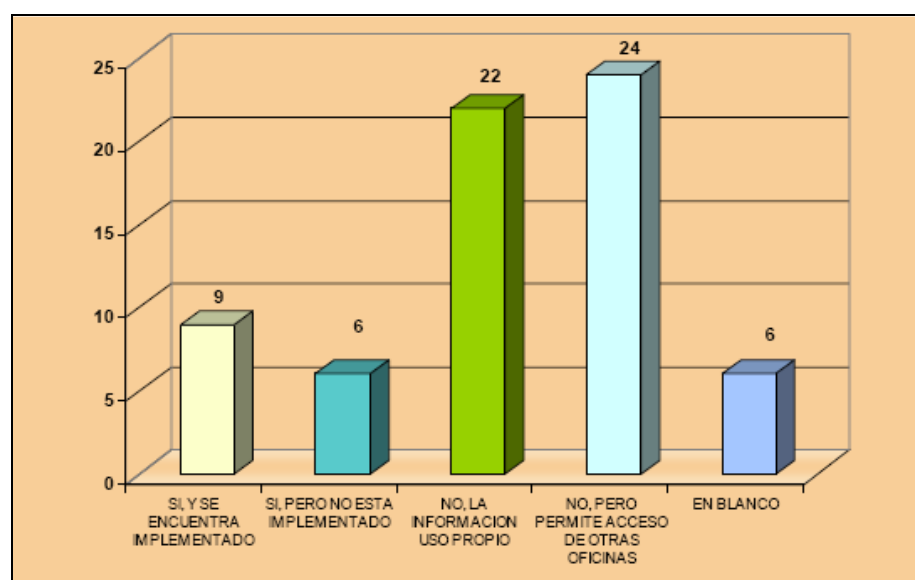


Figura 1.1: Estado De Implementación Legal Para producción De Datos Espaciales
(Fuente – IDEP 2005)

- Características de la Información Espacial

La Información espacial esta dividida generalmente en función a su escala, dividiéndose en ámbitos Nacional Regional y Local: La encuesta realizada hizo una evaluación de los niveles de desagregación de la información obteniéndose que el 40.2%

estaba a nivel nacional, el 34,5% estaba a nivel regional y el 20.7% a nivel local

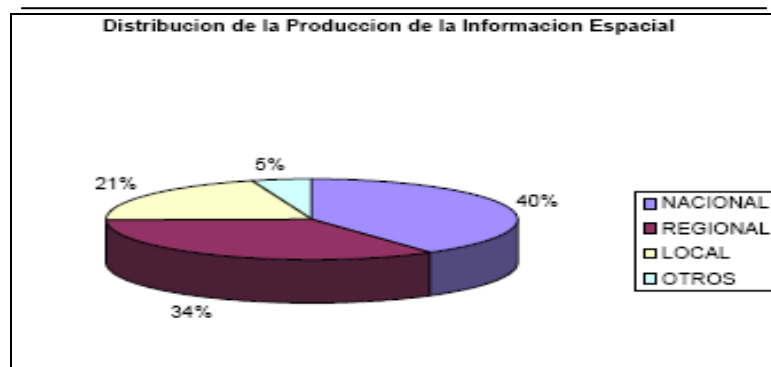


Figura 1. 2: Composición de la distribución de la Información Espacial a nivel nacional
(Fuente – IDEP 2005)

- Importancia De la Información Espacial

Las cifras encontradas son claras y precisas en cuanto a la relevancia que la información espacial tiene para el desarrollo de las actividades de planificación de las instituciones y por tanto el desarrollo nacional.

USO DE MAPAS PARA LA TOMA DE DECISIONES	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	67	100.0
De absoluta necesidad	58	86,6
No representa una importancia vital	8	11,9
En blanco	1	1,5

Tabla 1. 3: Importancia de los mapas para la toma de Decisiones
(Fuente – IDEP 2005)

- **Funcionalidades de la información Espacial**

FUNCIONALIDADES DE LA INFORMACION	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	175	100,0
Consulta y visualización.	62	35,4
Operaciones de conteo sobre un mapa	28	16,0
Superposición de mapas (combinaciones de mapas)	51	29,1
Análisis de redes	17	9,7
Modelos de elevación	13	7,4
Otros	4	2,3

Tabla 1.4: Funcionalidades de los mapas para la toma de Decisiones (Fuente – IDEP 2005)

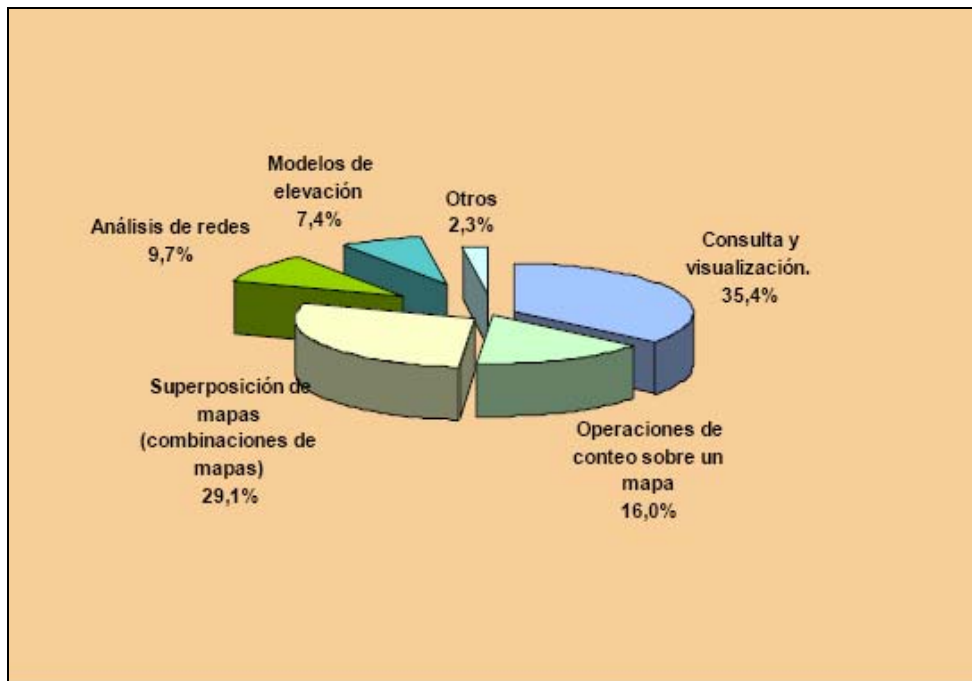


Figura 1.3: Distribución de las Funcionalidades Que se da a la Información Espacial

(Fuente – IDEP 2005)

1.1.2 Antecedentes Del Problema

Durante las últimas décadas se han producido avances en el conocimiento humano, desarrollándose sistemas modernos para la representación, ubicación y análisis del medio geográfico, como

son los sensores remotos y los sistemas CAD, estos últimos junto a los sistemas de gestión de bases de datos, fueron los antecesores directos de los Sistemas de Información Geográfica (GIS).

En una primera aproximación la situación que se ha detectado en el Perú y en América Latina en cuanto al uso de la información geoespacial en los diversos proyectos de investigación que se llevan a cabo se caracteriza por : la presencia de “islas de datos”, de calidad diferente ,que no están conectadas , la existencia de incompatibilidad entre conjuntos y servicios de datos espaciales debido, por ejemplo a normas técnicas diferentes ,la no existencia de un catalogo de datos geoespaciales disponible para toda la comunidad de usuarios del ámbito, en definitiva ,se desconocen los conjuntos de datos disponibles, y sobre todo no existen controles de calidad adecuados.

Según la última encuesta realizada por IDEP en cuanto al almacenamiento de datos descriptivos, alfanuméricos o de atributos en relación a los datos espaciales o cartográficos actualmente es la mayoría la que los tiene junto a ellos pero eso no significa que estén vinculados no como una capa mas de información sino como etiquetas descriptivas en resumen no en la misma base de datos o en un sistema relacional o gestor.

ALMACENAMIENTO DE ATRIBUTOS	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	111	100,0
Junto con los datos espaciales	88	77,5
Base de datos externa	18	16,2
N/a	7	6,3

Tabla 1.5: Funcionalidades de los mapas para la toma de Decisiones (Fuente – IDEP 2005)

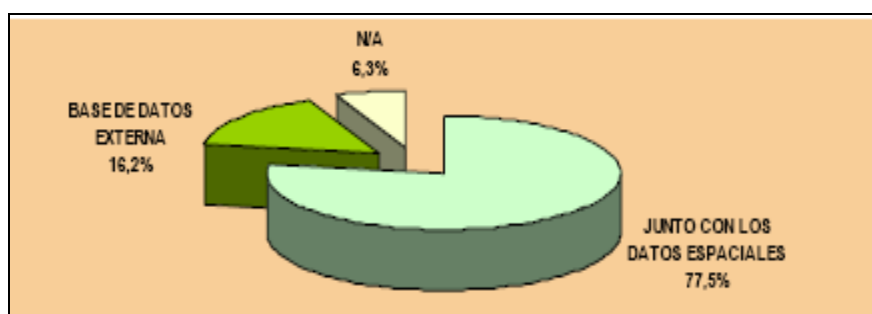


Figura 1.4: Distribución de las Funcionalidades Que se da a la Información Espacial

(Fuente – IDEP 2005)

En relación al cubrimiento de la información espacial que se tiene en el Perú se observa en el siguiente cuadro según el reporte de la IDEP que no se tiene cubierto en un 100 % la totalidad del territorio nacional en especial los municipios o gobiernos locales.

CUBRIMIENTO GEOGRAFICO	TOTAL	PORCENTAJE
TOTAL	120	100,0
Todo el país	53	44,2
Departamental	39	32,5
Según índice IGN	10	8,3
OTRO	18	15,0
Ambito Binacional	1	0,8
Mar Grau (200 millas), Perfil costero Y Punto Conspicuo	4	3,3
Lima Metropolitana - Callao y Las Principales Provincias y Ciudades	8	6,7
Litoral Costero - Cota Topografica, Puno, Iquitos y Rios	5	4,2

Tabla 1.5: Funcionalidades de los mapas para la toma de Decisiones (Fuente – IDEP 2005)

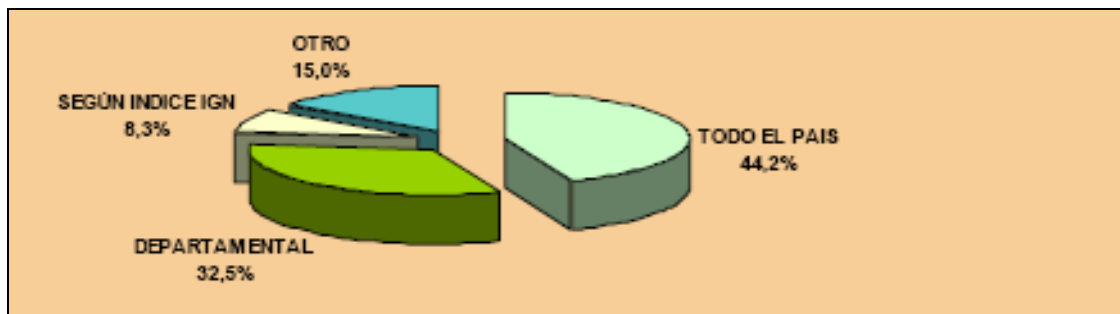


Figura 1.5: Uso de la Información Espacial (Fuente – IDEP 2005)

Hasta mediados de los 90 los modelos de datos estaban basados en estructuras de ficheros no relacionales, que tuvieron que ser optimizados para poder realizar un acceso rápido a los datos. La ventaja principal de este modelo de datos en ficheros, era su facilidad para la distribución de los datos entre los usuarios.

De manera gradual los modelos GIS evolucionaron hacia estructuras georrelacionales, donde la información descriptiva o alfanumérica (atributos) se almacenaba en bases de datos relacionales y se establecieron vínculos con los elementos espaciales (puntos líneas y polígonos) almacenados en ficheros. Este modelo no facilitaba la asociación de comportamiento a cada uno de los elementos geográficos para lo que, a pesar de la sencillez del modelo, era necesario construir aplicaciones muy complejas.

Luego surgió el modelo de datos GeoObjetos, implementado a través de la Base de datos geográficos o Geodatabase (GDB). En este modelo

cada uno de los elementos de nuestra cartografía (Features) se trata como un Objeto Geográfico, teniendo cada uno de ellos su propia geometría, unos atributos y, lo que es mas importante, un comportamiento. Ya no se habla de puntos líneas o polígonos sino de lo que estas figuras representan en la realidad o transformadores, carreteras, o lagos cada uno de ellos con su propio comportamiento.

El desarrollo tecnológico ha permitido que hoy los mapas puedan crearse totalmente automatizados y almacenarse en soportes magnéticos. La conversión de los mapas a formato digital se realiza mediante un proceso de digitalización que puede ser de forma masiva (rasterización o escaneo) o vectorial (automática, semiautomática o manual) mediante el cual se obtienen imágenes ráster o vectoriales, respectivamente. Los mapas digitales poseen un grado de precisión que depende de la fuente de datos y el método de obtención. Estos son la fuente de entrada de datos para los GIS.

Según el National Center for Geographic Information and Analysis, U.S.A., 1990 un Sistema de Información Geografico (GIS) puede definirse como un "sistema de hardware, software y procedimientos, elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos especialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión".

Por lo que respecta al soporte facilitado mediante Web al usuario de su software, las empresas están trabajando para aprovechar un canal tan práctico como clave para su evolución. En Europa principalmente en España donde empresas mediante un programa de suscripción, ofrecen informaron inmediata vía e-mail, la posibilidad de disponer de la última versión del software o rescatar versiones previas, entre muchos otros servicios.

1.2 Justificación e Importancia De La Investigación

Las variables básicas sobre las que actúa un municipio se relacionan con la población el territorio en el que se asienta y las actividades que en el se desarrollan, independientemente del modo en que los trata el municipio posee un gran caudal de datos con referencia a estos tópicos ya sea por cuestiones económicas sociales o territoriales Interpretando la utilización de la información que manejan los municipios en los distintos sectores se identifican puntos comunes referidos a ciertos datos ya que estos resultan ser únicos en valores .La población y su distribución los usos de suelo los equipamientos la infraestructura los límites jurisdiccionales las características geomorfológicas del territorio las referencias dominiales son ejemplos de datos básicos que no justifican ser relevados en forma independiente por cada usuario . Por el contrario al ser la fuente principal en la orientación para la toma de decisiones, deberían contar con suficiente confiabilidad para garantizar el éxito en las acciones posteriores.

Esta confiabilidad se inicia en el momento de la recopilación de datos por parte del sector y personal capacitado en cada uno de los temas, certificando los métodos e instrumentos que avalaran los valores captados. De este modo la información provista por el municipio, adquiere carácter oficial y representativo.

Por otro lado cada dependencia requerirá una combinación de datos alfanuméricos y geográficos para generar información temática afín a sus responsabilidades. El resultado de la composición de esta información tomara valores variables en función de las directivas, los objetivos, el carácter temporal y las circunstancias políticas.

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 que pueda ser procesada digitalmente. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles 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 pues se tiene asociada una tabla con campos relacionados entre si de acuerdo a un modelo relacional.

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 los computadores 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; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad.

1.3 Definición Del Problema

Este trabajo se basa según los resultados y mediciones tomados del IDEP en el periodo 2005 - 2006 y analizados durante el mes de agosto del 2006 a nivel nacional al ser el único organismo en el Perú sobre reporte de datos espaciales y su uso.

El ámbito geográfico es el área territorial que comprende a un municipio, pues para un sistema de información geográfico GIS, para el cual una base de datos geoespacial se sirve como repositorio, es inicialmente a nivel local del ámbito de la corporación municipal, sin importar cual sea esta, con la posibilidad de la posterior integración con otros sistemas geográficos en otras localidades a nivel municipal o regional pues está desarrollándose en este momento la integración de las bases geoespaciales entre los diferentes organismos de ámbito nacional como el caso de IGN, COFOPRI, INRENA, PETT, y SUNARP que tienen una cobertura de espacio geográfico nacional.

CAPÍTULO II

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivos Generales

Aplicar los conocimientos y las aplicaciones de las bases de datos orientados a objetos como herramientas de integración a la información geográfica que permita el análisis del territorio contribuyendo al fortalecimiento institucional, constituyéndose así el eje de información e instrumento esencial en la toma de decisiones en el ámbito de la corporación municipal.

Todo esto permite que la información almacenada y organizada en una estructura de formato abierto sea de fácil acceso, independiente del producto editor empleado, modo de programación, en general de la plataforma que se este utilizando en la corporación municipal.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y modelar un repositorio de datos geoespacial con información grafica y alfanumérica , así como reglas de comportamiento y atributos propios de cada tipo de información para poder vincular la información y que le sirva a la corporación municipal para que esta pueda Implementar un Sistema de Información Geográfica (GIS) como una herramienta de análisis de acuerdo a las necesidades básicas que se propone y posibilite que desde los puestos de trabajo de las diferentes dependencias se acceda al conjunto de información albergada en un sistema gestor de base de datos geográficos (base de datos orientada a objetos) sin requerir conocimientos especializados y aprovechando los conocimientos del usuario en el ámbito de su competencia.
- Brindar Información sobre la gestión local a todas las instituciones y operadores urbanos tales como entidades de prestación de servicios públicos y privados haciendo uso de medios convencionales y avanzados de medios informativos.

2.2 Definición Del Problema

Las municipalidades son responsables de manejar información geográfica (Desarrollo Urbano) en el ámbito territorial o catastral de sus jurisdicciones como soporte de las decisiones de la gestión municipal. Es decir, dicha información no está destinada solo para fines cartográficos si no que a partir de la misma, se conforme un sistema integrado de información que articule todas las dependencias de la corporación municipal, que sirva de instrumento de análisis y toma de decisiones tanto para la misma institución, como para las entidades públicas y privadas que se lo requieran.

Las municipalidades enfrentan en la actualidad grandes desafíos en la toma de decisiones adecuadas en la planificación y gestión para el desarrollo local.

Estas decisiones están vinculadas con el manejo de la información catastral. Los procesos acelerados de concentración demográfica y el crecimiento urbano requieren de una eficiente y eficaz gestión municipal, que ayude a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y por consiguiente lograr un desarrollo sostenible.

La gestión del territorio requiere de un sistema de captura, manipulación integración de datos, consulta, análisis, administración, modelamiento y reporte de la información que permita el mejor conocimiento de la realidad.

Para ello es necesario e indispensable la Implementación de un Sistema de Información Geográfica (GIS) a nivel corporativo , con medios tecnológicos vigentes, integrando aplicaciones de percepción remota, cartografía automatizada, automatización de base de datos, desarrollo de sistemas con arquitectura cliente – servidor que mantenga una estrecha relación con los usuarios del sistema. En cuestión de información los problemas que afectan a las municipalidades – Gerencias y/o Dependencias - al obtener información de campo sin aplicaciones sistémicas son:

- No existe una unidad que centralice los datos lo que ocasiona su desactualización y pérdida progresiva.
- Dato no confiable y desactualizado
- Fichas de datos en archivos no sistematizados
- Planos de papel y algunos digitales
- Datos difíciles de manejar y no contrastables con la oficina que maneja la administración tributaria
- Limitación para obtener informes
- Diferencias de información entre base alfanumérica y la base cartográfica
- Carencia de herramientas que permita contar con una base integral de información (grafica – alfanumérica) de análisis del territorio hecho que motivaba inversiones que no cumplían con las expectativas de conocimiento y análisis del mismo limitando a la autoridad municipal a desconocer la realidad de su gestión.

Las autoridades municipales requieren la participación de todas sus dependencias en la implementación mantenimiento de la información interna a través de nuevas tecnologías de análisis del territorio entre dependencias existentes en la municipalidad y el intercambio con los diversos actores del distrito.

La problemática se puede resumir en:

- Muchas instituciones, organizaciones y empresas comerciales levantando datos sin criterios unificados.
- Diferentes niveles de controles de calidad precisión y e escala de la información.
- Proliferación de productos y soluciones muchos de ellos con formatos y arquitectura cerrada.
- Dificultad en integrar la información geográfica con información propia o externa por incompatibilidad de tecnologías (archivos base de datos, codificaciones diversas, etc.)

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1 Antecedentes de la investigación

Al hacer referencia a los estudios e investigaciones semejantes al estudio realizado podríamos citar dentro de los mas importantes y representativos , entre otros, el estudio doctoral realizado en Valencia -España en el año 2004 por la Dra. Nuria Boronat Zarceño¹ en el “Proceso de Automatización de Carga de Información en una Base de Datos Espacial”[3], donde nos da a conocer la importancia de transformar la información guardada en dibujos y almacenada en ficheros de formato CAD (DGN,DXF,DWG) con relacion a su migración y administración en una base de datos, en un proceso que ella, refiere como de transformación inevitable al contar con metricas y comportamientos (topologia) ,la administración , la seguridad de la data cartografica , la continuidad espacial y lo mas resaltante la posibilidad de vincular esta información con la información descriptiva almacenada en la misma base de datos que servira incluir en sistemas de información geografica (GIS) y poder obtener productos cartograficos derivados.

En este escenario se busca rentabilizar al máximo la información geográfica existente, dado el elevado coste que supone su obtención y su automatización del proceso de carga de la información digital procedente de una serie cartográfica, la CV10 del Instituto Cartográfico Valenciano, a una base de datos espacial; en este caso un repositorio espacial de base de datos que uso como plataforma el ARCGIS de ESRI con un SGDB -Sistema Gestor de Datos relacional - en lo que se denomina una GEODATABASE (GDB). almacenada en un motor relacional de tipo personal como el MS ACCESS.

La programación de los aplicativos o formatos de salida gráfica se ha llevado a cabo mediante un lenguaje orientado a objetos de la plataforma .NET, el C# y utilizando los modelos de objetos de MicroStation V8 (BENTLEY) y ArcObjects, de ArcGis ; todo ello compatible con la plataforma de software ARCGIS de ESRI.

El nuevo formato de almacenamiento de la información de ArcGis, la GEODATABASE (GDB), sirvió como repositorio de los datos, según lo refiere el documento ; se creó un modelo de datos adaptado a la información contenida en esta serie, que está en función de su escala y del formato de almacenamiento de la información. La construcción del esquema de la GEODATABASE (GDB) ha supuesto una aproximación a un modelo de datos ideal para las series cartográficas base a escalas grandes, pero con las limitaciones de la información ya existente.

Se completó la automatización del proceso, dado que la mayor parte de la transformación y carga de la información es repetitiva, llevada a cabo sobre una gran cantidad de elementos; el recurso a la programación le ha permitido optimizar los resultados, ahorrar tiempo y evitar errores.

Asimismo, se estableció la secuencia para el tratamiento de la información conveniente para este proceso, teniendo en cuenta el tipo de información digital de partida y los condicionantes que supone el empleo de unos programas informáticos determinados.

Se concluyó en este trabajo doctoral que es posible trasvasar de forma automatizada todos los ficheros que forman la serie cartográfica CV10 a una GEODATABASE (ESRI), aun contando con las limitaciones que impone la estructura de la información y que las bases de datos geográficos constituyen un almacén ideal para guardar la cartografía digital de un territorio para su posterior utilización.

Pese a que la importación de los datos era posible, no era conveniente derivar la base de datos espacial de la información geográfica obtenida para la edición en papel o formato digital.

El método óptimo de creación de una GEODATABASE (ESRI) sería la adquisición directa de la información geográfica, contando desde un principio con toda la potencialidad que da esta solución. No obstante,

la generación de la base de datos geográficos a partir de la cartografía digital existente es una solución rápida y de bajo coste.

Se encontró una dificultad en la irregularidad de los datos de las series cartográficas (CV10), ya que contienen un gran volumen de información y su extensión espacial es muy grande; esto se debe tener en cuenta a la hora de plantear una solución global, automatizada.

En cuanto al software, se destaca el gran potencial de automatización y personalización que permiten los ArcObjects (ESRI). La incompatibilidad entre las diferentes versiones de programas ha causado problemas e impidió aprovechar algunas de sus potencialidades.

Hoy en día, las series cartográficas encuentran en los GIS las herramientas ideales para su almacenamiento, distribución y explotación. Es, por tanto, necesario que desde la misma concepción de la serie se realice pensando que esa información residirá en una base de datos espacial. Tanto los datos gráficos como los alfanuméricos deberán ser creados y editados para ser utilizados finalmente en el GIS.

El proceso lógico sería crear primero la base de datos a una escala grande, con su modelo de datos adaptado a la escala, y a partir de él obtener la cartografía derivada, en el formato y escala que se requiera,

mediante generalización. Este planteamiento reduciría el coste de la generación de cartografía, facilitaría el mantenimiento e integridad de los datos, permitiría tener toda la cartografía derivada actualizada con relativa rapidez y se obtendría mayor variedad de productos con ahorro de recursos; así, el mapa impreso se consideraría un subproducto GIS.

Otra referencia de estudio es el “Diseño, Implementación y Puesta en Marcha del SIG Regional del Departamento de Cundinamarca “en el año 2005 a cargo del Ing. Javier Orlando Baron Castro y de la Bióloga Maria Cristina Ruiz Peña ambos de la gobernación de Cundinamarca en Bogotá, Colombia [11].

La gobernación de Cundinamarca a través de la secretaria de Planeación adelantó mediante contratación con recursos de crédito BID, el análisis, diseño, implementación y puesta en marcha del Sistema de Información Regional del Departamento de Cundinamarca, denominado **SIG REGIONAL**, encaminado a integrar la información temática generada por las diferentes entidades de la Gobernación del Departamento y permitir un acceso oportuno, dinámico y eficiente de la información geográfica y estadística de Cundinamarca por parte de las entidades internas a través de la Intranet, y externas mediante Internet a través de la puesta en funcionamiento de un vínculo a la página Web de la Gobernación.

Dicho contrato incluyó el componente de planificación, en el cual se analizó la información disponible de cada uno de los Planes de Ordenamiento Municipales, junto con los resultados obtenidos en desarrollo de los procesos con visión regional adelantados dentro de la **“Mesa de Planificación Regional Bogotá-Cundinamarca”**, para establecer finalmente una propuesta de planificación con enfoque regional que asegure a futuro la articulación entre la planificación municipal y regional a través de los Planes de Ordenamiento Territoriales.

El análisis de la situación partió del conocimiento inicial de las necesidades y requerimientos planteados por la Secretaría de Planeación como potencial usuario/administrador del sistema y de la revisión de la información cartográfica digital disponible en esta entidad, y en las demás entidades productoras de información sectorial al interior de la Gobernación, requerida para ser incorporada en el sistema de información. El proceso de análisis involucró aspectos técnicos, procedimentales y de flujo de datos teniendo en cuenta la óptica de los diferentes usuarios y directos responsables del manejo de la información que corresponden a las diferentes Secretarías de la Gobernación incluida Planeación. Las actividades desarrolladas en esta etapa fueron:

- Entrevistas a los profesionales de cada una de las Secretarías incluyendo la Secretaría de Planeación de la Gobernación de

Cundinamarca, que reportan o consultan información al SIG Regional.

- Consulta a otras entidades oficiales externas que reportan otro tipo de información.
- Desarrollo de casos de uso para ubicar al usuario en el contexto del sistema a implementar.
- Determinación de los límites realistas sobre la capacidad, flexibilidad y extensibilidad del sistema, con el fin de evitar falsas expectativas de crecimiento.
- Revisión y actualización del plan de trabajo del proyecto y los casos de usos identificados, de acuerdo con los requerimientos identificados.

Las entrevistas estuvieron divididas en 4 partes principales: procesos que realizan, información cartográfica que generan, cartografía que consultan y documentación con que cuentan.

De otra parte se efectuó una evaluación de la plataforma tecnológica existente en la Gobernación de Cundinamarca, con la visión de proveer una herramienta de software que apoyara el desempeño de algunos procesos que componen la gestión de la Secretaría de Planeación de Cundinamarca y proporcionara a todas las dependencias o instancias que usen el SIG Regional, un ambiente adecuado de trabajo corporativo para realizar los análisis y manipulación de información en una forma ágil, oportuna y confiable.

Se utilizó como tecnología a la plataforma de desarrollo ArcGIS de ESRI y su modelo de datos GEODATABASE (GDB) del cual son propietarios.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta la disponibilidad de tecnología ESRI en las entidades, se plantearon las siguientes tres alternativas tecnológicas para evaluación y definición por parte de la Gobernación para el montaje del SIG Regional:

Alternativa 1: Trabajar con archivos Georreferenciados en Formato ShapeFile.

Alternativa 2: Trabajar con Personal GEODATABASE.

Alternativa 3: Trabajar con Almacenamiento en Bases de Datos o GEODATABASE.

Se aceptó la alternativa número 3 la cual una vez evaluada por parte del equipo técnico de la Gobernación conformado por profesionales de la Secretaría de Planeación y de la Dirección de Informática, se aceptó su aplicación en el desarrollo del proyecto.

Su aceptación fue dado de acuerdo a este cuadro resumen de la alternativa de GEODATABASE.

Item Evaluación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Integración	No	No	SI
Cohesión	Bajo	Medio	Alta
SIG Corporativo	No	No	SI
Grado de Administración	Alto	Medio	Bajo
Seguridad	Bajo	Bajo	Alto
Velocidad de Accesos	Bajo	Bajo	Alto
Disponibilidad	Medio	Medio	Alto
Grado Tecnológico	Bajo	Medio	Alto
Respaldo y Recuperación	Bajo	Bajo	Alto
Altos Volúmenes de Información	No	No	Si
Escalabilidad	No	No	Si
Especialización de Componentes o Coupling	Bajo	Bajo	Alto

Tabla 3.1: Funcionalidades de los mapas para la toma de Decisiones

(Fuente – CUNDINAMARCA- 2005)

El diseño del modelo de datos Regional fue considerado como el eje conceptual de desarrollo del SIGR. El sistema se adelantó haciendo uso del esquema de Base de Datos Geográfica o GEODATABASE (GDB), la cual es el nivel superior para el almacenamiento de información geográfica y puede almacenar Feature Dataset, Feature Class, Object Class o Tablas, Dominios, Subtipos y Relationship Class. Se utilizó como motor relacional el ORACLE 9i version enterprise , en el cual se montó la base de datos geografica o GEODATABASE.

La etapa de implementación del SIGR contempló el montaje del sistema en los equipos de la Secretaría de Planeación, junto con la adecuación de la red interna entre las distintas entidades de la Gobernación, estaciones de trabajo y página Web. Se consideró como unidad mínima de referencia espacial y de consulta el Municipio.

Esta fase incluyó los siguientes pasos:

- Creación física de la base de datos en el manejador de la base de datos ORACLE.
- Prueba de redes y almacenamiento de datos.
- Construcción y prueba de programas.
- Programación de las pantallas de captura, consulta y salida de datos (interfases de usuario final).
- Montaje de página Web que sirve la información a través de Internet.
- Preparación y cargue de información de datos espaciales y descriptivos en la base de datos implementada en el manejador de la base de datos.
- Creación del manual del usuario y manual del sistema (Administrador).
- Creación de toda la documentación correspondiente a todas y cada una de las etapas .
- Pruebas del sistema con datos reales.
- Capacitación de grupos de usuarios externos e internos.

En esta fase se adelantaron pruebas a nivel de Intranet e Internet utilizando el software ArcIms (ESRI) para visualización de la información cartográfica en la Web y el lenguaje de programación para el desarrollo de páginas Web, JSP.

Así mismo se generó un Visor del Mapa con base en la imagen institucional de la Gobernación.

Como un ultimo caso de estudio mencionare el caso de El proyecto **“Geoservidor De La Autoridad Nacional Del Ambiente (ANAM) Panamá – IABIN-DGF “**,[1] uno de los proyectos contemplados y adelantados como parte del Programa de Conectividad de Inter American Biodiversity Information Network (IABIN) , y que tuvo como objetivo principal el vincular información espacial e información ambiental. El presente plan de implementación que detalla las acciones que la ANAM, adelantó durante el periodo Diciembre de 2004 a Septiembre de 2005 para diseñar y operar un geoservidor en Internet con datos espaciales y ambientales de la institución.

Los objetivos de este proyecto de Geoservidor fueron :

- Facilitar la visualización y el uso de la información geoespacial existente en la Autoridad Nacional del Ambiente.
- Apoyar la vinculación de datos ambientales con información geoespacial.
- Catalogar los datos espaciales y ambientales y facilitar el acceso a catálogos que describan los datos espaciales y ambientales existentes en la institución.
- Apoyar la verificación de nuevos mapas digitales de cuencas y de hidrografía.

Las actividades que se desarrollaron durante este periodo con la finalidad de implementar un Sevidor de datos espaciales (Geoservidor), implementado en ORACLE 9i ENTERPRISE EDITION con ARC SDE de

ARC GIS (ESRI) y pueda catalogar su información y establecer en Internet un sitio web que describe sus inventarios de información.

Se desarrollaron metadatos para todos los datos espaciales contenidos en el geoservidor. Esta información será colocada en un catálogo geoespacial (Clearinghouse) del proyecto IABIN-DGF. Los metadatos a ser desarrollados contendrán un vínculo (URL) que les permitirá ser añadidos dinámicamente u un multi-integrador (multi-viewer).

Se creó un sencillo inventario de información espacial que detalle los datos espaciales existentes y disponibles al público.

3.2 Bases Teóricas

La fundamentación para el diseño y posterior implementación de una base de datos geoespacial viene basado en que el uso principal está en ser un componente vital en un Sistema de Información Geográfica (GIS) y cuyo objetivo principal es que nos permita almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica.

Desde el punto de vista informático a un GIS se lo puede dividir en 03 partes

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica
- Un sistema de administración de base de datos

- Herramientas que soportan consultas análisis y visualización de elementos geográficos

Un concepto básico que se destaca es el de base de datos espacial (spatial database) , que viene a ser un sistema administrador de bases de datos orientado a objetos que maneja datos existentes en un espacio o datos espaciales.

El espacio establece un marco de referencia para definir la localización y la relación entre objetos, el que normalmente se utiliza es el espacio físico que es un dominio manipulable, perceptible y que sirve de referencia.

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 que pueda ser procesada digitalmente. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles 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 pues se tiene asociada una tabla con campos relacionados entre si de acuerdo a un modelo relacional.

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 los computadores 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; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad.

Tratare de dar a conocer los conceptos relacionados a una base de datos espacial (GEODATABASE) y los tipos de datos que almacena como son las figuras geométricas simples punto, línea y polígono en un sistema gestor de base de datos (SGBD) y sus relaciones espaciales y atributos que contienen y que me servirán como modelo para poder establecer una base de datos que guarde información espacial cuyo propósito fundamental será el de almacenar cartografía concerniente a una localidad y luego poder darla o utilizarla como un servicio vía Web para mostrar mapas de ubicación ,o de forma general, cualquier tipo de mapa sea temático o específico, vinculando la información espacial con información alfanumérica guardada en tablas del motor relacional.

Cabe señalar que la importancia y la novedad de este repositorio de datos espacial es que puede almacenar conjuntamente data alfanumérica , imágenes raster o vectorial y tablas de posición o descriptivas .

Esta base de datos usa el paradigma de la orientación a objetos y se manifiesta este paradigma en los motores relacionales hasta el momento y comerciales, con la ayuda de una extensión que me permitirá almacenar dicha información.

3.3. Definicion de Terminos Basicos

GIS.- De las distintas definiciones encontradas de un G.I.S. la redactada por el NCGIA (Nacional Center for Geographic Information and Analysis) de USA hace especial referencia a la Ordenación del Territorio: un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión

Se puede considerar, en definitiva, que los G.I.S. Constituyen una tecnología aplicada a la resolución de problemas espaciales.

Los GIS. Se diferencian de las bases de datos normales en que la información que poseen está caracterizada por su ubicación en el espacio.

Un GIS. Es bastante más que un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD/CAM), y lo es por su capacidad de relacionar los elementos gráficos con los elementos de una base de datos temáticos, aspecto que falta en el CAD. Por otra parte, las diferencias estriban en su posibilidad de manejar más de un conjunto de elementos gráficos al mismo tiempo.

ATRIBUTO.- Propiedad o característica de una clase de elementos en una base de datos por ejemplo, la superficie, la población, la renta media... pueden ser atributos de la clase municipios en una base de datos.

BASE DE DATOS .- conjunto de datos estructurado para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático las bases de datos relacionales son un caso concreto en el que la información se organiza en relaciones (llamadas más frecuentemente “tablas”) que son conjuntos de tuplas (“registros”) cada una de las cuales integra información de un elemento en un conjunto de campos (uno por atributo del elemento); si dos tablas comparten un campo con valores dentro del mismo

dominio, puede aplicarse una operación de unión mediante la cual las tuplas se enlazan en función de los valores del campo de enlace.

CARTOGRAFÍA.- conjunto de técnicas utilizadas para la construcción de mapas.

COORDENADA.- cantidad usada para definir una posición en un sistema de referencia. Las coordenadas pueden ser lineales (cartesianas) o angulares (esféricas), según el sistema de referencia.

DATUM.- sistema geométrico de referencia empleado para expresar numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno cada datum se define en función de un elipsoide y por un punto en el que el elipsoide y la Tierra son tangentes; en España, el datum usa el elipsoide Hayford (o Internacional 1924) y el punto de tangencia es Potsdam (Alemania)

DIGITALIZAR.- operación de codificar la información en cifras la digitalización se aplica habitualmente a la codificación de la información gráfica (mapas y planos convencionales) pero puede ser aplicada con propiedad a todo tipo de información para la construcción de bases de datos digitales.

GPS.- acrónimo de global positioning system, o sistema de localización global hace referencia a un sistema mediante el cual es posible estimar las coordenadas actuales de una estación en tierra mediante la recepción simultánea de señales emitidas por varios satélites (llamados en conjunto constelación GPS) Nota: “posicionamiento” es un barbarismo por lo que debe evitarse su uso.

MAPA.- modelo gráfico de la superficie terrestre donde se representan objetos espaciales y sus propiedades métricas, topológicas y atributivas un mapa puede ser analógico (impreso sobre papel, por ejemplo) o digital (codificado en cifras, almacenado en un ordenador y presentado en una pantalla) existen mapas métricos, diseñados para representar distancias, superficies o ángulos y mapa topológicos, diseñados para representar vecindad, inclusión, conectividad y orden en el contexto de los GIS, un mapa es la presentación de cualquier estructura de datos usada para reflejar cartográficamente una variable espacial (nominal o cuantitativa) independientemente del modelo de datos utilizado (vectorial o raster).

METADATOS.- información sobre las características de un conjunto de datos típicamente, los metadatos incluyen información

anexa al cuerpo de datos principal (por ejemplo, un modelo digital de elevaciones) sobre extensión geográfica, estadísticas, autoría, metodología, calidad de la información, etc.

TOPOLOGÍA.-

referencia a las propiedades no métricas de un mapa en el contexto de los GIS, topología hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden, es decir, propiedades no métricas y que permanecen nvariables ante cambios morfológicos, de escala o de proyección . Se dice que una estructura de datos es 'topológica' cuando incluye información explícita sobre estas propiedades; en este caso, es posible realizar análisis y consultas "topológicas" sin necesidad de acudir a las tablas de coordenadas

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

4.1 Estado del Arte

Concretar una definición de GIS es una tarea difícil, pues ésta varía según sea el ámbito en el que se aplique, el objeto que se pretenda alcanzar o, el elemento que de él se quiera potenciar. Por ello, resulta interesante contar con una definición más aséptica, aplicable en cualquier momento y circunstancia. Para tal fin exponemos la ofrecida por el Centro Nacional de Información y Análisis de EEUU (NCGIA) que define GIS como: Sistemas compuestos por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación. Esta definición no se aleja de lo ya apuntado: continúa poniendo el énfasis en la información almacenada y su organización en la base de datos. Además, recoge todos aquellos aspectos que nos van a permitir identificar los diferentes GIS's y que en el capítulo siguiente se desarrollan.

Aunque en esencia describen lo mismo, vemos que lo que les diferencia es el enfoque a partir del cual se enuncian. Estos enfoques, o puntos de vista, excluyentes son:

- GIS es un tipo especial de base de datos. Este primer enfoque pone el acento en las posibilidades que ha abierto el hecho de tener en soporte digital información que hasta la fecha quedaba almacenada en inventarios o estadísticas y que nunca incluían la componente espacial implícita en sus datos.

Este enfoque queda respaldado, como no podía ser de otra manera, por empresas y organismos que entre sus funciones se encuentra la gestión diaria de información.

- Un segundo enfoque es el cartográfico. Proviene de usuarios y/o organismos productores de cartografía que conciben a los GIS's como herramientas que agilizan sus labores de producción.
- En último lugar, nos encontramos ante un enfoque que subraya las posibilidades de análisis y gestión conjunta de la información almacenada, inherentes a los GIS's. Esta posibilidad ha hecho que Universidades y Centros de Investigación, fundamentalmente, vean en la nueva tecnología una herramienta que facilita la toma de decisiones y la posibilidad de modelizar y simular situaciones futuras hasta la fecha inimaginables

A partir de lo expuesto, definimos GIS como un Sistema de Gestión de Bases de Datos Gráficos y Alfanuméricos vinculados entre sí. Los datos gráficos son los que representan la realidad espacial, mientras que los alfanuméricos son los datos asociados a los primeros. Siguiendo con la terminología lingüística, los primeros serían el nombre y los segundos los adjetivos, adjetivos que no

solo definen y nos ayudan a comprender y entender mucho mejor a los elementos gráficos sino que además, amplían las posibilidades de gestión.

Los GIS's se presentan como una verdadera revolución para todas las disciplinas de las Ciencias Sociales interesadas en el estudio y conocimiento de los elementos y fenómenos que tienen lugar en la superficie de nuestro planeta. En concreto, para la investigación social, las posibilidades de estos sistemas no se limitan a la gestión de bases de datos vinculadas (o relacionadas) y al estudio de los fenómenos sociales con incidencia en el espacio (la siempre dialéctica fenómeno social de ámbito espacial).

Los GIS's son, además, potentes herramientas de trabajo especialmente diseñadas para simular futuras situaciones, facilitando, de este modo, la toma de decisiones, lo que ha hecho que recibieran el calificativo de tecnología con inteligencia artificial.

Conocer la evolución de los GIS's nos permite apreciar tanto los aspectos que hoy los caracterizan como adquirir una visión de conjunto sobre los mismos. El desarrollo de los GIS's ha vivido un progreso continuo en el tiempo. Como cualquier otro suceso, pasa una primera fase de incipiente desarrollo con una limitación en cuanto a usuarios y usos, a periodos en los que la diversificación en sus aplicaciones viene motivada por el perfeccionamiento (y coincidencia) de tecnología hardware y software.

Existe consenso a la hora de destacar las pautas, hechos y personajes que han

marcado la evolución de la nueva tecnología, pero no lo hay a la hora de especificar las fases o periodos, acotados temporalmente, de su existencia.

de la tecnología GIS.

	1950	1960	1970	1980	1990
Tecnologías	Primeros ordenadores	CAD; Cartografía asistida; SIG (estructura raster); mesas de digitalización; plotters	CAD; Cartografía asistida; SIG (estructura vectorial)	CAD; Cartografía asistida; SIG	CAD; Cartografía asistida; SIG (integración raster vectorial); integración SIG/GPS; Teledetección; sistemas multimedia
Usuarios	Ejército	Universidades americanas y británicas	Instituto Geográfico Nacional	Universidades españolas; Institut cartogràfic de Catalunya; Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria	Ayuntamientos Administraciones Autonómicas
Aplicaciones	Militares	Investigación y educación; planeamiento urbano; gestión y análisis de recursos naturales	Investigación y Educación; Censos	Investigación y Educación	Investigación y Educación; Aplicaciones Globales

Tabla 4.1: Evolución De Los Sistemas De Información Geográfico (Gis) Y Base De Datos Asociada Geoespacial (Modelos Fundamentos De Información Geográfica –Barcelona)

Pese a que el año de partida escogido es 1950, con el surgir de los primeros ordenadores, el origen de la secuencia histórica hemos de situarla en periodos anteriores, cualquiera nos valdría, y es que, conviene recordar que las funciones atribuidas a los GIS's no son exclusivas de esta tecnología; ésta solo ha introducido la informatización del proceso. La historia de las civilizaciones aparece jalonada con distintos y variados procedimientos cuya finalidad no era otra que la de representar y analizar la información espacial. Así, pues, los antecedentes de los GIS's los situamos en la antigüedad, en donde el mapa era el soporte sobre el que se representaba la información

terrestre. Considerando estos precedentes, la secuencia de etapas asociadas a los GIS's queda como sigue:

- Inicio de la cartografía hasta 1950: cartografía analógica como forma de análisis espacial. Durante muchos años, e incluso siglos, el análisis territorial se ven. ha realizando sobre documentos cartográficos en los que se reflejaba la distribución espacial de las distintas variables. Estas primeras representaciones cartográficas se interesaron en reflejar los límites y divisiones administrativas con la finalidad de facilitar el cobro de impuestos. Posteriormente, el interés cartográfico se centraría en representar los recursos naturales: nace la cartografía temática

A esta primigenia información cartográfica se le denomina hoy, información o documentos analógicos (en oposición a lo informático o digital). Se editaba en papel y en ellos se representaban las variables geográficas (diferenciadas por tramas y colores) con distribución espacial. Antes del desarrollo informático el análisis territorial se efectuaba separando sus componentes.

- 1950-1975: primeros pasos de la informática en el análisis espacial (geográfico) y en la producción cartográfica. Esta segunda fase se caracteriza por:
 - Aparición de los primeros ordenadores electrónicos; iniciativa individual en el desarrollo y aplicaciones de los GIS's; y, el Ejército se convierte en el principal y casi único usuario.
 - El desarrollo informático de una serie de programas (software) surge por la Necesidad de manejar y utilizar distintos mapas

temáticos y multitud de variables geográficas para el análisis territorial Incluso si la unidad de análisis es un barrio, un área determinada o una ciudad, se superpone una vasta cantidad de información imposible de manipular de un modo tradicional, esto es, manual.

Para solucionar este problema metodológico nacerá el primer GIS presentado como: el Canadian Geographic Information System (CGIS) desarrollado en 1966 a iniciativa de Roger Tomlinson. Trabajador de una empresa topográfica se le pidió que analizara todas las fuentes cartográficas disponibles con el objeto de realizar un inventario del territorio forestal de Canadá.

Los primeros Sistemas de Información Geográfica se ponen al servicio de aquellos profesionales obligados a manejar gran cantidad de información geográfica. Dada la abrumadora cantidad de información el tratamiento informático de la información geográfica no se hizo esperar. El objetivo era desarrollar un conjunto de herramientas permanentes para el tratamiento y análisis, en concreto, para la gestión de los recursos naturales de una vasta zona forestal. El análisis de datos se hizo a partir de un programa de base de datos con la técnica de Malla o cuadrícula

Es en el CGIS en donde se sitúan las bases de la nueva tecnología. En él se desarrollan aspectos que hoy continúan de plena actualidad en los GIS's, a saber: estructuración de la información espacial; técnicas de superposición cartográfica; sistemas de captación de datos; vectorización de imágenes escaneadas.

Actualmente el CGSI contiene un archivo digital con más de 10.000 mapas sobre 100 temas diferentes y es considerado, dada la gran cantidad de información que recoge sobre una extensa superficie, como uno de los más importantes.

Paralelamente, el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) aplica técnicas informáticas en la confección de dibujos, dando paso al Dibujo Asistido por Ordenador (los programas CAD). En el desarrollo de éstos encontramos el origen de los programas de Cartografía Automática o Cartomática. A finales de los 70 a estos programas de cartografía automática se le añadieron Bases de Datos con información territorial con el objeto de potenciar su capacidad de producción cartográfica.

Las funciones de análisis espacial todavía tardaran en ser incluidas. Esta matización y distinción es importante, pues, si bien la tecnología GIS debe mucho al proceso de informatización hay que diferenciar la informatización de la producción cartográfica, de la computerización de las funciones de análisis espacial, siendo ésta última la verdadera contribución de los GIS's. Es más, actualmente los criterios de valoración sobre estos programas priorizan la existencia, o no, y el número de funciones de análisis espacial que recojan.

En 1968 se diseña el sistema SYnagraphic MAPping (SYMAP), creado por el Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis (LCGSA).

Coincidiendo en el tiempo, encontramos los programas GRID (1970) e INCRID (1975), diseñados ambos por el Departament of Landscape

Architecture de la Graduate School of Design de la Universidad de Harvard.

Con ellos, se empieza a estructurar la información geográfica, obteniendo lo que hoy conocemos como Sistemas raster o representación de la realidad sobre cuadrículas.

Estamos ante una auténtica revolución en el tratamiento de la información (geográfica) que no había hecho más que empezar. El desarrollo tecnológico no solo alcanza., en este momento, al análisis geográfico, sino que la calidad de las salidas graficas mejoraron considerablemente. Hasta el momento, la información sociodemográfica no tiene cabida en las bases de datos.

- 1975-1980. En general, este periodo vendrá marcado por la supremacía de los intereses corporativos (administración pública), en detrimento de la iniciativa privada, que pasa a ocupar en este momento un segundo plano.

En este periodo se desarrolla el segundo tipo de sistemas. La estructuración de la información espacial basada en cuadrículas o píxeles se complementa. Con la estructuración de la información vectorial, dando paso a los sistemas vectoriales.

En este caso, los datos geográficos se sitúan en el espacio a partir de la definición de sus coordenadas. Los nuevos sistemas vectoriales, en sus inicios, se asemejaban más a programas de diseño asistido por ordenador que a GIS propiamente. Era necesario estructurar topológicamente los datos, esto es, establecer las relaciones espaciales entre las entidades geográficas, para así dotar al sistema

con funciones de análisis espacial. En esta nueva línea de trabajo, y bajo este nuevo formato, se crea el sistema POLYVRT, también diseñado por la universidad de Harvard, que además de estar considerado como un programa para la producción cartográfica fue también un modelo de datos, al incluir y mejorar los ficheros Dual Independent Map Encoding, m.s conocidos por sus siglas DIME

Los ficheros DIME (primer ejemplo de representación vectorial) fueron creados por la Oficina del Censo de los Estados Unidos y, en ellos, se recoge información de carácter socioeconómico y demográfico. Su objetivo fue el de actuar de soporte en la recogida de datos censales, aunque posteriormente, y dada la codificación dual de relaciones topológicas entre .reas (manzanas) y líneas (tramos de calles) en la que está estructurada su información, se convertirá en obligada referencia en trabajos de planificación. Este fichero fue el primer (mapa inteligente) pues no se limitaba a ser un dibujo, sino que podía someterse a una serie de preguntas relacionadas con la información que contenían.

- 1980-1990: fase de comercialización. Se produce la expansión de los GIS's. El interés demostrado por industrias, relacionadas o no con los GIS, provoca su divulgación y comercialización masiva.

La bajada en los precios, provocada por el desarrollo comercial, junto con la cada vez mayor capacidad de tratar gran cantidad de información, sea .ésta gráfica o no, hace que desde las Universidades de EEUU empiece a concebirse la posibilidad de unir bases de datos gráficos con alfanuméricos. El mercado no tardar. en ofrecer

programas denominados de Información Geográfica que aprovechan el desarrollo tecnológico para unir las funciones de producción cartográfica con funciones de análisis.

Después del GIS canadiense y las experiencias de la Universidad de Harvard, la empresa comercial Enviromen Systems Research Institute (ESRI) es un hito a destacar dentro de este pequeño recorrido histórico que en torno a los GIS's se está exponiendo. Y ello, fundamentalmente, porque no solo se ha mantenido en el mercado desde su aparición en 1969, sino porque también ha convertido sus productos en un estándar en la tecnología GIS.

El mercado actual está caracterizado por un pequeño número de programas consolidados y estables de alcance general. Sistemas como TERRASOFT (1986), ARC/INFO PC (1987); ATLAS (1984), SPANS (1985), MACGIS (1988), MAPINFO (1986), STRINGS (1989), MAPINFO WINDOWS (1991) son fruto tanto del desarrollo tecnológico como del interés mostrado por el sector; y en segundo lugar, un número creciente y alternativo de vendedores con soluciones específicas. Así. surgen GIS para: el transporte, para los negocios

El análisis espacial se limitaba a la presentación de mapas temáticos borrosos ya que los periféricos con los que se contaban eran poco adecuados para las representaciones de la información espacial. No fue hasta finales de los 80 cuando y, gracias a la incorporación de sistemas gráficos de mayor resolución, empezaron a desarrollarse propuestas de análisis y modelado con GIS. Se rompe la tendencia de

los periodos anteriores en donde las aplicaciones de estos sistemas se limitaban al campo de la cartografía automática.

El mercado de los GIS's con una base de datos espacial en un sistema gestor se abre cada vez más a profesionales y usuarios con intereses diversos pero, y dado su carácter multidisciplinar, sin vastos conocimientos informáticos. Las empresas conectoras no han dejado pasar la oportunidad de expandir su mercado y ofrecen, gracias al desarrollo informático, programas sencillos de utilizar. El abaratamiento, tanto de programas como de máquinas que lo soportan (destaca la comercialización de los PC), ha facilitado la llegada de los mismos a un cada vez mayor segmento de población, que desde sus propios intereses, demanda con mayor frecuencia tecnología GIS.

Los aspectos que han marcado la tendencia y desarrollo descrito, los podemos sintetizar en:

- La necesidad de tratar ingente cantidad de información, primero gráfica, para en fases posteriores ser gestionada conjuntamente con información alfanumérica.
- Desarrollo tecnológico en general. La evolución constante tanto de material informático como de programas provoca que se pase a una manipulación informática de la información, reduciendo coste y tiempo y ganando en capacidad de análisis.
- La coincidencia en el tiempo de una serie de tendencias en el campo de la geografía tales como: el desarrollo de los sistemas cartográficos asistidos por ordenador y la informatización de las técnicas de superposición.

- El desarrollo de la teledetección, ha condicionado el estado actual de la nueva tecnología.
- El desuso en el que se encontraban los sistemas raster, respecto a los sistemas vectoriales, se superarla gracias al mejor tratamiento e interpretación de las imágenes que las técnicas de teledetección introdujeron.

Las diversas plataformas de desarrollo ofrecen muchas opciones para almacenar datos espaciales y de atributos .cada formato tiene sus fortalezas y limitaciones pero entendiendo las necesidades se debería escoger los que mejor se adecuen a su sistema

Todo esto permite que la información almacenada y organizada en una estructura de formato abierto sea de fácil acceso, independiente del producto editor empleado, modo de programación, en general de la plataforma que se este utilizando.

Actualmente Los sistemas GIS están permitiendo que cambie el modo de acceder y trabajar con la información geográfica, con el avance en el desarrollo, su estandarización y normalización en la organización de los datos, logrando especificaciones abiertas.

Este es el objetivo que persiguen algunas instituciones como el Open GIS Consortium (OGC), una organización sin ánimo de lucro, fundada en 1994 y dedicada a la promoción de especificaciones técnicas, para el análisis espacial, de forma abierta y accesible, como:

- La organización geográfica y topológica de los datos
- Protocolos de intercambio de datos vía Internet como son los servicios demapas en web (WMS), servicios de elementos (WFS), y los servicios de catalogos (WCS).
- Almacenamiento y funcionalidades geográficas en una base de datos relacional.

En 1997 el consorcio Open GIS (OGC) publicó las especificaciones de características simples Open GIS para SQL estas especificaciones define una serie de características de almacenamiento y administración de una base de datos relacional, adicionándole un soporte espacial.

En forma simple la idea es definir un nuevo tipo de datos al cual se define como geometría, su organización en la base de datos (índices espaciales para acelerar las búsquedas y relaciones espaciales entre los datos), funciones o herramientas para adicionar, modificar, analizar, o simplemente encontrar relaciones o condiciones (traslape, contner, vecindad, cercanias, etc.)

El acceso a los datos espaciales se puede realizar directamente mediante sentencias SQL extendidas

En la actualidad son varios los productos de bases de datos que utilizan o emplean las especificaciones del OGC. Entre ellas están:

- ORACLE 10g y ORACLE Spatial.
- postgresql y postGIS.

- Mapinfo y Spatialware.
- ArcGIS y ARCSDE.

Modelo GEODATABASE

En nuestro planeta, las cosas cumplen con reglas naturales y relaciones por la cuales se basa su comportamiento.

Los ríos fluyen hacia abajo, las rutas permiten cierto nivel de tráfico, y las parcelas de un territorio respetan determinados convenios, organización y orden.

Estas características que determinan cierta “inteligencia” sobre los elementos geográficos, pueden representarse en una GEODATABASE (GDB).

La GEODATABASE es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un sistema gestor de base de datos (Microsoft ACCESS, ORACLE, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e INFORMIX).y pueden almacenar y recuperar virtualmente cualquier tipo de información espacial georeferenciada. Esta administración puede ser de grandes volúmenes de datos, desde datos vectoriales simples (puntos, líneas y polígonos) así como elementos avanzados que utilicen reglas para definir relaciones, topologías y comportamientos. Las GEODATABASEs además administran atributos, anotaciones enlazadas a elementos, Terrains, mediciones de tipo survey, direcciones, objetos 3D, dibujos en CAD e imágenes espaciales. El resultado es que las GEODATABASEs

pueden modelar la realidad geográfica mejor que otro entorno de administración de base de datos espacial.

Las Bases de Datos Relacionales (RDBMS) tradicionales del mercado ofrecen herramientas excelentes para la administración de datos tabulares y accesos múltiples, sin embargo no soportan muchos de los temas significativos relacionados a flujos de trabajo de información geográfica (Ejemplo: compilación y edición de datos, aseguramiento de la integridad de datos espaciales, soporte a transacciones largas o reconciliación de versiones en bases de datos distribuidas, etc.). La tecnología de las Bases de Datos Comerciales se utilizan para efectos de administración (Ejemplo: Acceso a datos y usuarios autorizados, replicación de la información y seguridad). ESRI utiliza funcionalidades específicas de los Sistemas de Información Geográfica para ofrecer un completo flujo de trabajo de administración de datos espaciales. Estos flujos de trabajo hacen posible que múltiples usuarios GIS accedan a su información centralizada desde una red cableada o inalámbrica (sujeto a los privilegios de acceso). Por ejemplo los usuarios puede extraer / incorporar (Check-Out / Check-In) una versión de los datos para se utilizada por un editor remoto en campo.

La GEODATABASE de ESRI ha sido diseñado para trabajar abiertamente con una variedad de plataformas de Bases de Datos Relacionales (RDBMS) del mercado, incluyendo ORACLE, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e IBM INFORMIX. Esto le da al usuario flexibilidad y evita el sesgo hacia un único proveedor de base de datos. El producto ArcSDE de ESRI almacena los elementos GIS en una Base de Datos utilizando el formato

de almacenamiento binario. Las experiencias han demostrado que mediante ArcSDE se puede obtener el más rápido rendimiento en consultas y un almacenamiento más compacto (menor espacio en disco) que cualquier otra tecnología del mercado.

El modelo de datos de la GEODATABASE es escalable, y en función de las necesidades de cada organización, es posible diferenciar entre:

- GEODATABASE basada en ficheros.
- GEODATABASE personal, implementada sobre Microsoft ACCESS.
- GEODATABASE corporativa, implementada sobre ORACLE, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o INFORMIX

Permite almacenar numerosos tipos de datos: vectorial, raster, CAD, tablas, topología, información calibrada, etc.

Cuando reside en un sistema gestor de base de datos estándar permite aprovechar todo el potencial de las herramientas de estos sistemas, y completa la funcionalidad presente en la base de datos con funciones necesarias para el tratamiento de la información espacial.

El modelo de la GEODATABASE permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, lo que facilita la generación de una visión más completa de la realidad.

El modelo de datos conocido comercialmente como GEODATABASE ofrece muchas ventajas únicas para almacenar datos geográficos

- **Escalabilidad**

Como usuario necesita seguridad y crecimiento en manejo de datos.

Características personalizadas.

Debido a su arquitectura com. se puede programar características del mundo real con más precisión.

- **Dominios y subtipos**

Estas propiedades fácilmente creadas y mantenidos en la GEODATABASE hacen la creación de datos edición y mantenimiento mucho más eficientes y que de otro modo requerían de una programación especial si fueran en otros formatos.

Los elementos se agrupan en clases, la cual es un conjunto homogéneo de elementos básicamente del mismo tipo pero pueden contener variaciones considerables.

Una parcela puede ser rural, urbana o suburbana; los edificios pueden clasificarse en residenciales, comerciales o industriales.

Los subtipos permiten expresar diversidad sobre objetos similares sin requerir la creación de nuevas clases.

Mejoran la integridad de los datos ya que permiten hacer diferenciaciones (dominios, reglas, valores por defecto, relaciones) sobre elementos de una misma clase.

- **Topología** trabajar con topología en una GEODATABASE es mucho mas flexible que trabajar con coberturas por que una vez que la topología ha sido creada se pude detener en cualquier

punto del proceso. Cuando se trabaja en la GEODATABASE se tiene opción de asignar o no topología a los datos también se puede escoger que reglas topológicas se pueden usar

Es un tipo muy específico de relación entre elementos geométricos

- *Topología Plana (2D)*– las parcelas o padrones son polígonos disjuntos, que no se superponen, y en contacto uno con otro exclusivamente por su borde.
- *Red Geométrica (Geometric Network) (1D)*– las líneas y dispositivos de una red eléctrica deben estar conectados en forma continua y no ambigua

En un sistema de Información geográfica es un modelo y un mecanismo a la vez. Se dice que es un modelo que describe como los elementos geográficos comparten geometrías. Luego se dice que es un mecanismo que garantiza el mantenimiento de relaciones topológicas entre elementos geográficos

La topología organiza las relaciones espaciales entre los elementos de un conjunto de feature class. Básicamente en un conjunto de reglas que se aplican a los feature class para definir relaciones espaciales entre sus elementos.

Solo participan de topologías los elementos simples que tienen la misma referencia espacial (mismo feature dataset).

Hay topologías basadas en relaciones simples, como la coincidencia, la envoltura, cruce entre primitivas

Para asegurar la calidad de los datos y hacer que nuestra base de datos espacial represente con mayor exactitud a los elementos geográficos encontrados en la naturaleza.

Si el tipo de dato espacial es un área:

- Para una área aislada (ej. parque), es un polígono.
- Para áreas de llenado continuo, tales como vegetación, es un polígono con topología plana (es decir no puede cruzar otro polígono sin cortarlo).

Si el tipo de dato espacial es una imagen (fotografía, mapa escaneado, imagen satelital, u otras), entonces es un tipo RASTER

Si el tipo de dato espacial es una superficie:

- Para superficies en donde los detalles del terreno son importantes, se usa TIN.
- Para superficies que cubren grandes áreas y que usan los modelos de elevación existentes, usar RASTER.

- **Gestión de datos centralizada.**

Dado que todos los datos de una GEODATABASE son almacenados directamente en sistemas gestores de bases de datos comerciales (Microsoft ACCESS para GEODATABASE personal y ORACLE, IBM DB2, SQL Server o INFORMIX para GEODATABASE corporativa) o en sistemas de ficheros, éstos constituyen un repositorio común y centralizado para todos los datos geográficos de una organización.

- **Edición multiusuario**

A través del mecanismo de versiones que se implementa sobre el sistema gestor de bases de datos (ORACLE, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o INFORMIX), es posible realizar tareas de edición multiusuario.

- **Implementación de comportamiento.**

La implementación de comportamiento en los elementos geográficos incluidos en la GEODATABASE, permite trabajar con elementos más intuitivos, ya que la definición de su comportamiento les hace más cercanos a la realidad.

- **Tecnología COM**

El modelo de GEODATABASE ha sido desarrollado siguiendo estándares COM, lo que permite que sea posible la integración con otros sistemas. Por tanto se rompe la barrera existente entre los sistemas de información geográfica y el resto de sistemas de información a una organización.

- **Acceso**

El acceso a la GEODATABASE puede realizarse a través de los menús estándares de arccatalog, arcmap y arctoolbox. Los programadores pueden asimismo emplear los API's (ArcObjects, OledB y SQL) incluidos en el software.

- **Replicación**

la replicación permite distribuir la información geográfica en dos o más GEODATABASEs, de manera que los datos estén sincronizados. Basado en el entorno de versiones, incluye el

modelo completo de la GEODATABASE, incluyendo topologías y redes geométricas, y puede ser usado en entornos conectados y desconectados.

Históricos

mediante un mecanismo que permite capturar todos los cambios realizados en la GEODATABASE original, se puede guardar un historico de los mismos y del momento en el que se produjeron. De esta manera, es posible consultar una versión histórica que muestra el estado de la GEODATABASE en un momento dado

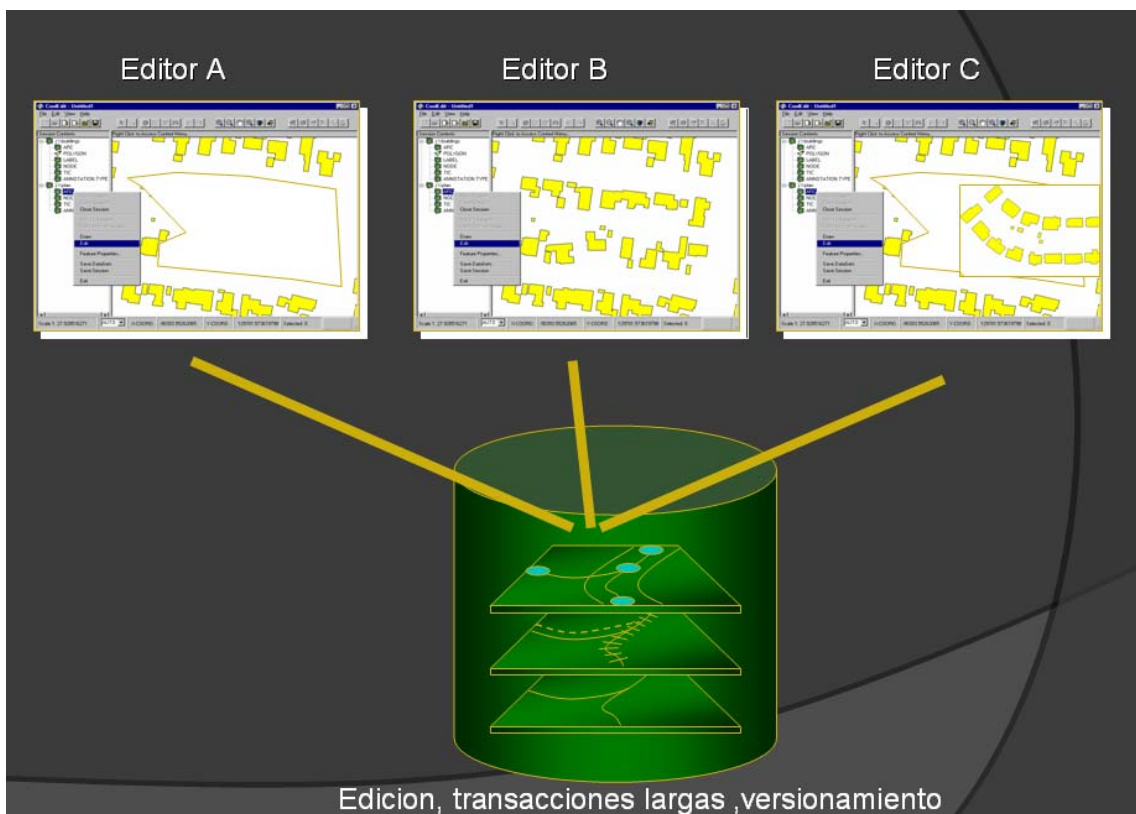


Figura 4.1: Muestra La Concurrencia De Transacciones A La Base De Datos

4.2 Tendencias

Internet es uno de los medios que permite que la difusión y acceso a la información geográfica, y mediante el uso de aplicaciones Web, acceso a páginas Web o productos de escritorio, las especificaciones de los servicios Web son diversos según el tipo de uso de la información, siendo los más importantes:

- **Servicios de mapas en Web (WMS).**- que permite su selección por condicionales espaciales o de atributos, la visualización y su consulta en forma remota, teniendo siempre la información actualizada en su punto de origen. Este acceso se puede dar en forma cliente o incluso desarrollando nuevas aplicaciones usándolos como una capa de información mas, integrada con las locales.
- **Servicios de elementos (WFS).**- que permita la conexión y mantenimiento de los datos en forma remota.
- **Catálogos (WCS)**

Estos servicios Web (Web Services) son especificaciones que permiten la interoperatividad y que cumplen una serie de opciones abiertas y neutras con respecto a la plataforma (sistema operativo y productos)

Están pensados para crear sistemas distribuidos que funcionen de forma independiente e intercomunicada entre ellas.

La nueva herramienta ya está lo suficientemente consolidada como para que pueda ser utilizada en un número cada vez mayor de aplicaciones. Esta última fase se caracteriza en primer lugar por

una competencia en el mercado lo que arrastrar una estandarización de los GIS's; y luego por el incremento de sus usuarios, diversificando sus usos en el campo de las aplicaciones. A partir del año 2005 el mundo del desarrollo ha sido sacudido por algunas "nuevas" tecnologías y tendencias (o la reinención de las mismas), y las base de datos GIS no han sido ajenas a este fenómeno. Asistimos a un avance del **software open source** en toda la industria en general, y también en los GIS. Sin embargo, los GIS open source están **muy atrasados** en funcionalidad con respecto al software comercial (hablando en términos relativos y comparándolo con otros sectores). Los que tenían más funcionalidad (GRASS.....) no parecen haber evolucionado tecnológicamente y se han estancado, siendo su uso residual. Está por llegar el "gran"GIS open source y gratuito (pues esta segunda característica es la que importa, no nos engañemos), pero estamos más cerca, de ello no me cabe duda, sin embargo no ocurrirá hasta que uno de los "grandes" done código o colabore con programadores . Más que un programa será un conjunto de programas, bien conocidos, fáciles de instalar y de utilizar.

Se han producido movimientos interesantes en el mundo GIS open source. En España existen iniciativas apoyadas por la administración que promocionan software libre por encima del comercial, y han surgido proyectos de creación de sistemas GIS prácticamente desde cero, financiados con dinero público, con la intención de sustituir el software

comercial que se venía utilizando. Una apuesta arriesgada que el tiempo dirá si fue acertada o no.

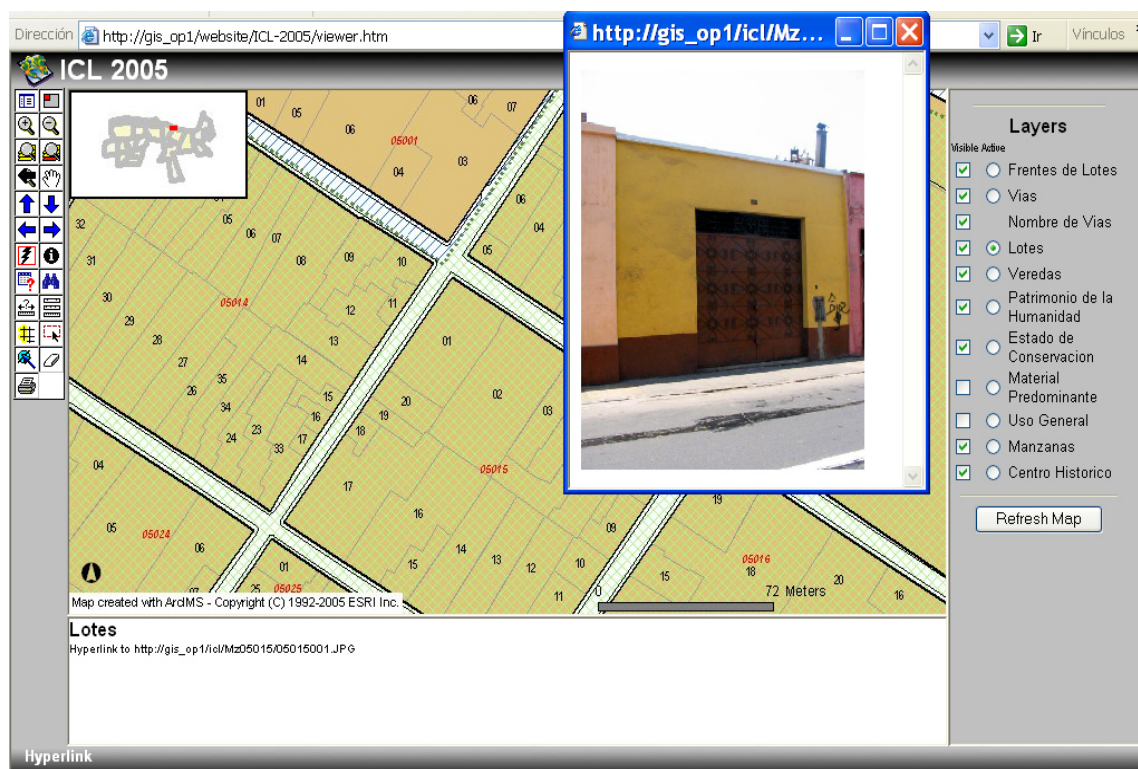


Figura 4.2: Vinculación y Publicación Vía Web

FUENTE ICL

De forma más general, destaca sin duda la toma de poder por parte de AUTODESK de la "marca" Mapserver, a golpe de fundación y a muchos miembros de la comunidad Mapserver no les ha hecho mucha gracia esto.

El 2005-2006 ha sido sin duda el año de **GOOGLE**, y nos han regalado dos maravillosas aplicaciones para los giseros: Google Maps y Google Earth. Ambos orientados al usuario final, no especialista en GIS. Gracias a la ifusión que tiene Google, todo el mundo los conoce. Lo interesante además es que podemos hacer nuestras pequeñas personalizaciones y adaptaciones, para compartir información geográfica con amigos y

compañeros. Desde un punto de vista más tecnológico, el que interesa aquí, el caso de Google Earth demuestra que no todo está inventado, y que la web puede ser un mecanismo adecuado para aplicaciones complejas. El streaming de datos que utiliza, simplemente, es asombroso.

Hablando más de desarrollo, específicamente de **Aplicaciones Web**, este año han pegado los términos "AJAX" , "Web 2.0", "RIA (Rich Internet Applications), etc. Se han popularizado este tipo de aplicaciones, que nos proporcionan un nivel de interactividad en web que no estábamos acostumbrados a ver. Ya existen ejemplos en GIS, como Google Maps, la librería Ka-Map para UMN MapServer o los componentes que veremos en las siguientes versiones de ArcGIS. El éxito de este tipo de proyectos esta justificado en no caer en la tentación de usar "AJAX para todo", pues mantener semejante cantidad de código Javascript puede ser un verdadero infierno. Pero es una tecnología que se está asentando, y cuando se estabilice y generalice alguno de los "framework" de reciente aparición, será un arma muy poderosa en el arsenal de todo desarrollador de aplicaciones web, y muy particularmente de aplicaciones GIS, donde la vistosidad y usabilidad cuentan muchísimo.

En el futuro la tendencia se dirige a que a través de las bases de datos compartidas se ha de consolidar la necesidad de contar con sistemas de información geográfica GIS que sean capaces de integrarse con otras aplicaciones. Actualmente un GIS moderno debe ser capaz de integrarse con el resto de sistemas de una gran organización, ejecutarse en múltiples

plataformas tecnológicas y sistemas operativos, y funcionar en red de forma colaborativa. Hace años que empezó esta tendencia (GIS corporativo), durante este año he podido asistir de forma personal al nacimiento y diseño de sistemas distribuidos. Conceptos como réplicas, sincronización, servicios web distribuidos, edición desconectada u online ya no nos resultan extraños y forman parte del presente .

Dentro del panorama futuro de las bases de datos múltiples hay un aspecto importante que considerar, el inusitado éxito del World Wide Web (WWW o, de forma abreviada, "el web") como medio de publicación de documentos y como medio de intercambio de información. El WWW proporciona uno de los medios más heterogéneos y retadores en el campo de la interoperabilidad. Recientemente han surgido tecnologías y estándares enfocados a hacer del web una infraestructura escalable y manejable. Una de dichas tecnologías es XML (eXtensible Markup Language), sobre la cual la comunidad científica tiene muchas expectativas. Una de ellas es que XML convierta a Internet en un sistema de bases de datos, haciendo posible especificar consultas en el estilo de los manejadores de bases de datos tradicionales lo cual da muchos mejores resultados que las actuales máquinas de búsqueda. Sin embargo, XML en sí no posee mucha de la funcionalidad de sistemas de bases de datos múltiples. El reto es integrar esa funcionalidad en XML y aprovechar al máximo la información estratégica que podamos encontrar en el web.

Las soluciones RDBMS copan el mercado (para ser precisos, RDBMS con capacidades extendidas, es decir, estamos hablando de modelos object-relational) y orbitando alrededor soluciones especializadas para necesidades muy concretas. Dado que los modelos actuales de RDBMS dan respuestas satisfactorias en la gran mayoría de casos para las necesidades para con respecto la información estructura, desde mi punto de vista, se seguirá inicialmente con la tendencia de los modelos RDBMS que incluyan progresivamente características de los modelos especializados con vistas a ofrecer una solución única. Igual que pasa en otros muchos mercados, por ejemplo, en el área de Business Intelligence en el que las grandes empresas están comprando los componentes que les faltan para poder ofrecer una solución completa.

Sin embargo, teniendo la cantidad de modelos de negocio que sólo operan en internet (como podría ser productos actuales como los ofrecidos por google, iTunes Store, amazon, ebay, youTube, skype y productos futuros como joost -servicio que promete revolucionar la televisión por ip- y cuyas necesidades son enormes creo que veremos soluciones basadas en la virtualización, el uso de tecnologías grid, automatización de la creación de los metadatos para realizar queries sobre los mismos directamente y por supuesto, la aplicación de las técnicas que se estan desarrollando para la web semántica aplicadas a los modelos de bases de datos para optimizar las búsquedas. Es decir, espero la aparición de una tecnología (sea ya existente y no usada aún o no existente) que suponga un punto y aparte como lo ha sido ajax para la creación de modelos de negocio y para los

usuarios en términos de usabilidad y experiencia, y creo que algunas de las que he citado pueden serlo.

ArcGIS 9.2 introduce nuevas interfaces cambiadas para hacer el trabajo con el formato CAD más fácil y más consistente que con otro software. Un vistazo rápido de estas especificaciones son:

- Nuevas herramientas de georeferenciación interactivas aparecen cuando uno extrae el formato CAD junto a un nuevo sistema de coordenadas.
- Expansión de las propiedades CAD son ahora soportadas Adicionándole al archivo CAD elevación, rotación, simbología propia del CAD, atributos y muchas otras incrementando significativamente el número de capas de atributos de 18 a 54 en total por cada entidad.
- Mejoras en cuanto a la anotación o etiquetado, simbología exportación e importación.
- Lectura de bloques CAD atributos y anotaciones de features
- Mejoras en la renderización CAD.
- Estandarización de las interfaces

Se Introdujo recientemente ArcGIS para AutoCAD, de uso libre que permite que se tenga acceso fácil dinámico al servidor de ArcGIS 9.2 imágenes de servicio de mapas, para visualizar y preguntar por datos GIS en AutoCAD 2007.

ArcGIS para AutoCAD junto con el ArcGIS SERVER proporciona acceso directo a todos los formatos de datos GIS almacenados en la base de datos con formato CAD sin la conversión o la traducción. El tipo de datos que son utilizados, donde se almacenan los datos, o cómo se exhibe el contenido del mapa, ya no es una preocupación. Se puede trabajar directamente con ArcGIS SERVER de ESRI para agregar contexto completo de los GIS a la sesión de AutoCAD.

Los usuarios de AutoCAD ven lo que ve el profesional GIS, las representaciones cartográficas de alta calidad acabadas de las estructuras de datos complejas de las base de datos GIS, almacenadas en una variedad amplia de formatos diversos, de trama, de rejilla, de imagen y de vector; además, el análisis espacial sofisticado según lo representado por el mapa terminado, se sirve con ArcGIS SERVER de ArcGIS.

- **Servidor de aplicaciones GIS**

ArcGIS SERVER es una plataforma completa capaz de crear aplicaciones y servicios GIS profesionales que, gracias a su tecnología de servidor, son capaces de gestionar, visualizar y analizar información geográfica de manera centralizada.

ArcGIS Server ofrece las siguientes ventajas:

- Herramientas que permiten llevar una **administración centralizada** y crear aplicaciones Web y servicios desde los que acceder a toda la funcionalidad GIS disponible.

- **Integración con Otros Sistemas Corporativos** como CRM, ERPs, etc. ArcGIS Server proporciona las herramientas necesarias para diseñar una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA).
- **Soporte de estándares** tanto del sector de los GIS (OGC) como del resto de Tecnologías de la Información (W3C).
- Capacidad para crear **aplicaciones personalizadas en .NET o Java**.

ArcGIS Server complementa a ArcGIS Desktop: con este cliente los analistas GIS pueden crear mapas, globos y tareas de geoprocésamiento y luego publicarlos con ArcGIS Server. De esta manera es posible ofrecer funcionalidad GIS mediante servicios.

4.2.1 Mega tendencias

Realmente no faltaba mucho para ESRI anuncie en la última conferencia de GIS del 2007 algunas cosas que se oían venir en camino como ArcGIS 9.3 y ArcGIS 10. El service pack 2 SP2 de la actual versión 9.2 ya salió hace algunas semanas y el service pack 3 SP3 saldrá en el verano (octubre – noviembre en USA). La versión beta aun de ArcGIS (9.3) será el último prototipo disponible en el 2007. Es también llamado 9.3, 9.2.1 e introduce nuevas interacciones con otras aplicaciones que harán el trabajo más agradable de los editores cartográficos

Veremos algunas nuevas características de este producto en versión beta o prototipo.

ArcGIS Desktop 9.3

- Calidad y performance mejoradas.

- Mayor y mejor documentación.
- Cartografía anexa y dedicada.
- Modelos estadísticos.
- Mejora en el estándar OGC (Open Gis Consortium) y KML (Keyhole Markup Language de Google) con pleno soporte a este formato.
- Integración con virtual Herat (Microsoft).
- Soporte para Windows vista.

ArcGIS Server 9.3

- Calidad y performance mejoradas
- Javascript API (NO será necesario trabajar con .NET o java)
- Seguridad basada en roles
- ArcGIS Image Server será integrado como un Nuevo servicio a ARCGIS SERVER
- Integración con ArcWEB
- Soporte para PostgreSQL

La versión 10 del futuro (por lo menos en el 2008) incluirá:

- Múltiples layouts
- Interfase moderna (La misma que usa Microsoft Office 2007 en sus barras de herramientas)
- Soporte para alta performance con las tarjetas graficas

Ahora estas mejoras anunciadas están ya lista pero en la versión beta así que probablemente no estén presentes o no serán las únicas

Apoyando el lanzamiento beta de ArcGIS 9.3 esta que habrá un nuevo servicio de mapas 3D y 2D como servicios de imagen y almacenados en un servidor de imágenes

Actualmente esta semana se publico la capa en 3D de todo Estados Unidos a una alta resolución.

Desde la versión del producto beta 9.3 se avisa que podrá usar como SGBD a PostgreSQL, algo que venia rumoreando ya hace buen tiempo y que preocupa a la gente de REFRATIONS los autores de PostGIS

El anuncio informa el soporte del tipo de geometría nativo de *PostGIS* a partir de **ArcGIS 9.3**. Esto significa que los productos **ESRI** podrán leer y escribir de forma nativa geometrías creadas con otras herramientas compatibles con *PostGIS*.

Sin embargo, anuncia también que ESRI **creará su propio tipo de geometría** para la base de datos, en detrimento de los años de experiencia de REFRATIONS y los aportes de nosotros, la comunidad de usuarios. Algunos ven en esta nueva jugada de ESRI, una forma de Adoptar, extender y extinguir los estándares *de facto* de la industria GIS, en este caso los objetos espaciales de PostGIS;

4.3 Metodología

Vamos a hacer una comparación entre los diferentes modelos de base de datos espaciales y los tipos de datos que manejan así como los tipos de datos que soportan.

El modelo que se propone tiene como fase de desarrollo inicialmente es el de GEODATABASE asique veremos a continuacion las fases que incluyen su desarrollo

Comenzaremos definiendo a una base de datos como un conjunto exhaustivo de datos estructurados no redundantes organizados independientemente de su utilización en maquinas accesibles en tiempo real Y compatibles con usuarios concurrentes

4.3.1 Bases tradicionales

- Bases de datos jerárquicos: Los datos se organizan en conjuntos de datos relacionados formando una estructura de datos jerárquicos
- Bases de datos reticulares: Son iguales al modelo jerárquico pero formando una estructura de red de conjuntos de datos
- Bases de datos relacionales: Se basan en el modelo entidad relación En este modelo la información esta almacenada en tablas y en éstas esta tanto las entidades como las relaciones

4.3.2 Bases orientadas a objetos

Organiza los datos a través de un esquema representado por un conjunto de clases que definen las características y el comportamiento de los objetos que poblaran la base de datos

Esta clase será definida de tal forma que puedan contener tanto los datos como las posibles operaciones que pueden ser realizadas sobre estos datos

- Base de datos espacial: Una base de datos espacial es una base de datos orientada a objetos que permite el almacenamiento físico de datos existentes en un espacio (datos espaciales), junto a la información temática de dichos datos. Residen en sistemas comerciales de base de datos como ORACLE, IBM, DB2, INFORMIX, ACCESS, POSTGRSQL, MYSQL, entre otras

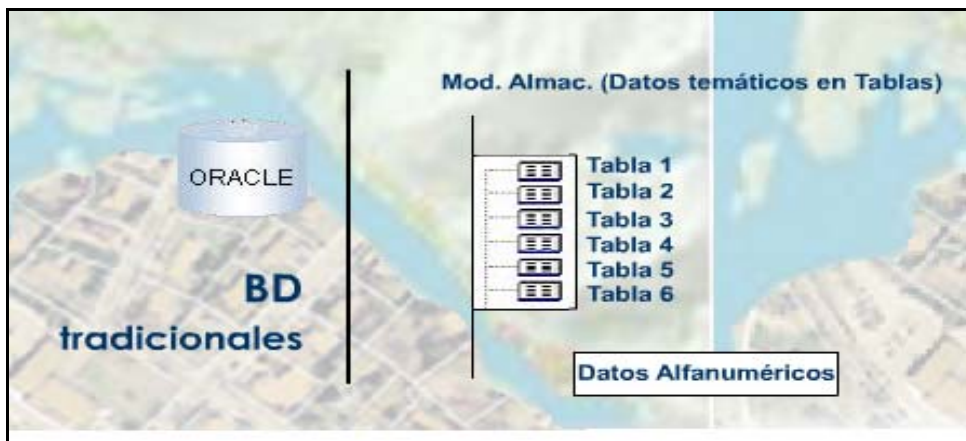


Figura 4.3: Base de Datos Tradixcionales

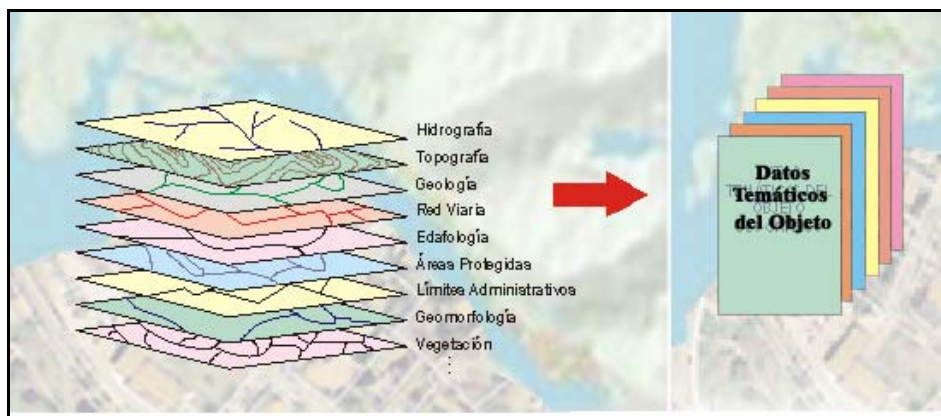


Figura 4.4: Base de Datos Espaciales

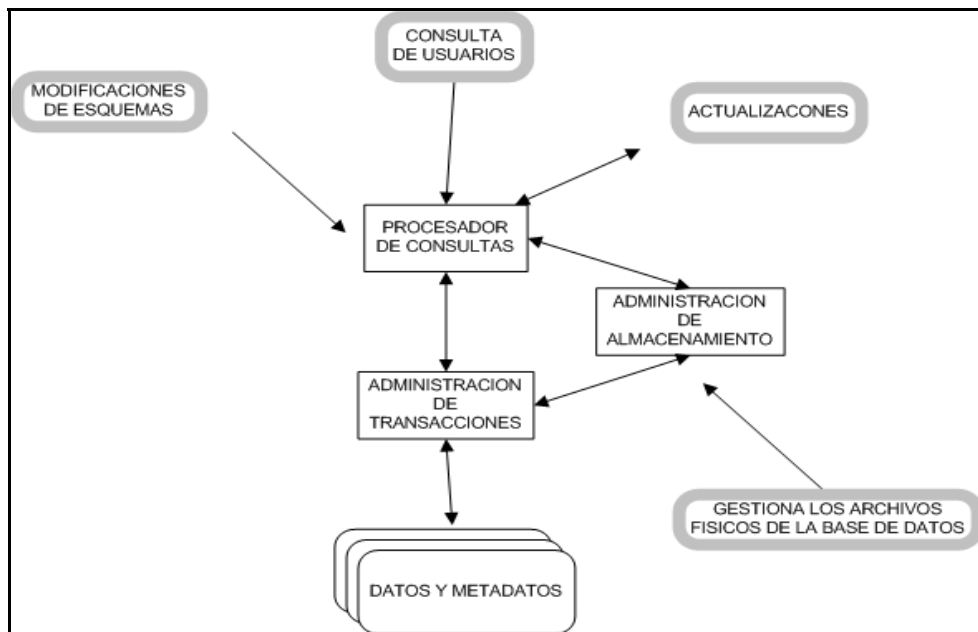


Figura 4.5: Acceso al Repositorio Espacial

4.3.3 Evolución De Los Modelos De Datos

- **MODELO CAD**

Representaciones para puntos líneas y áreas en archivos binarios

Atributos solo para etiquetas de anotaciones y capas de mapas

- **MODELO COBERTURA**

Almacenaba datos geográficos en archivos binarios

Indexados optimizándole acceso a los datos

Podían almacenarse relaciones topológicas en tres los elementos

Los datos espaciales se combinaban con los datos de atributos en las tablas relacionadas

Las tablas podían ser personalizadas, no solo podrían añadirse campos que se relacionen con los elementos sino que estas relaciones podían ser fijadas a tablas en base de datos Las limitaciones puede ser:

- No se incluían comportamientos o era genérico

Línea de calle = línea de río

- **MODELO GEODATABASE**

Nuevo modelo orientado a objetos

Es posible simular la evolución futura de los objetos a partir de una serie de parámetros establecidos en el comportamiento de los objetos

La garantía de poder crear elementos espaciales dotados de un comportamiento más natural constituye el principal objetivo de este nuevo modelo de datos

Trabajar con la GEODATABASE es como trabajar los tipos de datos fijos (coberturas tins grid shapefile) en un SGBD utilizando la tecnología de base de datos relacionales

Pero extiende este modelo de datos fijos con soporte para integración avanzada de datos como redes complejas topologías relaciones de cualquier orden entre elementos y otras

La colección de datos en la GEODATABASE son almacenados consultados y analizados como capas de manera similar a los modelos de datos cobertura y shapefile

Permite editar y añadir objetos geográficos garantizando una ubicación válida mediante reglas previamente establecidas, como que los valores asignados a un atributo se correspondan con los valores permitidos

Los datos que se pueden representar y almacenar en una GEODATABASE (GDB) pueden ser:

- Datos vector: Para representar elementos geográficos con formas bien definidas, los puntos líneas, anotaciones y áreas son del tipo vector.
- Datos raster: Para representar imágenes superficies y mallas o sea variables con una variación continua en el espacio.
- TIN: El modelo de redes triangulares irregulares es almacenado como un conjunto de nodos integrados con valores de elevaciones y bordes formando triángulos.

4.3.4 Estructura de una GEODATABASE

- Features class

Almacenan objetos espaciales el mismo tipo de igual geometría de igual extensión y de igual sistema de coordenadas

Almacenan elementos simples y sus atributos

Puntos líneas polígonos anotaciones dimensiones y multipatch pueden residir dentro y fuera de un feature dataset pero dentro de la GEODATABASE

- Object classes
Almacenan objetos no espaciales del mismo tipo (objetos que no pueden estar presentes en un mapa)

- Features Dataset
Colección de clases con igual referencia espacial
Condición indispensable para mantener topologías
Residen e una GEODATABASE sin importan q sea personal o corporativa

- Relationship classes
Entidad que permite definir cuales son la relaciones entre objetos no espaciales o entre objetos espaciales y no espaciales

- Topológicas
Definen relaciones espaciales entre objetos geográficos de igual o diferentes clases

- Funcionales
Relaciones presentes entre objetos no espaciales o entre objetos espaciales y no espaciales o entre algunos objetos espaciales donde la relación es ambigua

- Geometric Networks
Implementa un mecanismo que permite mantener un conjunto de features class conectados según coincidencias geométricas formando una asociación topológica

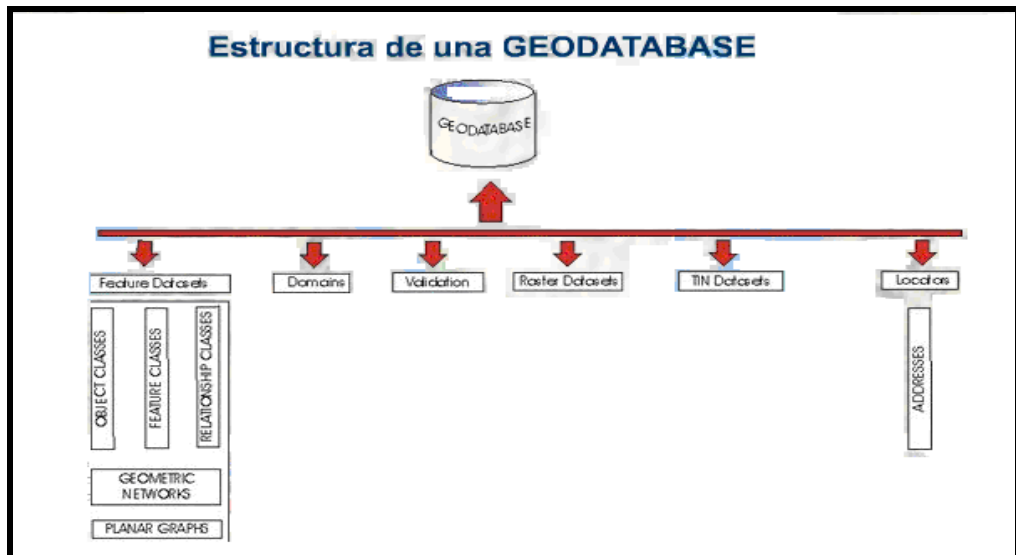


Figura 4.6: Diagrama de una Geodatabase

- Planar Grapas: Gráficos bidimensionales formados por líneas y áreas usados para modelar asociaciones de elementos que comparten bordes como las fronteras
- Dominios: Conjunto de valores validos de los campos o atributos de los objetos

EVOLUCION DE LOS MODELOS EN EL TIEMPO	SEGURIDAD	CONCURRENCIA	TOPOLOGIA	ATRIBUTOS
CAD	NINGUNA /ARCHIVOS O FICHEROS INDIVIDUALES	NO TIENE AL NO ESTAR EN UNA BASE DE DATOS	NO ALMACENA REGLAS DE COMPORTAMIENTO	EN FORMA DE ETIQUETAS O ANOTACIONES
COBERTURA	NINGUNA /ARCHIVOS O FICHEROS INDIVIDUALES	NO TIENE AL NO ESTAR EN UNA BASE DE DATOS	Si ALMACENA REGLAS DE COMPORTAMIENTO	SE PUEDE GUARDAR SUS ATRIBUTOS EN TIPOS PLANOS
GEODATABASE	SI TIENE	SI TIENE AL ESTAR INCLUIDO EN UNA BASE DE DATOS	SI POSEE GRACIAS A QUE ALMACENA TOPOLOGIA	COMPLETAMENTE LIGADO A SUS ATRIBUTOS ALFANUMERICOS

Tabla 4.2: Evolución de los modelos y sus características

4.3.5 Base de datos espacial Personal y corporativa.

La base de datos GEODATABASE es un modelo de datos introducido por ESRI a partir de su versión ARC INFO 8 que dota de un comportamiento más natural a las entidades que modelan el mundo real ofrece un modelo físico de datos más cercano de su modelo lógico. La base de datos personal o PGDB es implementada como una base de datos de Microsoft ACCESS. Arc GIS incluye el motor de base de datos Microsoft Jet que le permite crear actualizar base de datos ACCESS.

Base de datos pequeñas pueden ser implementadas por este tipo de GEODATABASE siempre y cuando ocupen menos de 2 GB de espacio, en cambio las bases de datos corporativas pueden ser empleadas en grandes empresas con altos volúmenes de información. La personal GEODATABASE se puede leer en modo multiusuario pero solo puede ser editada por un usuario en un instante dado, las GDB corporativas en cambio pueden ser editadas y consultadas en modo multiusuario. Las GDB corporativas puede ser centralmente almacenadas y administradas ya que son implementadas sobre servidores comerciales de base de datos (ORACLE, SQLSERVER, INFORMIX, etc.) que a su vez posibilitan servir datos geográficos sobre Linux y Windows o Unix.

GEODATABASE	Multiusuario	MOTOR RELACIONAL	Capacidad
PERSONAL	Consulta	ACCESS	2GB
CORPORATIVA	Consulta/Edición	ORACLE , SQL DB2, POSTGRESQL	Ilimitada

Tabla 4.3: Comparación entre los tipos de Bases de datos Espacial y sus características

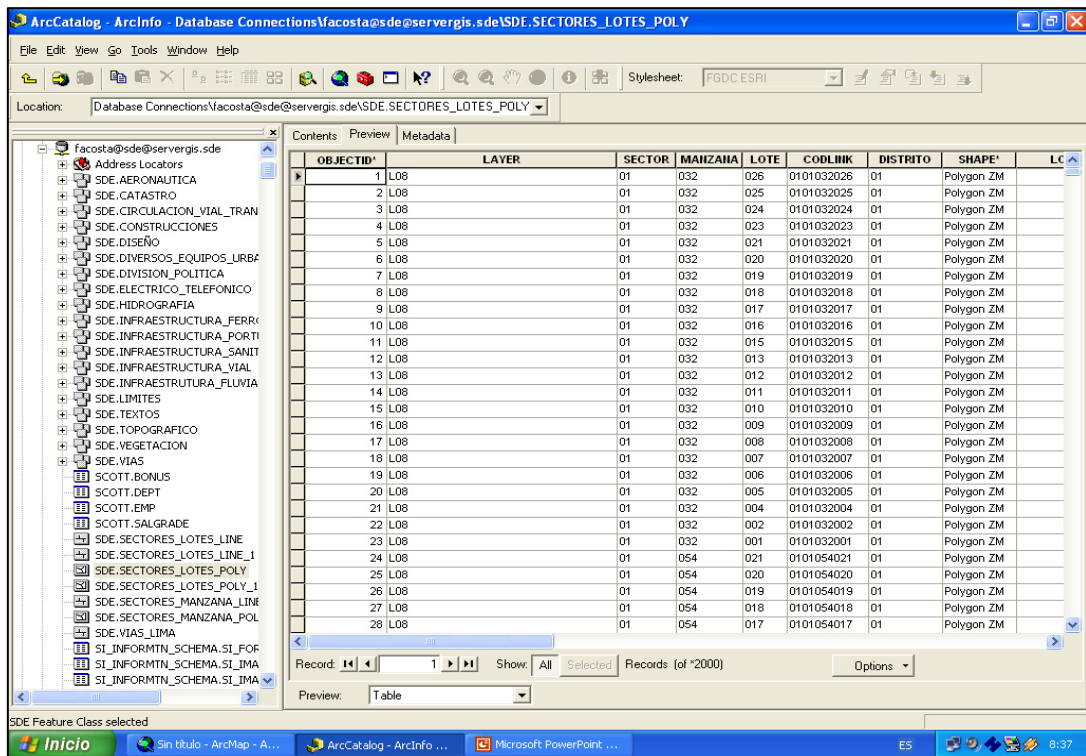


Figura 4.7: Estructura De una GEODATABASE (VISTA TABLA) FUENTE ICL -2007

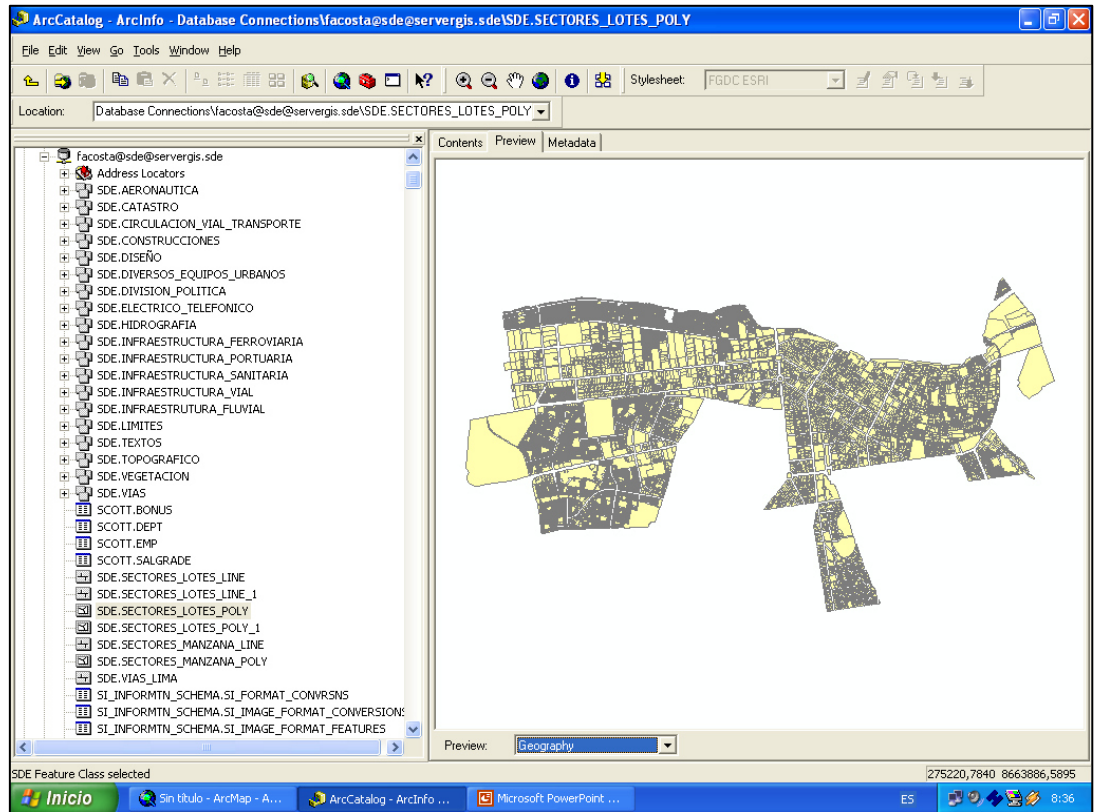


Figura 4.8: Estructura De una GEODATABASE (VISTA GEOGRAFICA) FUENTE ICL -2007

4.3.6 Diseño de una Base de Datos Geoespacial

En cuanto al proceso de diseñar una base de datos se define idealmente como un ciclo de retroalimentación y determinación de necesidades que consiste básicamente en establecer las funciones que serán soportadas por él. Para obtener la información necesaria para completar esta tarea se entrevistará usuarios potenciales ,revisar operaciones ,conducir inventarios de datos,hardware ,software y personal como seminarios educativos

Pensar en requerimientos futuros ahorra tiempo y recursos

El esquema de una base de datos GIS es su estructura general esta parte del diseño físico traduce el diseño conceptual o lógico en un esquema detallado. Además de los componentes de datos, el esquema deberá también tomar en cuenta los dispositivos de almacenamiento físico, aspecto de seguridad y necesidades de usuario.

Una vez diseñado un esquema de base de datos. Debería ser difícil de alterar pero posible si es verdaderamente necesario

4.3.6.1 Necesidad de un diseño

Implementación efectiva de un GIS se consigue a través de un buen diseño de la base de datos.

Para lograr un buen diseño de la base de datos es necesario hacerse las preguntas correctas:

- ¿Cómo se puede implementar la tecnología GIS para lograr las funciones existentes, o cambiar la forma en que se logra un objetivo?
- ¿Qué datos beneficiarán más a la organización?
- ¿Qué datos pueden almacenarse?
- ¿Quién es o debería ser, responsable de mantener la base de datos?

La respuesta a estas preguntas dependen de cómo se entienda la tecnología GIS, y del conocimiento de la organización.

El diseño para la implementación de un GIS es igual que cualquier otro diseño:

- Comienzo en conocer las metas

- Progresivamente aumentando el nivel de detalle a medida que se obtiene más información, y se acerca la implementación.

Es necesario dedicar el tiempo justo al diseño, ya que de no hacerlo el impacto sobre toda la aplicación actual y futuras puede ser muy negativo.

La base de datos y las aplicaciones asociadas no pueden ser tratadas en forma independiente.

4.3.6.2 Objetivos de un diseño

Diseño es el proceso en donde se definen las metas, se identifican, analizan y evalúan las alternativas de diseño, y se determina un plan de implementación.

El diseño provee una foto de dónde estamos, dónde vamos, y cómo ir de un lugar a otro.

Un diseño de base de datos provee una arquitectura para la base de datos, provee una vista que abarca toda la base de datos permitiendo una evaluación global de la misma desde varios aspectos.

Un buen diseño resulta en una base de datos bien construida, eficientemente funcional y operacional que:

- Satisface objetivos y soporta los requerimientos.
- Contiene los datos necesarios pero no en forma redundante.
- Organiza los datos para su acceso múltiple
- Permite varias vistas de los datos

- Distingue aplicaciones que mantienen los datos de aquellas que solo los usan
- Representa, codifica y organiza apropiadamente elementos geográficos

4.3.6.3 Beneficios del diseño:

- Aumento de la flexibilidad del acceso y análisis de los datos.
- Facilita la implementación de aplicaciones
- Disminución del costo de captura, almacenamiento y uso de los datos
- Facilita y mantiene datos para soportar diferentes usuarios
- Facilita los cambios futuros
- Minimiza la redundancia en los datos.

4.3.6.4 Consejos para el diseño

- Involucrar a los usuarios: ellos adquieren la sensación de ser dueños, ustedes ganan conocimiento.
- Hacer diagramas de a poco, por pasos. Es un proceso interactivo e iterativo. Se progresa apropiadamente en función de las necesidades.
- Crear un equipo de gente, expertos que ataquen cada etapa.
- Dividir grandes proyectos en unidades de trabajo.
- Mantener bien presentes en todo momento los objetivos y metas de la organización, basado en los requerimientos reales

- No agregar detalles prematuramente, hacerlo en la etapa o momento adecuado. Ej: no tratar de definir todas las reglas de validación antes de que la GEODATABASE se construya.
- Documentar todo, mantener los borradores, hacer diagramas, etc.
- Flexibilidad, el diseño deberá ser cambiado a lo largo de las etapas hasta llegar a un diseño que se ajuste más a la realidad, que sea aceptado por la gente y apropiado para la tecnología.
- Crear un plan para la implementación del modelo, basado en las prioridades de la organización.

4.3.6.5 Etapas del diseño

- Modelado de la vista del usuario (requerimientos, funciones,etc)
- Definir objetos y sus relaciones (UML)
- Identificar representaciones de entidades
- Ajustarlo al modelo de GEODATABASE (UML con objetos propios del software de base)
- Organizarlo en “*datasets*” geográficos

Los primeros tres se refieren al modelo conceptual, clasificando los elementos basado en los datos requeridos, decidiendo su representación espacial.

Los dos últimos desarrollan el modelo lógico, ajustándolo al modelo de GEODATABASE implementable por el software de base a utilizar.

- Modelado de la vista del usuario (requerimientos, funciones,etc)
- Definir objetos y sus relaciones (UML)
- Identificar representaciones de entidades

- Ajustarlo al modelo de GEODATABASE (UML con objetos propios del software de base)
- Organizarlo en “*datasets*” geográficos

4.3.6.6 Modelado de la vista del usuario

Objetivo – asegurar el entendimiento entre los usuarios y los desarrolladores

- Identificar las funciones o requerimientos de los usuarios, metas y objetivos de los mismos desde un punto de vista corporativo.
- Identificar los datos requeridos por dichos requerimientos
- Organizar los datos en unidades lógicas de elementos
- Definir un plan de implementación inicial
- Identificar funciones asociadas a la organización de la corporación.

4.3.6.7 Identificación de funciones

Trabajar con funciones de negocio y no con unidades (secciones, departamentos, divisiones) de la corporación son más estables en la corporación, una unidad cumple con ciertas funciones que en el futuro la cumple otra unidad.

Para cada función determinar una descripción general de actividades asociadas a dicha función.

Actividades pueden incluir el manejo de aprobaciones de ciertas actividades en el terreno (padrones), control del uso del suelo, acuerdos de desarrollo para la construcción de infraestructuras.

Se identifican proveedores y consumidores de la información geográfica

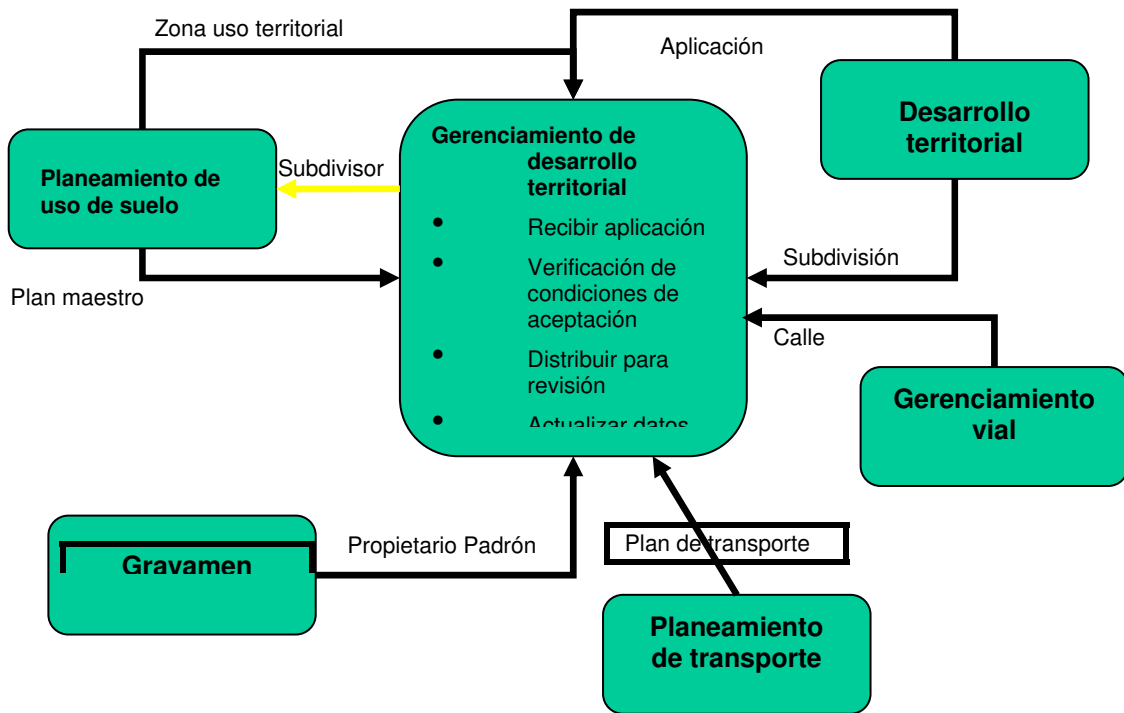


Figura 4.9: Identificación de Funciones Corporativas

4.3.6.8 Diseño conceptual y lógico

Determina los contenidos de la base de datos y como organizar lógicamente los datos. El diseño conceptual - lógico para esta tesina esta basado en el concepto de de una base de datos compartida usando modelos de datos, con una denominación especial de repositorio Geo espacial, comúnmente llamado GEODATABASE (ESRI) .Algunos punto a considerar deben ser :

- Identificar entidades geográficas y sus atributos.

- Agrupar entidades en clases de elementos.
- Organizar entidades geográficas en capas temáticas.

Una vez que se haya determinado que datos almacenar en su base de datos su próxima tarea es seleccionar las clases de elementos y organizarlas en capas el diseño conceptual es un concepto de alto nivel de cómo la base de datos trabajara. El es un dibujo detallado que complementa el diseño conceptual en concordancia con un modelo de datos específico. Este procedimiento incluye determinar los contenidos de la base de datos (espacial, atributos y comportamientos) seleccionando los conjuntos de datos geográficos apropiados, y organizando el contenido en una serie de temas.

4.3.6.9 Diseño físico

Estructura los datos físicamente para conformar estructuras e datos. Un esquema detallado de base de datos es también implementado en esta fase, junto con planes para documentación y convenciones de nombres. Algunos punto a considerar en esta etapa deberan contemplar :

- Descripción detallada de los pasos conceptuales y físicos
- Identificar fuentes de datos
- Clarificar el esquema de la base de datos
- Estructura tabular.

- Relaciones.
- Esquema de codificación.
- Dominios y subtipos.
- Determinar procedimientos de documentación
- Convención para asignar nombres.
- Actualizar de meta datos.
- Diccionario de datos

La identificación de entidades y relaciones se puede lograr mediante el análisis de frases de tal forma que un SUSTANTIVO comúnmente identifica una ENTIDAD, un VERBO define una RELACION entre entidades.

Una válvula controla el flujo de gas – entidad (válvulas)

Un dispositivo de gas se conecta a uno o más líneas – Relación entre entidades.

Un sistema de gas se compone de dispositivos y tubos – Agregación de entidades para determinar una nueva entidad más compleja.

Un línea de distribución es un tipo de tubo – Subclasificación

Verbos enmascarados como sustantivos dificultan la determinación de relaciones – ej: conexión, descripción, identificación, agregación)

Para documentar adecuadamente las entidades y sus relaciones se utiliza diagramas basados en UML

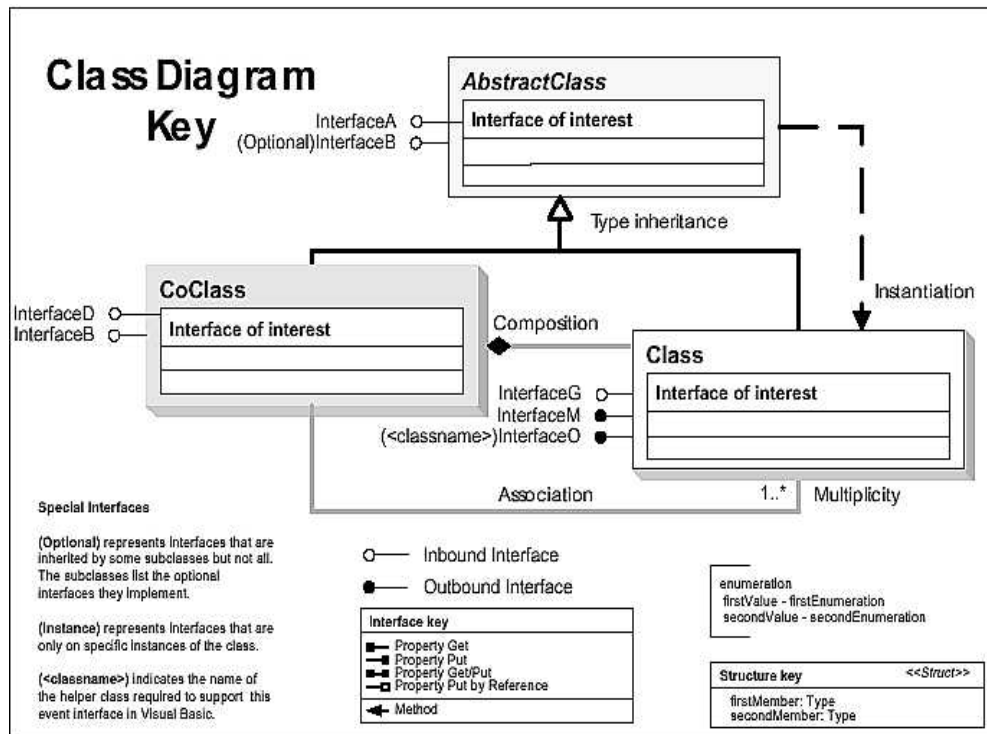


Figura 4.10: Modelado de Clases y Relaciones en ARC INFO / ARC GIS 8.

Atributos- Los elementos geográficos mantienen atributos como campos en ablas basados en un modelo relacional.

- Referencia espacial

Cuando se crea un nuevo conjunto de datos o clase de elementos, se debe especificar su referencia espacial. La referencia espacial para una clase de elementos incluye su sistema de coordenadas (por ejemplo geográfica, o proyectada como UTM o State Plane) y su dominio espacial o de coordenadas. El sistema de coordenadas esta compuesto de una proyección, un datum, un elipsoide y unidades .otros elementos como el meridiano principal, un desplazamiento de coordenadas y una zona puede ser también definidos. La referencia espacial también incluye el dominio

espacial de la clase o conjunto de datos. La extensión puede ser configurada para las coordenadas x, y, así como para z usualmente un valor de elevación y m, una medida a lo largo de la línea.

La misma referencia espacial es compartida por todas las clases de elementos en conjunto de datos. cualquier clase de elementos independiente puede tener su propia referencia espacial asociada con ella. Cuando se importa datos a un conjunto de datos que tiene un sistema de coordenadas diferente, los datos son automáticamente proyectados para igualar la referencia espacial del conjunto de datos.

La geometría de los elementos es almacenada basada en valores X,Y en el Sistema Cartesiano de coordenadas.

La superficie de la tierra es algo parecido a una esfera.

La *referencia espacial* especifica como las coordenadas x,y de un conjunto de elementos es proyectada sobre la superficie del planeta

- **Dominio de las coordenadas**

El dominio espacial es mejor descrito como el rango permitido desordenadas para x, y. la precisión describe el numero de unidades del sistema por unidad de medida. Una referencia espacial con una precisión de 1 almacenará valores enteros mientras que una precisión de 1000 almacenará tres decimales. Una vez que la referencia espacial para un conjunto de datos de elementos o una clase de elementos independiente ha sido

definida solo el sistema de coordenadas puede ser modificado, el dominio espacial queda fijo.

El dominio espacial para una clase de elementos o un conjunto de datos no puede ser cambiado.

Si los valores requeridos x, y, m o z de su base de datos cambian los datos tiene que ser cargados de nuevo en una clase de elementos con una referencia espacial que acomode el nuevo rango de valores.

Los datos que se cargan en una base de datos geo espacial debe almacenará sus coordenadas con una precisión específica. Para mejores resultados se debe asegurar que la precisión escogida soportara la precisión de los datos almacenados.

El modelo específico (GEODATABASE) almacena coordenadas como un entero de 4 bytes que tiene un valor máximo de 2, 147, 483,648. Con este rango se podrá decidir que unidades representar .por ejemplo ahora almacenar una precisión en metros entonces se tiene 2,1 billones de metros para trabajar. Si se decide almacenar centímetros tendremos 2,1 billones de centímetros para trabajar .esta unidades llamadas d almacenamiento.

Las unidades de mapa son las unidades de medida de los datos ingresados en mi base de datos Geo espacial y no tiene nada que ver con la precisión. Son unidades que representan mediciones. Por ejemplo el metro es el estándar para datos UTM mientras que

el pie es el estándar para el sistema de coordenadas State Plane.

Registro territorial	
Tipo de datos	Fuente de datos
Parcela	Subdivisiones
Descripción de la parcela	Títulos territoriales
Fotografías de parcelas	Archivo de históricos
Propietario	Gravamen territorial
Servicios	Ingeniería

Tabla 4.4: Interaccion Fuentes / Tipos De Datos

Relaciones - Todos los elementos geográficos (EG) mantienen relación con algún otro objeto ya sea espacial (o geográfico) o no.

- La relación entre las casas y los dueños puede ser tal que sea como máximo dos dueños por casa.
- Un río debe cortar a una ruta siempre en un puente

Existen tres tipos de relaciones :

- Topologicas ¿qué está conectado o adyacente?. Planares o de red.
- Espaciales → Un EG toca, coincide con, se superpone a, está dentro de, está fuera de otro EG.

- Generales → Es una asociación entre dos objetos que pueden ser espaciales (EG) o no (objetos descriptivos). Pueden ser 1-n, n-1, n-n.

Aseguran la integridad entre los objetos en el momento de su creación, modificación o destrucción.

Las relaciones se organizan o forman una clase.

Las relaciones pueden tener características propias como :

- **Sentido**

Una clase de relaciones tiene un sentido, se denota en inglés como PATH LABELS, y puede ser hacia delante o hacia atrás. Ej.: “contiene” y “contenido por”

- **Cardinalidad**

Restringe el número de relaciones que puede existir entre dos objetos.

Una clase de relaciones puede ser simple o compuesta.

SIMPLE – objetos relacionados existen independientemente.

COMPUESTA – relación 1-n entre objetos compuestos como origen y objetos partes como destino. Cuando el objeto origen se destruye también lo hace los objetos partes asociados. Los objetos partes pueden crearse en forma independiente de los compuestos

- **Notificación**

Son mensajes generados al ocurrir un evento (como ser borrar o editar algo). Es un mecanismo que determina la vida de un objeto parte basado en una relación compuesta.

Una clase de relaciones puede usarse para propagar notificaciones entre los objetos relacionados. La dirección de la notificación puede ser:

- No se propaga
- Se propaga hacia el objeto destino solamente cuando cambió el objeto origen
- Se propaga hacia el objeto origen solamente cuando cambió el objeto destino
- Se propaga cuando se produce un cambio en el objeto destino o en el objeto origen

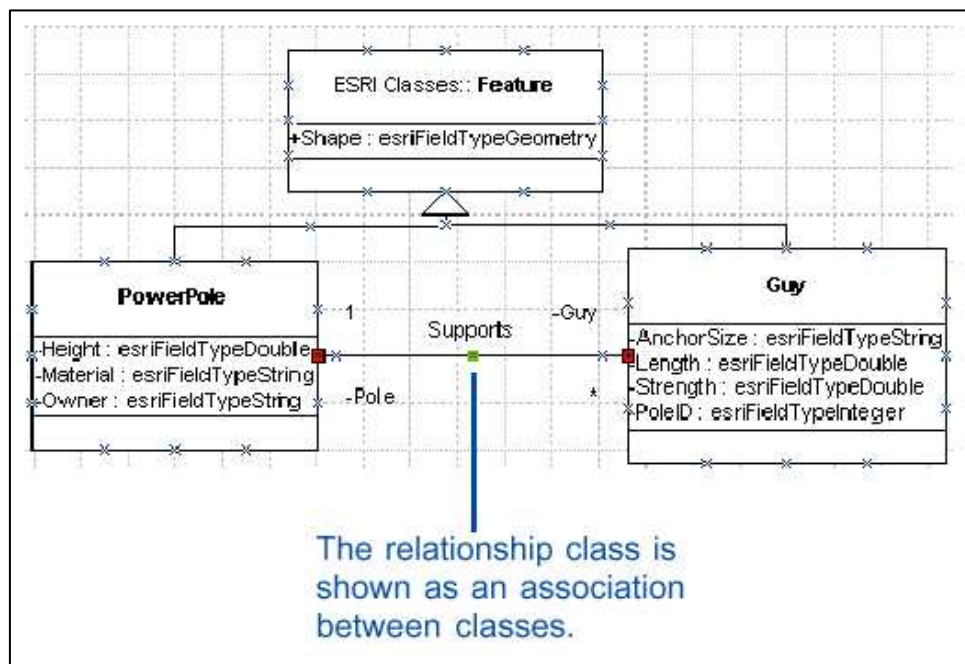


Figura 4.11: Relaciones En ARC INFO / ARCGIS 8.X

- **Clases de Relaciones de Atributos**

Relaciones 1-1 o 1-n no se representan por tablas a menos que se requiera agregar atributos a la relación.

Las relaciones n-n necesariamente se representan por tablas para determinar cada registro por una clave, sin ambigüedades.

Una vez creada la tabla se le pueden asociar todo tipo de atributos.

Una anotación es un elemento que provee una descripción textual de un lugar o elemento. Es texto asociado.

Una clase de anotación es una clase que contiene anotaciones.

- **Asociaciones**

1-1, 1-N, N-1, N-M, 0..N, * (multiplicidad)

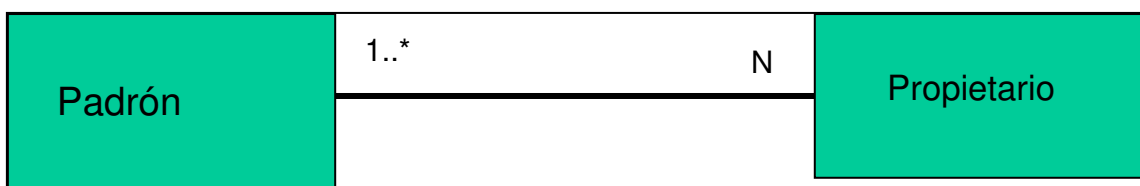


Figura 4.12: Ejemplo De Asociaciones

- **Herencia o Generalización**

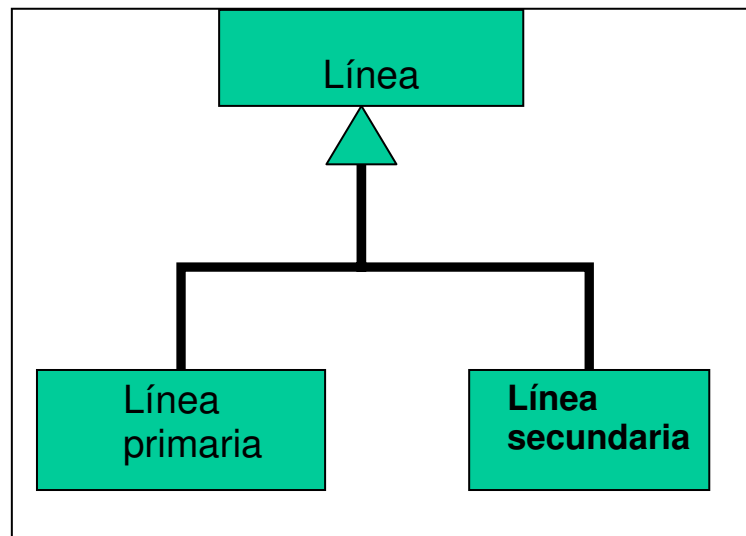


Figura 4.13: Ejemplo De Generalizacion

- **Instanciacion**

La clase propietario tiene un método que permite crear un objeto de la clase padrón, de otra forma un objeto de la clase padrón no podría ser creado.

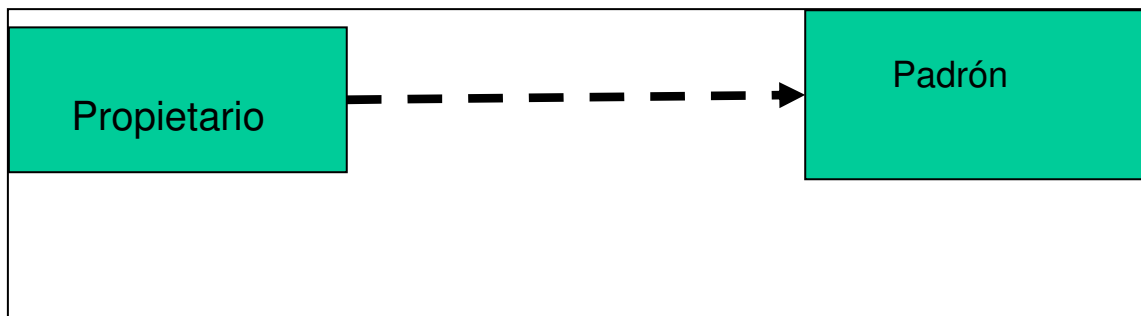


Figura 4.14: Ejemplo De Instanciacion

- **Agregación**

Es una asociación asimétrica, un objeto de una clase se considera como el "todo" y objetos de la otra clase como "partes".

Un parque puede estar formado por N padrones, pero si el parque se vende o deja de existir, los padrones siguen existiendo.

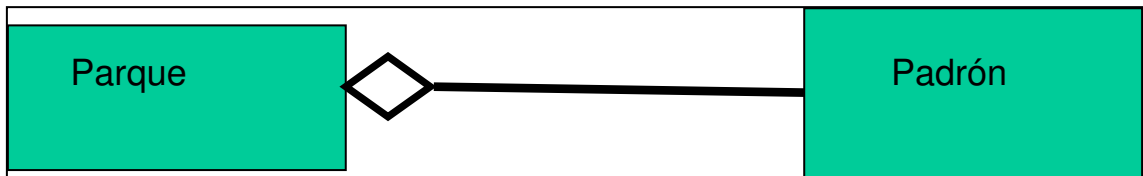


Figura 4.14: Ejemplo De Agregación

- **Composición (Composition)**

Es una asociación más fuerte que la agregación, donde un objeto de la clase considerada como “todo” controla la vida de los objetos de la otra clase considerada como “parte”.

Generalmente son relaciones 1-N, pero con reglas de relación pueden ser 1-1

Un curso de agua contiene varias playas, si el curso se seca y desaparece entonces desaparecen sus playas.

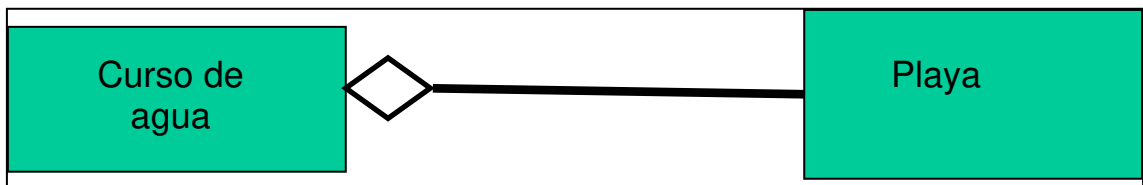


Figura 4.15: Ejemplo De Composición

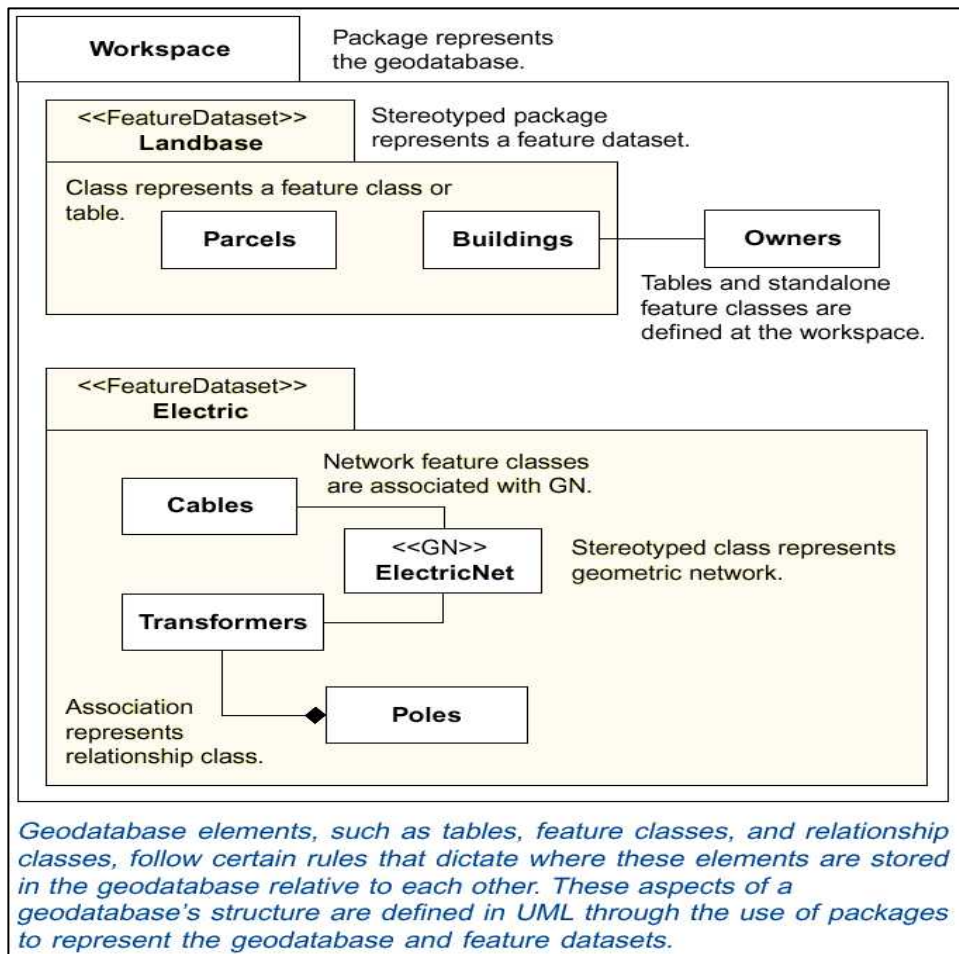


Figura 4.16: Elementos de Una Geodatabase ,y relaciones entre sus elementos

- Metadatos

Es una referencia que sirve como un plano para la construcción de la base de datos y como una guía para usuarios subsecuentes. Almacenar esta documentación y mantenerla actualizada ha sido una de las tareas mas frustrantes y menos realizadas en el desarrollo de la base de datos GIS.

Los meta datos son almacenados en extensible markup languages (XML), un formato de datos ajustado a internet. Esto significa que sus metadatos pueden ser vistos desde una aplicación específica de escritorio o vía internet.

La documentación de los metadatos es agregada por el usuario. Usualmente describe la calidad o contenido de los datos, como pueden ser descripciones de campos, definiciones de código e información de contacto.

Las propiedades de los metadatos es almacenada para cada clase de elementos, puede ser proyección, número de elementos, etc.

4.3.7 Proyecto piloto

Para la prueba la funcionalidad, rendimiento y flexibilidad del diseño de la base de datos, al menos un estudio piloto debería realizarse antes de realizar una completa implementación de la base de datos.

4.3.8 Implantación final

El diseño de una base de datos no es un proceso lineal. Hay ciclos de retroalimentación, especialmente entre el estudio piloto, los diseños conceptuales y lógico y el diseño físico.

Además, el GIS continuará evolucionando y se necesitará tener estrategias y mecanismos disponibles para administrar ese cambio.

Tal vez no hay paso en el diseño de la base de datos tan crítico y potencialmente como la recolección o determinación de necesidades. Hay una buena razón para comprometer toda la atención y recursos en este paso. La posibilidad de que el GIS opere aceptablemente esta directamente relacionada a que tan bien las funciones necesarias a realizar fueron entendidas.

Para reunir la información correcta se debe hacer las preguntas correctas a la gente correcta . Esto significa conducir detalladas entrevistas con usuarios finales, administradores de datos, personal de supervisión y cualquiera que puede ser impactado por el nuevo sistema. A partir de estas entrevistas se deberá determinar

- ¿ Qué tareas son realizadas usando datos espaciales ?
- ¿ Qué tareas son realizadas que no usan actualmente datos espaciales pero que tiene un componente espacial ?
- ¿ Qué tareas no se realizan actualmente pero son deseadas?
- ¿ Quiénes estarán usando el sistema y que roles tendrán ?
- ¿ Que tipos de productos el sistema necesitara producir (mapas, reportes, etc.) ?
- ¿Qué aplicaciones necesitaran ser desarrolladas ?
- ¿Qué datos necesarios para llenar las tareas establecidas ?
- ¿Qué medidas de seguridad son necesarias ?.

Importar diseño UML usar el esquema de UML y generar la GDB partiendo del esquema UML usando las herramientas CASE.

4.3.9 Formatos de almacenamientos de datos

- Mapas de papel

Si los datos actuales existen en un papel se tienen dos opciones:

Digitalizar los elementos del mapa con una mesa digitalizadora, lo cual puede resultar en un archivo con formato específico (shp, cobertura).

Escanear el mapa completa para crear una imagen raster, el cual puede usar una extensión de algún programa en particular (Arc Scan) para limpiarlo de celdas no deseadas (dimensiones, etiquetas, polvo, etc.) y sectorizar el contenido en un archivo con algún formato especial (shp, cobertura, o una clase de elemento) en un repositorio de datos geo espacial. (GEODATABASE).

- Escaneo

El escaneo requiere de un hardware especial que crea una imagen raster del mapa. El producto resultante puede ser convertido directamente a un grid o después de un proceso, cobertura sectorizada.

- **Mesa de digitalización**

Usualmente los datos son capturados con un dispositivo especial de trazado. La mesa de digitalización produce una cobertura vectorial, archivo shape, o clase de elemento de un repositorio de datos espaciales (GEODATABASE) .alternativamente los elementos pueden ser trasladado en el espacio de coordenadas después del trazado. Ambos métodos producirán el mismo resultado.

- **Digitalización en pantalla**

La digitalización en pantalla es una combinación de escaneo y digitalización manual. Un mapa es escaneado y la imagen resultante es trazada en la pantalla con un mouse.

La imagen puede estar georeferenciada, produciendo un conjunto de datos georeferenciado cuando se traza, o el resultado puede ser trasladado a coordenadas del mundo real después del trazado.

- **Transferencia desde GPS**

Usando el software de GPS (ArcPAD) se puede coleccionar ubicaciones en el campo y almacenarlas directamente en en formatos propios de cualquier editor GIS (shp, dwg; info, etc)

Los pares de coordenadas recolectados pueden ser añadidos a una tabla (manualmente o a través de un proceso automático) y luego cargados como una capa de eventos en una herramienta propia de edición. Los archivos de texto que almacenan coordenadas pueden ser usados para generar geometría.

- Importar o exportar datos digitales

Hay algunas herramientas en programas de edición grafica como: ArcGIS (shp), Autodesk (dwg), Mapinfo (tab.), etc. Que puede ser utilizada ya sea para importar o exportar diferentes tipos de datos. Se puede crear clases de elementos o chapas a partir de tablas de direcciones tablas de eventos de ruta y tablas de coordenadas. Hay herramientas para importar datos existentes hacia una base de datos espacial tanto programas de edición como ArcGIS (ESRI) dentro del cual esta la aplicaciones que requieren que cada archivo en su formato nativo (shape, CAD, Info., etc.) sea cargado en una nueva clase de elemento propio de la base de datos (feature) y puedan ser cargados en forma de tabla por el SGBD

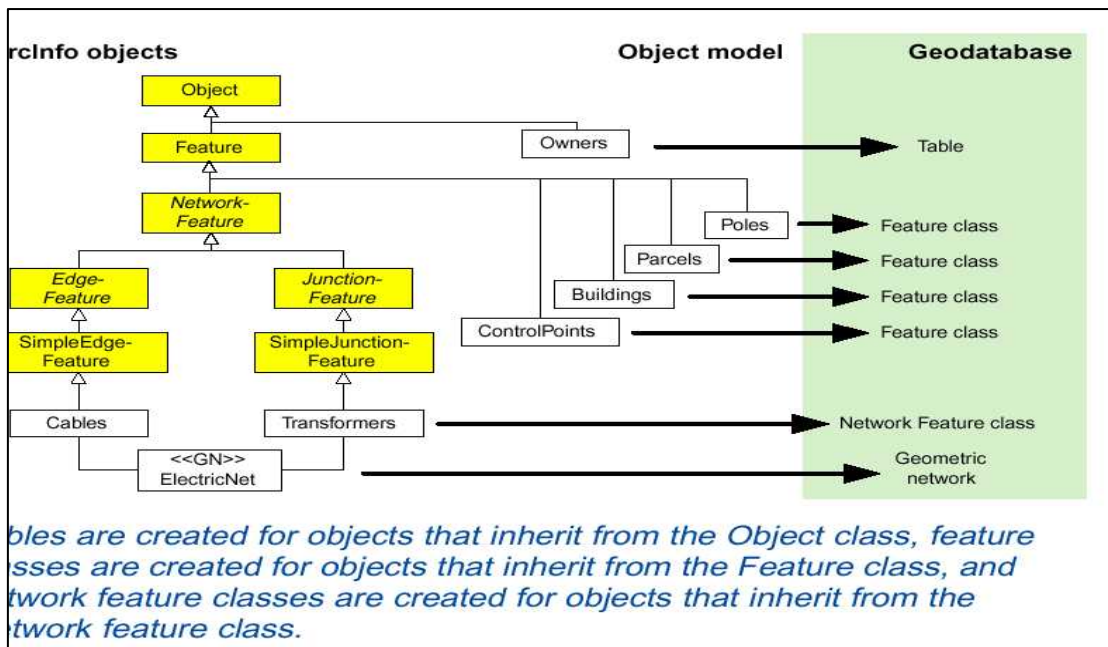


Figura 4.17: Elementos de Una Geodatabase ,y relaciones entre sus elementos

4.4 Analisis e interpretacion de Resultados

La ventaja de administrar y almacenar los datos geográficos en una base de datos espacial son

- Administración y seguridad de los datos espaciales, se realiza en la misma base de datos en forma integral con todo el sistema de información.
- Mantenimiento integrado con otros datos no espaciales, bases de datos o servidores complementarios que permitan establecer reglas de integridad evitando los errores y la duplicidad de los datos.
- Acceso de los datos desde aplicaciones no GIS incluso de funciones geográficas como calculo de áreas o perímetros o selecciones complejas por topología, traslapes, vecindades., etc.
- Mantenimiento desde múltiples estaciones de trabajo, administrándose la concurrencia y niveles de acceso de los diferentes usuarios.
- Manejo de grandes volúmenes de datos, información y de versiones.
- Acceso desde diferentes soluciones y productos tanto para aplicaciones locales como en forma remota (Internet).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Desde la incorporación de las habilidades espaciales a los sistemas gestores de bases de datos (SGDB), los beneficios proporcionados por la localización espacial de la información se han revelado rápidamente a las grandes empresas.

Los datos espaciales, la mayoría de las veces, no reciben los mismos cuidados otorgados a las “informaciones convencionales” y acaban acumulándose en las empresas en grandes “depósitos de datos”. Los resultados obtenidos a partir de los análisis hechos sobre los datos espaciales son insertados casi artesanalmente dentro de los sistemas de informaciones que realmente soportan los procesos de toma de decisión de estas empresas.

Se hace notar , que la simple transición de los archivos personales a repositorios de datos corporativos no atiende los prerequisites de este tipo de sistema.

Este escenario puede estar relacionado a diversos factores:

- El alto tenor de especificidad en la gestión de las informaciones espaciales.

- La complejidad dos sistemas de información geográficas, usados en la inserción, en el tratamiento y en el análisis de los datos espaciales, y en la escasez de los recursos de interoperabilidad, comunes en estos tipos de sistemas usados hasta entonces.

Los nuevos sistemas GIS no sólo son mucho más simples de operar, sino que ofrecen recursos para la interoperabilidad con respecto a los datos y a los sistemas. Este último, más reciente, será el gran responsable de proporcionar la inclusión definitiva de las bases de datos espaciales “en el mapa” de los sistemas corporativos.

Estos sistemas de última generación son capaces de ofrecer y de consumir servicios por la web, gracias a una arquitectura orientada para servicios denominada Service Oriented Architecture (SOA), utilizada en su construcción. Los sistemas concebidos en este tipo de arquitectura permiten el cambio de mensajes que comunican, cuando se solicitan, el estado más actual de los objetos mantenidos dentro de cada uno de ellos. Esta habilidad ha sido explotada como el estado del arte en la integración de sistemas, y ofrece la posibilidad de alcanzar una mejor utilización de la infraestructura de TI al permitir, por ejemplo, la centralización no sólo de los datos, sino además, de las aplicaciones.

Con los nuevos sistemas centralizados de GIS es posible llevar la información espacial a los más variados perfiles de usuarios y por medio de interfaces simplificadas, donde la geografía se presenta de manera más característica, como un mapa, o queda implícita de alguna forma.

La información espacial puede estar relacionada a diversas interfaces de un mismo negocio. Explotar todo su potencial, puede ser una cuestión de invertir

más tiempo y atención en la concepción de los modelos de datos espaciales, buscando identificar donde existe adherencia con los procesos corporativos. Los sistemas GIS dieron dos pasos muy importantes en la dirección de difundir la información espacial dentro de las empresas: el primero con los bancos de datos espaciales y ahora con las arquitecturas de sistemas orientados a servicios.

Desde la perspectiva tecnológica, las barreras se removieron. Las informaciones espaciales ya pueden residir en armonía y responder a los mismos preceptos de validez, veracidad, unicidad e integridad aplicados a las demás informaciones corporativas. De la misma forma, los sistemas de información geográfica ofrecen todos los recursos necesarios para una integración completa de la información espacial con virtualmente cualquier otro sistema corporativo que responda cuestiones críticas.

El uso de la información de la base de datos se puede realizar de muchas formas dependiendo de la plataforma y el uso:

- **Internet:** Aplicación Web desarrollada con servidores de mapa (ArcIMS, Mapinfo xtreme, GeoWebserver, GeoServer, etc.) que definen la página Web.
Acceso mediante servicios Web (WMS, WFS), cliente y servidor elaborando una aplicación mediante los servidores de mapa, que incluya las capas WMS y las capas locales en una sola aplicación en forma transparente al usuario final
- **Local:** Aplicación a la medida desarrollada mediante un lenguaje de programación y GIS (MAP objects, ArcObjects, java, etc.) Que usan las

capas WMS para realizar consultas de datos en forma remota o visualizarlas en forma integrada a los datos propios.

Una característica importante es su integración directa con la plataforma del sistema de GIS actualmente en uso, involucrando conceptos de Geoprocesamiento en ambientes corporativos, el desafío de alinear más su sistema de informaciones corporativas GIS a las necesidades de su core business (núcleo de negocio) democratizando sus informaciones para las demás áreas de la empresa.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Este trabajo se ha elaborado desde un punto de vista totalmente teórico, si bien se han incluido algunos ejemplos de proyectos llevados a cabo en la realidad.

De la revisión bibliográfica realizada se pueden extraer las siguientes recomendaciones:

- El éxito de un plan de Ordenación depende en gran medida de la información de que se disponga y de la posibilidad de manejarla.
- Aparentar ser benévolo con los estándares establecidos. Hablar de ellos, alabarlos. Asistir a eventos en los que se promueven. Documentarlos.
- Una vez nos tienen convencidos a todos de los "*beneficios*" de tenerlos entre nosotros, comienzan a sacar versiones "extendidas" de los estándares, con aditamentos que otros programas no sean capaces de entender y muchas veces sin documentar.
- Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta muy potente para la recopilación de información, su análisis y la presentación de resultados, pero con frecuencia la escasez de esta información y la falta de calidad de la misma limita su eficacia.

- El uso de un Sistemas de Información Geográfica. es caro y no siempre es rentable si no se selecciona correctamente la información y se eligen los formatos adecuados.

Los Sistemas de Información Geográfica. no permiten evaluar las distintas actuaciones que se proponen en un plan de Ordenación. Esta limitación se puede paliar con el uso de técnicas de Evaluación Multicriterio.

Finalmente debe ser el área de planificación la que sopesa esta evaluación y tome la última decisión.

La eficacia completa de un Sistema de Información Geográfica se produce cuando se utiliza en todas las etapas de un plan de Ordenación, pero el desconocimiento generalizado que se tiene de estos sistemas hace que sólo se empleen en determinadas etapas de estos planes.

Actualmente se está dando plena utilización a los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de algunos municipios y grandes empresas.

Se considera el análisis aquí presentado como preliminar y no ambicioso en el sentido de que se han tomado en cuenta sólo algunos aspectos de los estándares básicos, como son el estándar de metadatos, la especificación de objetos espaciales y su implementación en lenguaje SQL.

El paso siguiente a este análisis es profundizar más en el tema de la implementación de IDE's que permitan la búsqueda y recuperación de información geográfica almacenada en bases de datos espaciales heterogéneas. Para lo cual, es necesario abarcar temas de estándares para la transferencia de datos, la seguridad, aseguramiento de la calidad (QoS).

protocolos de comunicación, entre otros. Así como también aspectos sociales y culturales que fomenten el que los propietarios de datos geográficos los compartan en un mundo globalizado.

CAPITULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1].- ANAM, IABIN

2005 “Geoservidor De La Autoridad Nacional Del Ambiente (ANAM)
Panamá.

[2].- BARREDO, José

1993 “Modelo cartográfico para determinar áreas de crecimiento urbano
a través de un Sistema de Información Geográfica en la Cuenca del Lago
de Valencia” Tesis de doctorado Universidad de Alcalá de Henares,
España, pp. 25 – 38.

[3].- BORONAT, Nuria

2004 “Proceso de Automatización de Carga de Información en una Base
de Datos Espacial”.

[4].- BRICEÑO. Beatriz

2000 “Conformación de una Base de Datos para la
Planificación, Gestión y Control del Desarrollo Urbano” () 4 –7.

[5]. - ESRI PRESS

2004 GEODATABASE Workbook ED ESRI California USA

[6]. - HEALEY, R.G.

1991 Database Management system. USA: (1ª Ed.)

[7].- INFORMATIONMANAGEMENT

2006 [http://informationmanagement.wordpress.com/2007/04/07/futuro-de
- dbms/](http://informationmanagement.wordpress.com/2007/04/07/futuro-de-dbms/)

[8].- MOLDES TEO, F. Javier

1995 Tecnología De Los Sistemas De Información ED. Ra-Ma (1ª ED)

[9]. - MORGAN, Kaufmann

2002 Spatial Database with Application to GIS. Wisconsin US (1ª ED.)

[10].- OFICINA NACIONAL DE GOBIERNO ELECTRONICO E INFORMATICO.

2005 Análisis Sobre la Gestión de Datos Espaciales en Instituciones
Publicas del Perú.

[11]. - RUIZ, Maria Cristina

2005 Diseño, Implementación y Puesta en Marcha del SIG Regional del
Departamento de Cundinamarca

[12]. - WILEY, John

2006 Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS
Kentucky USA (1ª Ed.)

ÍNDICE DE TABLAS

<u>CAPÍTULO I</u>	12
Tabla 1.1: Cobertura de la encuesta IDEP 2005	15
Tabla 1.2: Status Normas técnicas para la producción De datos Espaciales y de Metadatos	16
Tabla 1.3: Importancia de los mapas Para la toma de Decisiones	17
Tabla 1.4: Funcionalidades de los mapas para La toma de Decisiones	18
Tabla 1.5: Funcionalidades de los mapas para la Toma de Decisiones	20
<u>CAPÍTULO III</u>	31
Tabla 3.1: Funcionalidades de los mapas para la Toma de Decisiones	39
<u>CAPITULO IV</u>	50
Tabla 4.1: Evolución De Los Sistemas De Información Geográfico (GIS) y Base De Datos Asociada Geoespacial	53
Tabla 4.2: Evolución de los modelos y sus características	88
Tabla 4.3: Comparación entre los tipos de Bases de datos Espacial y sus características	90
Tabla 4.4: Interaccion Fuentes / Tipos De Datos	103

INDICE DE FIGURAS

<u>CAPÍTULO I</u>	12
Figura 1.1: Estado De Implementación Legal Para Producción De Datos Espaciales	16
Figura 1. 2: Composición de la distribución de la Información Espacial a nivel nacional	17
Figura 1.3: Distribución de las Funcionalidades Que Se da a la Información Espacial	18
Figura 1.4: Distribución de las Funcionalidades De la Información Espacial	20
Figura 1.5: Uso de la Información Espacial	21
<u>CAPITULO IV</u>	50
Figura 4.1: Muestra La Concurrencia De Transacciones A La Base De Datos	70
Figura 4.2: Vinculación y Publicación Vía Web	73
Figura 4.3: Base de Datos Tradicionales	83
Figura 4.4: Base de Datos Espaciales	83
Figura 4.5: Acceso al Repositorio Espacial	84
Figura 4.6: Diagrama de una Geodatabase	88
Figura 4.7: Estructura De una GEODATABASE (VISTA TABLA)	90

Figura 4.8: Estructura De una GEODATABASE (VISTA GEOGRAFICA)	91
Figura 4.9: Identificación de Funciones Corporativas	97
Figura 4.10: Modelado de Clases y Relaciones en ARC INFO / ARC GIS 8	100
Figura 4.11: Relaciones En ARC INFO / ARCGIS 8.x	105
Figura 4.12: Ejemplo De Asociaciones	106
Figura 4.13: Ejemplo De Generalizacion	107
Figura 4.14: Ejemplo De Agregación	108
Figura 4.15: Ejemplo De Composición	108
Figura 4.16: Elementos de Una Geodatabase ,y relaciones entre sus elementos	109
Figura 4.17: Elementos de Una Geodatabase ,y relaciones entre sus elementos	114