

Universidad Nacional Autónoma de México.

Facultad de Filosofía y Letras.
Colegio de Geografía

Diseño de Sistemas de Información Geográfica
Delegacional: Delegación Miguel Hidalgo.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN
GEOGRAFÍA

PRESENTA:

Marco Antonio Madrigal González.

Asesora:

Dra. Liliana López Levi.

México D.F.

Agosto de 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A Todas las personas que han facilitado, colaborado y desempeñado un papel significativo en mi formación.

A Patricia Olivera, por su tiempo y confianza.

A Liliana López, por su compromiso y amistad.

A Miguel Uribe, por la amistad, enseñanzas y demás atenciones.

A Raymundo Montoya, por el gran compromiso.

A Olivia Salmerón, por el tiempo dedicado.

Dedicatorias.

A mis padres y abuelos.

Mi Familia, Bely, Paty, Susy, Lalo, Ray, Nata. Ale...

A mis hermanos, Arge, Gabe y Carlitos.

A los deportistas y cuates entrañables Alex, Jesús, Edgar, Luis, Alejandro, Fred, Carlos, Oscar, David, Daniel Falcón.

A los que se han hermanado conmigo Dante, Roy, Oscar, Lorena, Laura, Edson, Elsa, Nayelli, Efra, Eli, Moncho, Zaire, Caro, Tania....

A gitana cruel demonio.

Y todos los que no están y merecen que dedique este trabajo...

A Tomas y Enrique

¡Pase lo que pase, sea lo que sea, esperanza!

Manu Chao

How I wish, how I wish you were here.

PinkFloyd

¡Sigue tu Camino y deja que la gente murmure!

Dante Alighieri.

Índice	Página
Introducción.	I
1. Fundamentos de los SIG.	
1.1. Introducción.	1
1.2. Enfoque de sistemas.	2
1.2.1. Antecedentes.	2
1.2.2. Definición de sistema.	3
1.2.3. Componentes, estructura y características de un sistema.	5
1.2.3.1. Componentes de un sistema.	5
1.2.3.2. Estructura de un sistema.	6
1.2.3.3. Características de un sistema.	8
1.2.4. Bases epistemológicas del enfoque de sistemas.	9
1.2.5. Enfoque de sistemas y los sistemas de información.	11
1.3. Sistemas de información.	13
1.3.1. Nociones generales.	13
1.3.2. Sistemas de información computarizados.	15
1.3.3. Compónteles y funciones de un sistema de información.	16
1.3.4. Tipos de sistemas de información.	18
1.3.5. Ciclo de vida de los sistemas de información.	19
1.3.5.1. Investigación preliminar.	20
1.3.5.2. Determinación de los requerimientos del sistema.	20
1.3.5.3. Diseño de sistema.	21
1.3.5.4. Desarrollo de programas.	22
1.3.5.5. Pruebas del sistema.	22
1.3.5.6. Implementación y evaluación.	22
1.3.6. Metodologías de análisis de sistemas.	22
1.3.6.1. Análisis estructurado.	22
1.3.6.2. Análisis de prototipos.	24
1.3.6.3. Diagnostico Organizacional.	24
1.3.7. Diseño de sistema de información.	25
1.3.7.1. Diseño general de sistemas.	26
1.3.7.2. Objetivos del diseño de sistemas.	27
1.3.7.3. Etapas en el proceso de diseño de sistemas.	27
1.3.8. Estudios de factibilidad.	28
1.3.8.1. Factibilidad técnica.	28
1.3.8.2. Factibilidad operacional.	29
1.3.8.3. Factibilidad económica.	29
1.3.9. Implementación.	30
1.3.9.1. Arranque.	30
1.3.9.2. Etapas de implementación y control.	30
1.3.9.2.1. Capacitación del personal.	30
1.3.9.2.2. Pruebas del sistema.	31
1.3.9.3. Implementación.	32
1.4. Datos e información.	34
1.4.1. Conceptos.	34
1.4.2. Datos e información espacial.	35
1.4.3. Información y toma de decisiones.	37
2. Sistemas de Información Geográfica.	
2.1. Introducción.	39

2.2. Aspectos Generales.	40
2.2.1. Definición.	40
2.2.2. Referencias Históricas.	41
2.2.3. Modelos geográficos: el mapa.	42
2.2.4. ¿Por qué un SIG?	43
2.2.5. Aplicaciones.	44
2.2.6. Componentes.	48
2.2.7. Fuentes de datos.	50
2.2.8. Tecnologías complementarias.	52
2.3. Modelo De Datos.	54
2.3.1. Raster.	54
2.3.2. Vectorial.	56
2.3.2.1.Reglas de topología.	59
2.3.3. Comparación entre los modelos de datos.	62
2.4. Bases de datos geográficas.	64
2.4.1. Bases de Datos.	65
2.4.1.1.Concepto.	65
2.4.1.2.Ventajas en el uso de bases de datos.	65
2.4.1.3.Componentes.	66
2.4.1.3.1. DBMS.	67
2.4.2. Modelo de base de datos.	67
2.4.3. Base de datos relacional y el SIG.	69
2.4.3.1.Creación de bases de datos geográficas.	75
2.4.3.2.Calidad de los datos.	79
2.5. Niveles de aplicación.	81
2.6. Análisis espacial.	84
2.6.1. Funciones.	87
2.6.1.1.Recuperación.	87
2.6.1.2.Sobreposición de mapas.	88
2.6.1.3.Vecindad.	90
2.6.1.4.Conectividad.	94
2.7. Consideraciones sobre los sistemas de Información y los SIG. Una regulación al proceso de análisis y diseño de sistemas desde la perspectiva del SIG.	96
3. Análisis de sistema	
3.1. Introducción.	101
3.2. Investigación preliminar.	102
3.2.1. La delegación Miguel Hidalgo.	102
3.2.1.1.Antecedentes del SIG en la Delegación Miguel Hidalgo	102
3.2.1.2.Objetivos de la organización.	105
3.2.1.3.Estructura de la organización.	105
3.2.1.4.Funciones.	106
3.2.1.4.1. Proyecto SIG, responsables de implementación.	109
3.2.2. SIG en el DF.	110
3.2.2.1.Comité de informática.	110
3.2.2.2.Grupo SIG.	111
3.3. Necesidades de dato e información.	113
3.4. Oportunidades de implementación de SIG.	115
3.5. Factibilidades de implementación.	117
3.5.1. Factibilidad técnica.	117
3.5.2. Factibilidad económica.	120

3.5.3. Factibilidad operativa.	123
3.5.4. Determinación de la factibilidad de implementación.	125
3.6. Requerimientos del SIG.	127
3.7. Reporte de terminación de análisis.	133
4. Diseño Del Sistema	
4.1. Introducción.	137
4.2. Objetivos del Sistema.	138
4.3. Desarrollo modelos conceptuales.	139
4.3.1. Resultados más importantes del sistema.	139
4.3.2. Datos necesarios para el logro de objetivos.	139
4.3.3. Selección y justificación del modelo de datos geográficos.	144
4.3.4. Diseño base de datos geográfica.	145
4.3.4.1. Escala, elipsoide y Proyección.	145
4.3.4.2. Relaciones temáticas – cartográficas.	147
4.3.4.3. Diagramas entidad relación.	151
4.4. Definición de restricciones.	152
4.5. Actividades del procesamiento de datos.	157
4.5.1. Formatos entrada y salidas de datos del sistema.	157
4.5.2. Reglas generales de procesamiento de datos y manejo de errores.	168
4.6. Evaluación y selección de tecnologías.	173
4.7. Arquitectura del sistema.	183
4.8. Fases de desarrollo e implementación.	185
4.8.1. Fases a seguir.	185
5. Conclusiones.	188
Fuentes de consulta.	192
Anexos.	199

Introducción

Primer acercamiento.

La mayoría de las actividades en la administración gubernamental están relacionadas con el territorio, lo que implica que el 80% de los datos que se manejan pueden asociarse al espacio geográfico.

Por otro lado, las actividades de gestión a escala gubernamental local requieren un seguimiento muy adecuado. Por ejemplo, en el Distrito Federal, el gobierno de una Delegación, esta encargada de regular las obras en todos los predios, mediante el otorgamiento de licencias para la construcción, remodelación, demolición, operación, entre otros. Las modificaciones que se harán en los predios, se registran, para diversos efectos como los fiscales o de planificación.

Si el registro de los movimientos que se hacen en la demarcación, se almacenan de forma correcta, facilitará las tareas de verificación, fiscalización y planificación.

Por consiguiente, debido a la importancia y consecuencias que tiene para las Administraciones locales la gestión del territorio, el conocimiento del mismo resultará necesario; mediante, por ejemplo, inventarios y modelos analíticos, siendo esto el fundamento y justificación del SIG en la administración local¹.

Problema.

Los gobiernos locales y la necesidad de datos e información.

Los gobiernos locales: Municipios y Delegaciones, son la base de la organización territorial administrativa de México. Estos, tienen ciertas capacidades de acción, administran pequeños territorios. La función que estos realizan, es muy importante, pues resulta ser la coordinación local de programas y proyectos en el ámbito Estatal y Nacional.

Tal administración implica la gestión de un territorio. Para lograr cierta efectividad los gobiernos locales podrían basar sus esfuerzos administrativos en el conocimiento del territorio, apoyándose en mapas.

El gestionar un territorio con base en el conocimiento del mismo y su representación, es un avance significativo, pues proporciona a los encargados de generar programas públicos, datos e información básica para la tomar decisiones.

¹ Abbott, John The use of GIS in informal settlement upgrading: its role and impact on the community and on local government. Revista Habitat International, Pergamos Año 2003 Volumen 27 Numero 4.

Formas de gestión de información.

Generalmente el conocimiento del territorio esta basado en mapas. Los mapas se han utilizado por mucho tiempo para el reconocimiento del territorio, por lo tanto el mapa es un modelo del espacio geográfico.

Los mapas se han utilizado desde hace mucho tiempo, el manejo tradicional de los mismo se hace en papel. Como es lógico todo tiene una evolución, no siendo la excepción los mapas; sobretodo con el uso generalizado de las computadoras.

Una de las formas evolutivas mas destacadas de los mapas son los Sistema de Información Geográfica –SIG en adelante-. Lo destacado de los SIG se hace evidente por una serie de características: En primer lugar, porque permiten el reconocimiento del territorio; en segundo lugar, se generan mapas digitales -que tienen un manejo simple y una fácil actualización-; en tercer lugar, suelen adaptarse a una multitud de necesidades, logrando los objetivos muy particulares de las organizaciones, como son: la gestión, el análisis, la interpretación y la planificación; y en cuarto lugar, es una herramienta analítica, siendo este aspecto uno de los mas potentes y menos desarrollados.

Gobierno local, Delegaciones en el Distrito Federal.

En muchos municipios, la administración del catastro, los programas de planificación urbana - regional y la gestión general del territorio se realizan mediante mapas impresos, lo cual reduce la capacidad de la organización para cumplir con tales funciones. En tales casos una aplicación SIG facilitaría estas tareas, aportando datos y auxiliando la gestión en general. El problema radica en el desarrollo e implementación de una herramienta de esta naturaleza, así como la disponibilidad de personal técnico capacitado en la operación de la misma.

La Delegación Miguel Hidalgo es un territorio de gestión local, no con el carácter de municipalidad (determinado por la peculiaridad del Distrito Federal), pero con ciertas similitudes. Esta delegación cumple con funciones establecidas en los órganos jurídicos que fundamentan al Distrito Federal, como podemos leer en el artículo 117 del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal:

Artículo 117.- Las Delegaciones tendrán competencia, dentro de sus respectivas jurisdicciones, en las materias de: gobierno, administración, asuntos jurídicos, obras, servicios, actividades sociales, protección civil, seguridad pública, promoción económica, cultural y deportiva, y demás que señalen las leyes.

El ejercicio de tales atribuciones se realizará siempre de conformidad con las leyes y demás disposiciones normativas aplicables en cada materia y respetando las asignaciones presupuestales².

En el artículo anterior se manifiestan, en esencia, las facultades de acción de este nivel de gobierno. Derivado de las funciones a realizar por esta institución, Delegación Miguel Hidalgo, las autoridades han notado la necesidad de contar con información espacial para apoyo de diversas actividades operativas y de decisión³.

El uso de esta tecnología, SIG, viene utilizándose desde el año 2000 en esta demarcación territorial. Con base en las necesidades de datos e información que ese gobierno encontró y con la solicitud formal del Gobierno del Distrito Federal realizado para la coordinación de todos los proyectos de gestión de información, formalizados en el Comité de Informática.

La metodología de implementación de un SIG.

Cuando se implementa un SIG, muchas veces se hace con un completo desconocimiento de diversos aspectos y funcionalidades del mismo. Por ejemplo, en la propia delegación Miguel Hidalgo, se implementó una versión anterior a esta que proponemos, bajo la consigna de aportar información útil para diversos usuarios. Dicho sistema funcionó de forma parcial, pues la organización del mismo no logró integrar todos los datos, debido a dos problemas: el primero relativo a las metodologías de diseño y técnicas propias del SIG (recolección y manipulación de datos) y el segundo relacionado a la visión del sistema por parte de los gerentes del mismo.

En el primer problema puede estar asociado a la formación académica de los encargados del sistema, pero también, y es para nosotros el principal problema, las metodologías de implementación de un SIG, pues existen muchas visiones para esta intención y que están relacionadas con un propósito en específico.

En el segundo problema está asociado con la visión de los administradores, que pensaron en un sistema robusto, y centralizado. Pero el resultado final fueron mapas de escritorio y un servidor de mapas poco funcional.

Con este proyecto trataremos de aclarar:

¿Cuáles son las bases teóricas y metodológicas de un Sistema de Información Geográfica?, ¿Cuál es el camino que podemos o debemos seguir en la implementación

² Vid. Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial, 26 julio 1994 modificado 14 octubre de 1999.

³ Vid. Delegación Miguel Hidalgo Plan de Gobierno 2003 – 2006.

de un Sistema de Información Geográfica?, ¿Cuál es el modelo de datos mas adecuado a las necesidades específicas del gobierno local que implementará la herramienta SIG? Y ¿Cuál será la fisonomía del sistema, en un aspecto meramente del diseño?

Justificación.

¿Por qué realizar un trabajo sobre esta tecnología?

Beneficios Sociales.

Una de las motivaciones para realizar este trabajo se basa en los aspectos tecnológicos y los beneficios sociales. Nosotros consideramos que un Sistema de Información contribuye a que las organizaciones realicen muchas actividades con mayor eficiencia. En este sentido un SIG aporta tal dimensión, buen nivel de representación territorial, apoyando al conocimiento del mismo y beneficiando a los gobiernos locales que lo implementan, con una fuente de datos e información puntualizada para cada tarea que se realiza en la organización.

La administración pública local, precisa de todas las herramientas disponibles y a su alcance para lograr objetivos específicos, e incluso organizar ciertos aspectos del espacio geográfico para el beneficio colectivo -como aspecto político se cuestiona pero no es el objetivo de este trabajo-.

En muchas ocasiones los costos económicos de un SIG, y las pocas empresas con tecnologías extremadamente caras, dificultan los financiamientos para la implementación de estas tecnologías informáticas. En esta época, la disponibilidad de tecnologías de bajo costo, e incluso gratuitas, y no por eso menos eficientes, deberán ser la base de las implementaciones. Por el lado de los datos, que son cada vez mas accesibles, por ejemplo: una imagen de satélite IKONOS con 1 metro de resolución tiene el valor de 60 dólares el kilómetro cuadrado; la Delegación Miguel Hidalgo tiene una extensión territorial de 50 Kilómetros cuadrados; el precio total de una imagen para esta área es de 3000 dólares, sumamente accesible para una administración local en términos de costo beneficio.

Información Geográfica, Geografía y Ciencias Sociales.

La información es esencial para tomar decisiones. La información es el producto del análisis de datos (hechos aislados y como tal, sin un significado específico), este

proceso de análisis reconoce patrones y formas de los datos no descubiertas hasta que el análisis queda concluido.

La información geográfica tiene dos aspectos, que la diferencian de otro tipo de datos: La posición y la temporalidad. La posición puede ser absoluta o relativa. Absoluta cuando coincide con una serie de coordenadas en un modelo geodésico; relativa cuando se apoya de otros elementos referidos espacialmente, en el modelo geodésico, para su localización, por ejemplo la colonia o delegación donde vivimos. La temporalidad es un aspecto importante para los datos geográficos puesto que define la vigencia de los datos.

La información geográfica será pues, el producto del procesamiento de los datos geográficos. Para la geografía, como parte de las ciencias sociales, resulta importante contar con información de índole espacial para descubrir patrones de apropiación, ocupación y uso del territorio. Tanto para efectos de comprensión del territorio, gestión y organización.

La geografía guarda una estrecha relación con la información espacial, en muchos casos de estudio dicha información es un importante auxiliar en la comprensión de los fenómenos que acontecen en el espacio.

Por ejemplo, para conocer la relación estrecha entre los sistemas de planificación es necesario contar con información geoestadística, como la demográfica y económica en las zonas a planificar, así como los datos puntuales sobre equipamiento y otros servicios urbanos. Con lo que es posible generar modelos territoriales básicos en la geografía para la generación de diagnósticos, identificar posibilidades de acción y planificación, así como patrones espaciales.

La Geografía la ubicamos en el contexto de las ciencias sociales, como una disciplina que se especializa en la comprensión de la dimensión espacial de todos los aspectos sociales. Esta disciplina da énfasis al territorio, como una variable importante en sus estudios, pero enfoca sus esfuerzos en comprender la identidad social con una visión espacial de todo problema social⁴.

⁴ Vid. Sánchez, Eugeni (1991). Espacio economía y sociedad. España, Madrid, SXXI

Hacia una Metodología para el uso de los SIG

Para establecer un SIG en el ámbito Delegacional nosotros hemos decidido iniciar un camino de revisión de las metodologías para la implementación de Sistemas de Información Geográfica, que aporten resultados prácticos. Este camino lo iniciamos mas por el interés que guardamos por los temas sociales que por la mera herramienta SIG.

Consideramos útil al SIG, pero con un sentido de beneficio colectivo, como un auxiliar en la solución o comprensión de ciertas dimensiones de los problemas de transporte, vivienda, seguridad, alimentación, salud, cultura y otros. En este sentido consideramos a la escala municipal, también a las delegación, como el ámbito mas importante de acción gubernamental para lograr un beneficio común.

Por otro lado pensamos continuar con el uso del SIG para entender problemas de diversas naturalezas, simplemente aplicando estas metodologías que aquí desarrollamos, es decir, este trabajo resulta ser el fundamento de posteriores aplicaciones en muchos ámbitos de nuestro interés personal.

Así mismo, consideramos importante la participación de los geógrafos en la tarea de implementación de los SIG, no solo como operadores, sino como analistas, diseñadores e integradores de datos. Debido a la capacidad de representar y analizar el territorio, consideramos fundamental su participación en todo proceso de ejecución de tales herramientas.

Objetivos

¿Qué perseguimos con este trabajo?

El principal objetivo de esta investigación es: Diseñar un Sistema de Información Geográfica orientado a la administración local, específicamente para la Delegación Miguel Hidalgo; que satisfaga las necesidades de información para los niveles operativo, administrativo y toma de decisiones. *Defendiendo la idea que los SIG se basan en las metodologías de Sistemas de Información para su implementación, que es nuestra tesis básica.*

Por consecuencia nos acercaremos a la conceptualización del SIG, inscrito en el proceso de desarrollo de las herramientas conocidas como Sistemas de Información (generales, sin base territorial).

Por otro lado trataremos de mostrar la relación e importancia de la concepción del enfoque sistémico en la organización de los datos geográficos.

También se determinaran y examinaran las formas de datos e información dentro de la organización, que modifican la fisonomía de un SIG.

Como complemento a este trabajo, pensamos que resulta importante identificar los conceptos fundamentales, elementos y procedimientos en el ámbito de los SIG, logrando así una comprensión de los procesos de análisis, diseño e implementación, como camino metódico para poner en funcionamiento estas herramientas.

Metodología

¿Cuál es el camino que seguimos para lograr los objetivos de este trabajo?

Para elaborar este trabajo fue necesaria la revisión bibliográfica especializada -libros, revistas y sitios en Internet-, con la finalidad de comprender la dimensión teórica – metodológica de los SIG.

También se realizó un análisis de los documentos normativos de la organización, lo que nos permitió profundizar en el conocimiento del funcionamiento de la misma. Lo que se traduce en la definición de datos, información y procedimientos esenciales para la operación de la delegación Miguel Hidalgo. Esto se complemento con la realización de entrevistas con usuarios y operadores del sistema u áreas –Obras y Desarrollo Urbano, por ejemplo- de la delegación, a fin de detectar las necesidades de funcionamiento no expresadas en los documentos normativos.

Para lograr la comprensión del funcionamiento de la Delegación Miguel Hidalgo se siguió el enfoque de sistemas, también utilizamos esta visión en los momentos del análisis, la planificación del diseño y organización de los datos. Este enfoque desarrolla la perspectiva de las relaciones entre los diversos elementos para la comprensión del modelos de datos.

Este trabajo desemboco en la realización de pruebas y modelos en algunos programas computacionales especializados, como DBDesigner (modelado de bases de datos relacionales), DBtool, MySQL (Base de datos relacional), Mapinfo, Manifold y Arcview (Administradores de datos Geográficos).

Hipótesis

¿Cuáles son los presupuestos de este trabajo?

Nosotros consideramos cuatro hipótesis guías del trabajo, que son:

1. Para definir los datos e información auxiliares en la consecución de los objetivos y metas dentro de la organización delegacional, se deben considerar las funciones legales y orgánicas de la administración. En un primer momento diremos que los requerimientos de datos e información espacial están determinados por el manual administrativo y los documentos emanados de este. En segundo término, los datos, claramente, son de carácter espacial, como predios, manzanas, infraestructuras y otros elementos de la morfología urbana. La información sugerirá un procesamiento con diversas técnicas de los datos, a fin de apoyar la toma de decisiones en la demarcación.
2. La mejor forma de organizar los datos referentes al espacio geográfico, para la organización administrativa de una delegación, es a través de un sistema de información geográfica. Esto debido a la naturaleza de los datos, después a la amplia capacidad de procesar y representar esta información.
3. El sistema quedará establecido a partir de la normatividad vigente, almacenado en una base de datos centralizada. Dicha base de datos se denominará como base de datos geográfica, por su combinación de datos geográficos y datos temáticos, manejados y almacenado en dos tipos de archivos generales: Cartográficos (con una Interfas para tal efecto) y tabulares, en una base de datos relacional. Determinado por la concepción de la realidad y el modelado de esta dentro del equipo de computo. Con lo que el beneficio sobre la entidad propietaria del sistema radicara en este modelo.
4. Un SIG se basa en varios nociones generales: informática, geografía y administración. Así, para el proceso de diseño es importante considerar estos elementos, además del entorno organizacional, que da forma específica al sistema. El diseño de un sistema de información geográfica queda apoyado por las nociones del enfoque de sistemas.

Esquema del Trabajo

Este trabajo se redactó en cuatro capítulos los dos primeros son una referencia teórica, los siguientes son el desarrollo específico del trabajo.

El primer capítulo está dividido en tres secciones. La primera hace referencia a la teoría general de sistemas, la cual sirve de base teórica en la que se apoya nuestro trabajo. No referimos al sistema en un sentido meramente conceptual y de referencia para entender los mecanismos dentro de la organización.

La segunda sección, del primer capítulo, hace referencia a los sistemas de información. Consideramos que es importante tomar esta visión en el entendido que los SIG son una derivación especializada de los Sistemas de Información, o al menos el tratamiento metodológico para la implementación resultará útil revisarse. Consideramos oportuno decir que los desarrolladores de SIG deberán basarse en ciertos principios, que irán adaptándose en miras de lograr sus objetivos. En este sentido rescatamos la forma de implementación de un Sistema de Información que implica el análisis de la organización, un diseño basado en las necesidades detectadas y una implementación de dicho análisis.

En la tercera sección, del primer capítulo, hacemos referencia a los conceptos de dato e información, diferenciándolos a fin de generar un lenguaje claro que defina cada momento de la implementación de un SIG.

En el segundo capítulo tratamos directamente al SIG, tocando temas generales, como conceptos, historia y componentes. También hablamos de los modelos de datos, las bases de datos geográficos, el análisis espacial y las adaptaciones pertinentes al enfoque de construcción de un Sistema de Información general para la implementación de un SIG.

El capítulo tres versa sobre el proceso de análisis de la organización, donde se detectaran posibles implementaciones y una multitud de determinaciones de la organización que nos ayudan a modelar un SIG.

El capítulo cuatro nos hablará sobre el diseño del sistema de información, que se parecerá a la elaboración de los planos de una casa, si fuésemos arquitectos, diríamos que aquí se definirán los detalles y las formas de solucionar las necesidades detectadas en el apartado anterior. En este capítulo abrimos una sección llamada fases de implementación, que en realidad deberá ser un capítulo del seguimiento y la descripción de la práctica del desarrollo del SIG, pero por efectos de tiempo no desarrollamos, o mejor dicho, no presentamos aquí tal objetivo, puesto que la implementación implica un periodo largo de ejecución.

Fundamentos de los SIG

Capítulo 1

1.1 Introducción.

Los Sistemas de Información Geográfica, según el enfoque que presentamos, son una derivación directa de los Sistemas de Información *Generales*, de los cuales existen muchos tipos y orientados a muchas funciones. Dichos Sistemas de Información están apoyados teóricamente en el Enfoque de Sistemas y en una metodología particular de desarrollo de los mismos, por eso entraremos al tema central de este trabajo, Sistemas de Información Geográfica, hablando de la teoría general de sistemas y de las nociones de los Sistemas de Información, en un sentido general y técnico.

El hablar de sistemas hace referencia a dos aspectos, uno como sistema de análisis de la realidad y el segundo como técnica de representación de la misma. Esto nos auxiliará, por lo tanto, en dos sentidos: en los procesos de análisis de las organizaciones, en la comprensión de la misma, y en el aspecto del diseño de un Sistema computacional.

Nosotros afirmamos que un Sistema de Información Geográfica es una derivación de los Sistemas de Información, entonces debemos especificar los fundamentos de dichos sistemas para plantear las posibilidades de diseño de un Sistema Geográfico (SIG).

Es importante decir que del manejo de los datos y análisis de los mismos obtendremos información, dicha información es mal concebida por eso trataremos de aclarar este tema como uno de los fundamentos de los Sistemas de Información.

1.2 Enfoque de Sistemas.

1.2.1 Antecedentes.

La noción de sistema se inicia con el problema de las partes y el todo, ya discutido en la antigüedad por Hesíodo (siglo VIII a.C.) y Platón (siglo IV a.C.)¹. No obstante, el estudio de los sistemas será de interés hasta la segunda guerra mundial, cuando se pone de manifiesto la necesidad del trabajo interdisciplinario y, por otro lado, la existencia de semejanzas en el funcionamiento de sistemas biológicos y automáticos. Este estudio tomaría formalidad en los años cincuenta con el biólogo, Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) quien propone la Teoría General de Sistemas².

El enfoque de sistemas se origina de la incapacidad manifiesta de la ciencia para manejar problemas complejos. El método científico, basado en reducciones, duplicaciones y objeción, es poco efectivo frente a fenómenos muy complejos por varias razones:

- El número de variables a analizar supera la capacidad del investigador, lo que hace imposible realizar experimentos.
- Se incrementa la probabilidad de la interferencia de variables desconocidas.
- Esto reduce la confianza en los modelos matemáticos.

La complejidad es una de las características en las ciencias sociales, que deben tratar con un gran número de factores sociales, económicos, políticos, naturales, entre otros. Que están fuertemente interconectados. Es el caso donde la objetividad tiende a desaparecer por la participación del investigador como parte del proceso mismo, siendo parte del estudio³.

¹Vid. Afanasiev, Valerii (1967) Fundamentos de Filosofía Trad. V. Uribe, México, D.F., Editores Unidos Mexicanos y Alexander, Christopher (1971) La Estructura del Medio Ambiente, España, Barcelona, Tusquetes

² Vid. Proyecto: ISSS Interantional Society for the System Sciences [En línea] Responsable: Sabine Brauckmann, URL: <http://www.iss.org/lumLVB.htm> [Consulta: Diciembre 05 2004]

³ Vid. Morin, Edgar (1994) Introducción al pensamiento complejo, España, Barcelona, GEDISA

El enfoque de sistemas surge para afrontar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basado en la totalidad y sus propiedades que complementan la minimización científica.

Fueron los biólogos quienes tuvieron la necesidad de pensar en las totalidades. El estudio de los seres vivos sugería considerarles como una jerarquía organizada en niveles, sucesivamente más complejos. En cada nivel surgen propiedades particulares que no se pueden explicar a partir del nivel inferior, porque se derivan de la interacción, y no de los elementos individuales.⁴

En la década de los cuarenta comienza el interés por los estudios interdisciplinarios con el propósito de entender problemas surgidos en los intersticios disciplinares. Una de las consecuencias de estos estudios es el descubrimiento de isomorfismos en el arreglo y comportamiento de sistemas de naturaleza muy distinta.

Uno de los objetivos de Von Bertalanffy, fue el desarrollo y difusión de una única metateoría de sistemas, formalizada desde la perspectiva matemática, no ha llegado a cumplirse. En sustitución a este propósito, hablamos del enfoque de sistemas que se basa en la utilización del concepto de sistema como un todo irreducible⁵.

1.2.2 Definición de sistema.

Durante siglos prevaleció en la ciencia una visión mecanicista con la que se creyó que el mundo era una especie de mecanismo. Esta visión privilegia el análisis como método de estudio, a través de un desmembramiento del objeto de estudio en partes cada vez más pequeñas para tratar de entenderlo, lo cual permitió ciertos avances en diversas disciplinas, como la física.

El método analítico ha sido, sin embargo, ineficaz para la comprensión plena de otro tipo de realidades o fenómenos que se comportan de una manera determinada que solo podemos

⁴ Vid. Ludwig von Bertalanffy (1968) Teoría general de los sistemas : fundamentos, desarrollo, aplicaciones, Trad. Almendra Juan, México, D.F., FCE

⁵ Ídem.

entender como producto de una interacción entre las partes de los objetos. Este tipo de comportamiento es holístico (del griego todo, entero). Es entonces cuando surge la necesidad de percibir la realidad, poniendo atención no solo a cada parte o aspecto particular de un objeto o situación, sino también al conjunto de dichas partes o aspectos, así como la interacción entre ellos. De esta manera aparece el concepto de sistema.

Para aclarar a que nos referimos al hablar de sistemas, expondremos algunas definiciones sobre el tema que nos interesa:

- Bertalanffy⁶ (1968): “Un sistema es un complejo de elementos interactuantes.”
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española⁷: “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.”
- Churchman (1973)⁸: “Los sistemas se integran de un conjunto de elementos que trabajan agrupadamente para el objetivo general del todo. Considerados frente a un sistema superior.”
- Burch y Strater (1974)⁹: “Es un termino ubicuo que sirve para describir un gran numero de cosas, objetos, métodos o grupos para lograr un fin específico.”
- Murdick R. y Roos J. (1974)¹⁰: “En forma elemental un sistema puede describirse como una serie de elementos unidos de algún modo a fin de lograr metas comunes y mutuas, dentro de un medio específico.”

Con estas breves definiciones, y otras no explicitadas aquí, podemos extraer los aspectos fundamentales del concepto Sistema:

- La presencia de diversos elementos con una clase de interconexión.
- La unidad global del conjunto.
- La existencia de objetivos asociados al mismo.

⁶Ídem.

⁷ Vid. Proyecto: Real academia de la lengua española RAE [en línea] Responsable: RAE. URL: <http://www.rae.es/> [Consulta: Diciembre 2004]

⁸ Vid. Churchman, West (1968) El enfoque de sistemas. Trad. García Alberto, México, D.F., Diana

⁹ Vid. Bruch, John y Strater, Felix (1974) Sistemas de información: Teoría y práctica Trad. Trad. Calvet Ricardo, México, D.F., Limusa

¹⁰Vid. Murdick R. y Roos J. (1974) Sistemas de Información Basados en computadoras: Para la administración moderna Tard. Jose Meza, México, D.F., Diana

- La pertenencia del conjunto en un entorno.

De tal manera que entenderemos por sistema *a un conjunto de elementos que mantienen una relación clara para la consecución de una serie de objetivos específicos.*

1.2.3 Componentes, estructura y características de un sistema.

1.2.3.1 Componentes de un sistema.

Un sistema, como el que se presenta en la figura 1.1, está formado por los siguientes componentes:

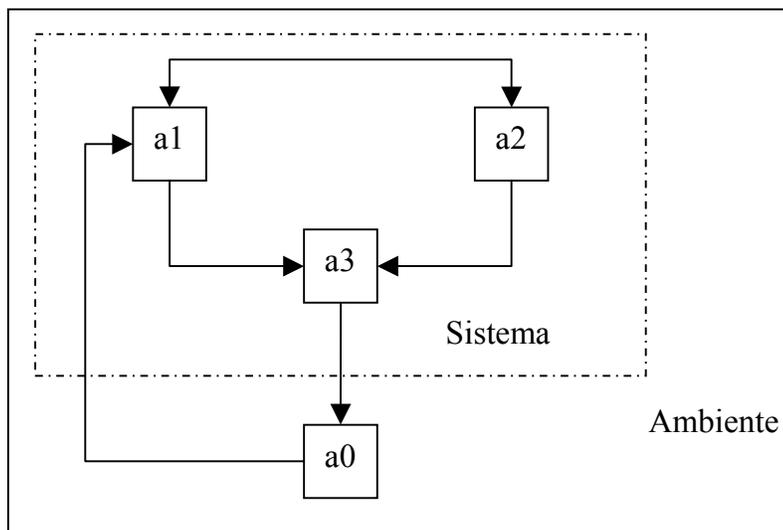


Figura 1.1 Los componentes de un sistema

1. Ambiente: Es todo lo que está fuera del sistema. Podemos clasificar los sistemas con dos grandes grupos, según su grado de relación con el exterior o medio ambiente:
 - 1.1. Abiertos: Tienen intercambio de materia, energía e información con ambiente. El hombre, el sistema económico, el político; son ejemplos de este tipo de sistemas.
 - 1.2. Cerrados: Son aquellos en los que no hay intercambio de materia, energía ni información con el ambiente. Son abstractos y no existen en la realidad. Se consideran en equilibrio. Como los experimentos en laboratorios.
 - 1.3. Relativamente cerrados: No tienen intercambio de materia ni energía con el medio, pero sí se pueden reconocer caminos con los que cambia información con éste.

2. Elemento: Es el componente mínimo del sistema y se denota generalmente por una letra y un subíndice, por ejemplo a_1 , a_2 .
3. Elementos de entrada: Son aquellos elementos provenientes del ambiente, y que afectan al sistema.
4. Elementos de salida: Son aquellos elementos del sistema enviados al ambiente, y que afectan a este último.
5. Elemento intermedio: Es aquel elemento del sistema que efectúa procesos internos.

1.2.3.2 Estructura de un sistema.

Un sistema es un esquema abstracto con el que se explican las interrelaciones entre las partes de un objeto. Partiendo de tal objeto como una totalidad, identificaremos en el partes interactuantes, que probablemente estén integradas por partes mas pequeñas, que también estarán interrelacionadas, y así sucesivamente. Al acomodo de todas estas partes, desde los elementos menores hasta los grupos mayores le llamaremos estructura del sistema.

Se han clasificado dos patrones básicos de interrelaciones con los que se pueden estructurar un sistema: semirretículo y en árbol.

La *estructura en árbol* se establece de la siguiente manera: Una familia de conjuntos forma un árbol si, y solo si, tomados dos conjuntos, que pertenecen a la familia, uno deberá estar totalmente contenido en el otro, o bien separado totalmente.

Las organizaciones gubernamentales, figura 1.2¹¹, son un buen ejemplo de lo anterior, veamos porque: En esta organización, cada persona se subordina a un solo jefe en el nivel inmediato superior, y cada mando no puede dar instrucciones a integrantes de grupos ajenos. La característica principal es que nunca se sobrepondrán líneas de mando entre los niveles jerárquicos de los diferentes conjuntos.

¹¹ v. gr. Organigrama Dirección General de Servicios Urbanos, Delegación Miguel Hidalgo. Gaceta Oficial del Distrito Federal

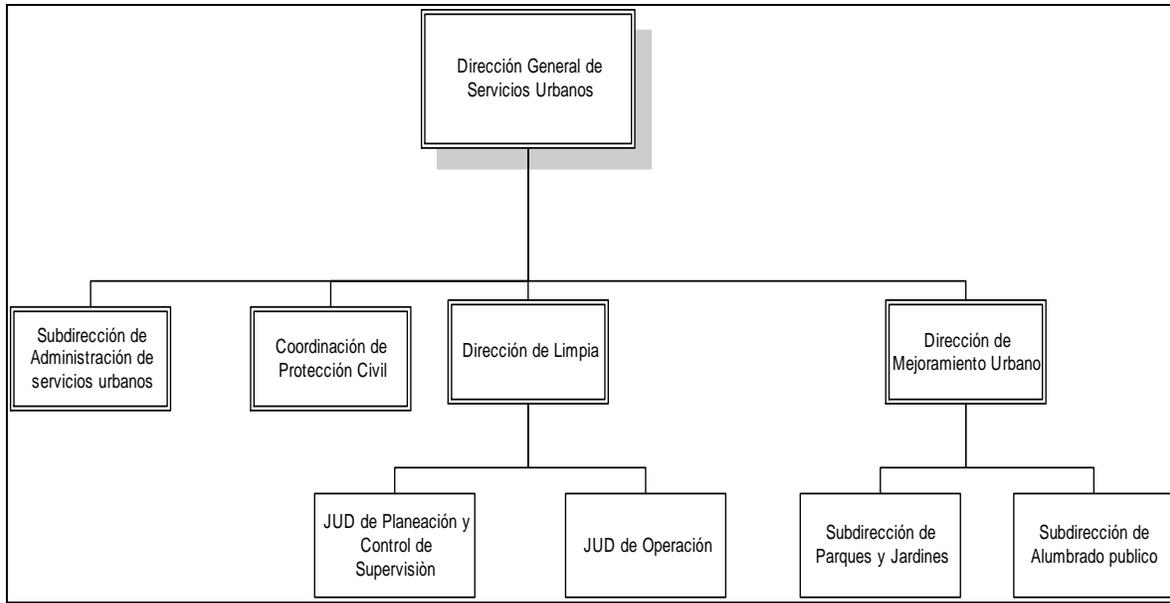


Figura 1.2 Ejemplo de estructura en árbol.

La *estructura en semiréticulo* queda establecida si, y solo si, la intersección entre dos elementos que pertenecen a la familia, forman un conjunto que en si mismo pertenece también a la familia y pueden establecer relaciones con otros elementos.

Un ejemplo, figura 1.3, de lo anterior puede ser caracterizado por la ocupación del espacio urbano, en particular el uso de suelo de los predios¹². La ocupación de los predios en una ciudad se dividen en varias categorías generales, por ejemplo, habitación, industria, comercio, etc. Estas ocupaciones se pueden subdividir en conjuntos más particularizados, como habitacional residencial, habitacional de interés social, comercio de conveniencia, e incluso predios con usos mixtos, es decir, con más de un uso determinado. Así, los predios se clasificaran por su ocupación, dándose casos que algunos predios pertenezcan a diversas categorías como el uso mixto: industria, vivienda y comercio, por ejemplo.

¹² Vid. Corral y Beker, Carlos (1989) Lineamiento de Diseño Urbano, México D.F. Trillas

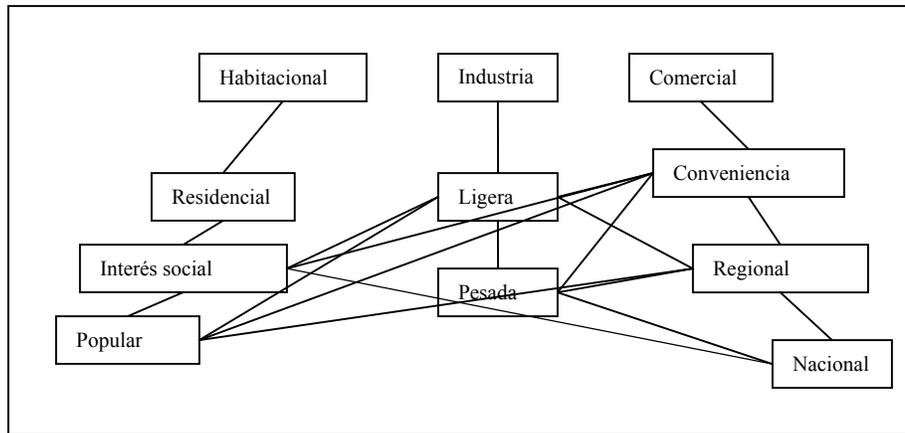


Figura 3. En esta figura se muestra las relaciones múltiples que se pueden establecer las relaciones de un sistema en semiretículo, donde una familia de atributos puede relacionarse con otros elementos de otra familia.

1.2.3.3 Características de un sistema.

Características de un sistema:

- Totalidad: su funcionamiento requiere de la unión de todos los subsistemas que en él estén integrados.
- Búsqueda de objetivos: Para la permanencia del sistema éste busca definir un sentido de unidad y propósito.
- Equidad: El sistema tiene más de una forma de lograr los objetivos.
- Interrelación e Interdependencia: Todos los elementos del sistema interactúan entre sí, y el resultado de cada uno de ellos depende por lo menos de la actividad de sus elementos.
- Regulación: Son los esfuerzos del sistema para mantener su equilibrio dinámico.
- Jerarquía: Todo sistema contiene elementos los cuales a su vez cuentan con subelementos y todo el sistema a su vez es parte de un sistema mayor.
- Adaptabilidad: Es la capacidad del sistema para adaptarse a su entorno.
- Eficiencia: Son los esfuerzos para utilizar los recursos en la mejor forma posible.
- Sinergia: La interacción de las partes individuales, se vuelve más eficiente que si cada parte actuara de manera aislada.

- Homeostasis: Tratan de mantener su naturaleza, intentando controlar las amenazas de los factores externos. Estando en constante cambio.

1.2.4 Bases epistemológicas del enfoque de sistemas.

Afirma Bertalanffy¹³ que se puede establecer una filosofía de sistemas, ya que toda teoría científica de gran alcance, metateoría, tiene aspectos metafísicos. La teoría, a la que hace referencia Bertalanffy, no deberíamos entenderla como algo rígido, es decir, matemático, sino algo más parecido a la noción de paradigma de Thomas Kuhn. Así vamos a descubrir un cuerpo filosófico con tres vertientes, la ontología, epistemología y la filosofía de sistemas.

La ontología define los sistemas y el entendimiento sobre cómo están representados estos en los diversos niveles de observación, es decir, la ontología se enfrenta a problemas tales como la diferenciación de un sistema real de un sistema conceptual. Los sistemas reales son, por ejemplo, células, átomos y perros. Los sistemas conceptuales son las matemáticas, la música y, en general, toda construcción simbólica.

Bertalanffy concibe a la ciencia como un subsistema, del sistema conceptual, quedando esta como un sistema abstracto, es decir, un sistema conceptual relacionado directamente con la realidad.

La epistemología de sistemas se refiere a la brecha entre la Teoría General de Sistemas con respecto al positivismo. Dice Bertalanffy: "En filosofía, la formación del autor siguió la tradición del neopositivismo del grupo de Moritz Schlick, posteriormente llamado Círculo de Viena. Pero, como tenía que ser, su interés en el misticismo alemán, el relativismo histórico de Spengler y la historia del arte, aunado a otras actitudes no ortodoxas, le impidió llegar a ser un buen positivista. Eran más fuertes sus lazos con el grupo berlinés de la Sociedad de Filosofía Empírica en los años veintitantos; allí descollaban el filósofo-físico Hans Reichenbach, el psicólogo A. Herzberg y el ingeniero Parseval (inventor del

¹³ Op Cit. Von Bertalanffy (1968)

dirigible)"¹⁴. Él señala a la epistemología del positivismo lógico como fisicalista (de la física) y atomista. Fisicalista por el sentido del lenguaje en la ciencia de la física, como el único lenguaje de la ciencia, y por lo tanto, la física con el único modelo de ciencia. Atomista porque busca los fundamentos sobre los cuales asentar el conocimiento, que tendrían el carácter de indubitable.

La Teoría General de Sistemas no se basa en la causalidad lineal o unidireccional, la tesis de la percepción como reflejo de las cosas reales o el conocimiento como una aproximación a la realidad. Bertalanffy expresa: "*-La realidad- es una interacción entre conocedor y conocido, dependiente de múltiples factores de naturaleza biológica, psicológica, cultural, lingüística, etc. La propia física nos enseña que no hay entidades últimas tales como corpúsculos u ondas, que existan independientemente del observador. Esto conduce a una filosofía 'perspectivista' para la cual la física, sin dejar de reconocerle logros en su campo y en otros, no representa el monopolio del conocimiento. Frente al reduccionismo y las teorías que declaran que la realidad no es nada -sino un montón de partículas físicas, genes, reflejos, pulsiones o lo que sea-, vemos la ciencia como una de las 'perspectivas' que el hombre, con su dotación y servidumbre biológica, cultural y lingüística, ha creado para vérselas con el universo al cual ha sido arrojado, es decir, al que está adaptado gracias a la evolución y la historia*".¹⁵

La filosofía de los valores de sistemas se encarga de la relación entre el hombre y el mundo, por tanto, señala Bertalanffy que: "la imagen de ser humano diferirá si se entiende el mundo como partículas físicas gobernadas por el azar o como un orden jerárquico simbólico". La Teoría General de Sistemas no acepta ninguna de esas visiones de mundo, sino que opta por una visión heurística –de un método flexible- .

Finalmente, Bertalanffy expresa que la teoría de sistemas comprende un cúmulo de orientaciones que difieren en modo y proyecto, entre las cuales se encuentra teoría de las redes (Rapoport), la teoría de conjuntos (Mesarovic) , teoría de la información (Shannon y Weaver), cibernética (Wiener), teoría de los autómatas (Turing), teoría de los juegos (Von

¹⁴ Op. Cit. Von Bertalanffy (1968)

¹⁵ Ídem

Neumann), entre otras. Por esto, la práctica del análisis aplicado de sistemas tiene que emplear diversos modelos, de acuerdo al caso y con criterios estratégicos, aun cuando algunos conceptos, modelos y principios de la Teoría General de Sistemas –como el orden jerárquico, la diferenciación progresiva y la realimentación – son aplicables a grandes rasgos a sistemas económicos, políticos, psicológicos y socioculturales.¹⁶

1.2.5 Enfoque de sistemas y los sistemas de información.

Como definimos anteriormente la noción de sistema implica una reconstrucción de la realidad en un modelo, tomando en cuenta la estructura, los elementos y las interrelaciones. Un sistema de información, como veremos mas adelante, implica una reducción de la realidad en función de ciertos objetivos dentro de las organizaciones.

La construcción de un sistema de información implica dos nociones básicas. El análisis de la organización como un sistema y la transformación de este modelo sistémico a una versión informática. Tal trabajo determinará las funciones del sistema administrativo, los elementos participantes y las relaciones que se establecen. Entonces, el enfoque de sistemas es la base teórica de la estructuración de los sistemas de información.

El enfoque de sistemas se emplea para resolver problemas, desde su estructuración y análisis, así como para desarrollar sistemas de información, existen algunas directrices que se pueden aplicar para su utilización directa.

1. Integración: Los diferentes subsistemas deben integrarse de tal manera que se aprovechen las interrelaciones y las interdependencias de los elementos.
2. Comunicación: Los canales de comunicación deben estar siempre abiertos.
3. Orientación a las decisiones: con el fin de hacer más eficaz la función administrativa y control.
4. Tecnología: Como auxiliar en la implementación de los puntos anteriores.

Por lo común el tiempo transcurrido entre el análisis y el desarrollo de un sistema de información es muy largo, sin embargo esto necesariamente no ocurre en todos los casos.

¹⁶ Ídem

El enfoque de sistemas es metodología que se emplea ampliamente para dirigir la estructuración global de las actividades del procesamiento de datos, necesarias para satisfacer las necesidades de información en las organizaciones. La implementación del enfoque de sistemas rompe las líneas funcionales tradicionales de la organización para lograr una optimización en el conjunto de la organización.

1.3 Sistemas de Información.

1.3.1 Nociones Generales.

Como dijimos anteriormente un sistema es un conjunto de componentes que establecen una interacción entre sí para lograr un objetivo común.

Los sistemas se presentan en todo lo que rodea al hombre; por ejemplo: El ser humano ha desarrollado para comunicarse un sistema de lenguaje, altamente desarrollado de palabras y símbolos que tienen significado; La región es un sistema abierto complejo; la región es el estado interno instantáneo de este sistema¹⁷.

Cuando comenzamos a percatarnos de los sistemas que nos rodean, no sorprende darse cuenta que cada sistema dentro de una organización depende de entidades abstractas e informatizadas llamadas sistemas de información. Por conducto de estos sistemas los datos pasan de una persona o unidad operativa a otros, realizando diversas operaciones, desde comunicaciones entre oficinas y comunicaciones telefónicas, hasta un sistema de computadora que genere informes periódicos para diferentes usuarios. Los sistemas de información sirven a todos los sistemas de una organización, son el vínculo que une a los diferentes componentes, que trabajan para la consecución del mismo objetivo.

Pero que debemos entender por Sistema de Información. Para tal efecto, hemos preparado una serie de definiciones que nos van a auxiliar en la elaboración de nuestro concepto sobre el tema:

Un sistema de información se compone de un conjunto de elementos, entre los que destacan los datos, operacionales y no operacionales de la organización, interrelacionados por su tratamiento y procesados siguiendo estándares implementados total o parcialmente por

¹⁷ Cfr. Dumolard: Región y regionalización. Una aproximación sistémica en Gómez, Mendoza Josefina, et al (1982) El Pensamiento Geográfico: Estudio Imperativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias radicales) Ira Impresión de la segunda edición. Alianza, Madrid. España

sistemas informáticos para obtener información útil para el funcionamiento óptimo de la organización, así como un apoyo para la toma de decisiones¹⁸.

Otra definición es: Un sistema de información es un sistema compuesto por personas, procedimientos, equipamiento informático, bases de datos y telecomunicaciones.¹⁹

Un sistema de información comprende una serie de elementos, que están unidos en un sentido funcional y de operaciones, para el logro de ciertos objetivos²⁰.

Con base en estas definiciones, decimos que un sistema de información es un conjunto de datos, que son procesados por un equipo de trabajo y una serie de implementos para optimizar diversos trabajos, operativos y de análisis, en una organización y como función clave para el apoyo a la toma de decisiones.

Ahora nos queda claro que es un Sistema de información, pero debemos aclarar cuáles son las razones para iniciar proyectos de Sistemas de Información.

Las aplicaciones de sistemas de información tienen su origen en casi todas las áreas de una organización y están relacionadas con todos los problemas que se presentan en la misma. Para alcanzar sus objetivos, las organizaciones emprenden proyectos de desarrollo de sistemas de información por una o algunas de estas razones:

- Capacidad:
 - Velocidad de procesamiento de datos.
 - Manejo de un volumen más amplio de datos.
 - Recuperación más rápida de datos e información.
- Competitividad:
 - Mayor número de servicios.
 - Servicios eficientes.
 - Desarrollo de nuevos productos y servicios.

¹⁸ Vid. García, Pérez Fernando et al (2000) Informática de Gestión y Sistemas de Información, España, Madrid, McGraw – Hill

¹⁹ Vid. Stair Ralph en Gómez, Álvaro y Suárez Carlos. (2004) Sistemas de información: Herramientas prácticas para la gestión empresarial, México, D.F., Alfaomega Ra-Ma

²⁰ Op. Cit. Murdick y Ross

- Control:
 - Mayor exactitud y mejora en consistencia de los datos, productos y los servicios.
- Comunicación:
 - Mejora en la comunicación.
 - Integración de áreas de la organización.
- Costos:
 - Monitoreo de costos.
 - Reducción de costos.

1.3.2 Sistemas de información computarizados.

Un sistema de información, como dijimos líneas atrás, define una serie de elementos interactuando para la consecución de objetivos claros. Estos sistemas de información, se basan en la necesidad de ejecutar ciertas tareas, como la administración de gobiernos o la investigación. Tales sistemas no implican el uso de computadoras, al menos en un inicio.

Un sistema de información puede estar perfectamente organizado prescindiendo de medios digitales, como una biblioteca de tamaño regular. Pero con la cantidad de datos que actualmente son considerados o necesarios dentro de las organizaciones para su almacenamiento, consulta y análisis, es prácticamente imposible realizarlo sin el apoyo de dichos medios.

Básicamente el uso de computadoras en este momento es indispensable, debido a la capacidad de estas para procesar todos los datos requeridos por los usuarios. Además los costos del equipo, los programas y en general de los requerimientos para hacer funcionar el sistema son bajos o relativamente bajos, en función del beneficio que su uso conlleva. Esto los hace costeables para una gama muy amplia de organizaciones.

Por lo anterior, y en esta época, todo sistema de información, sea cual fuera su naturaleza, debe estar basado en medios digitales y cumplir con las siguientes características:

- Sistemas sencillos orientados a cumplir funciones y a niveles múltiples dentro de la organización.
- Acceso automático a grandes cantidades de datos e información.
- Confiabilidad en la tecnología de telecomunicaciones.
- Una planeación exhaustiva, metodologías de análisis y diseño de los sistemas.
- La capacidad para mezclar datos y gráficas.

Estos sistemas deber orientarse en cumplir con tres objetivos básicos:

- Automatizar procesos operativos. Por ejemplo, sistema de transacciones para la solicitud de servicios como podría la solicitud de licencias de construcción u operación.
- Apoyo al proceso de la toma de decisiones (sistemas de soporte a las decisiones). Por ejemplo, la organización de los programas de desarrollo urbano, los cuales requieren de datos confiables, para ser procesados, auxiliando en la delimitación de las zonas para los usos de suelo específico. Otro ejemplo es, el de la localización de nuevos equipamientos como mercados públicos.
- Lograr ventajas competitivas a través de su implementación y uso. (sistemas estratégicos), como reducción de costos, incrementar la productividad y tomar decisiones apoyados en datos y métodos confiables.

1.3.3 Componentes y funciones de un sistema de Información.

Un sistema de información, como se ha venido repitiendo, es un grupo de componentes que interactúan entre sí, con el fin de apoyar las actividades de organización, de diversas naturalezas, como educativas, administrativas, gubernamentales o privadas. Estos componentes son diversos y generalmente incluyen:

- Datos fuente: Son introducidos en el sistema, en forma de registros, y otros archivos. Es la entrada necesaria al sistema para generar resultados, es decir, la información que se desea obtener.

- Recursos humanos: Es el personal que interactúa con el Sistema de Información, el cual esta formado por las personas que utilizan el sistema, alimentándolo con datos, procesando los datos o utilizando los resultados que este genere.
- Equipo de cómputo: el *hardware* necesario para que el sistema de información pueda operar. Esta constituido por las computadoras y el equipo periférico que puede conectarse a ellas.
- Programas: Los procesados, medios de consulta y productores de diferentes tipos de resultados. Los programas son parte del sistema de información que hará que los datos de entrada sean procesados correctamente y se generen los resultados esperados.

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información, figura 1.4.

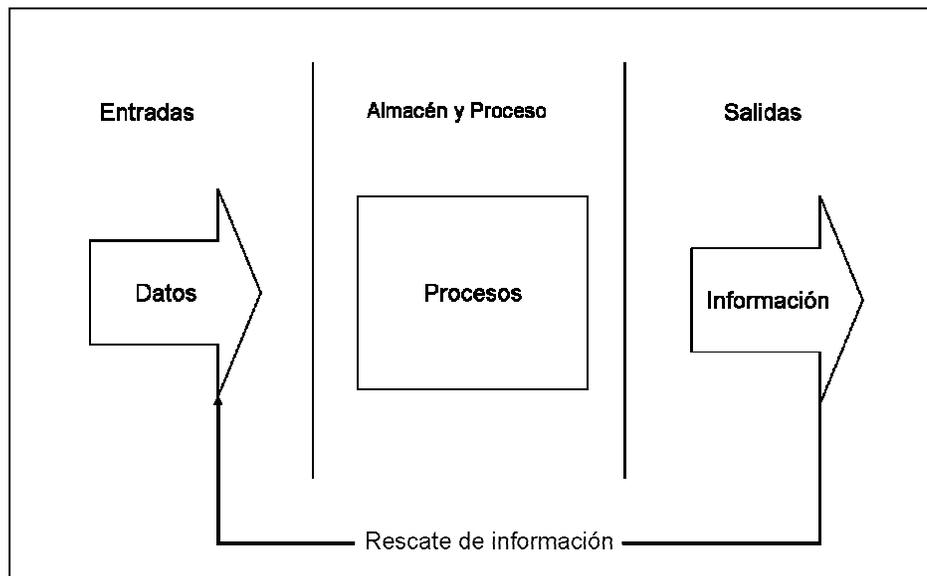


Figura 1.4 Esquema de funcionamiento de un sistema de información.

La entrada se refiere a la recolección de datos útiles para la organización que implementa el Sistema de Información; el almacenamiento es de datos y que sirve como modulo de apoyo para los análisis, procesamiento de datos y las salidas es como se presenta la información o los datos salidos de nuestro sistema, como listas, gráficas, mapas, entre otros.

1.3.4 Tipos de sistema de información.

Existen diversos enfoques para clasificar a los sistemas de información, las cuales se pueden agrupar en estos tres tipos de sistemas que nosotros sintetizamos de diversos autores. Kendall (1991), Burch (1992), Senn (1992), entre otros.

A. Transaccionales:

- Ahorro en los gastos de mano de obra.
- Primer modelo de implementación en las organizaciones.
- Tienen mayor énfasis en los módulos de entrada y salida, el procesamiento es muy simple, y poco satisfactorio.
- Son un gran almacén de datos.
- De fácil implementación en un sentido administrativo, pues sus resultados son visibles para los directores de la organización.

B. Sistemas de apoyo a las decisiones:

- Generalmente preceden a los sistemas tradicionales.
- Con gran énfasis en el procesamiento de datos, muchos cálculos.
- La información que crean es base para la toma de decisiones.
- Con un nivel gráfico alto, pues es orientado a usuarios finales.

C. Sistemas Estratégicos:

- No son implementados para soportar las transacciones de la organización, ni tampoco para proporcionar información para la toma de decisiones. Pero pueden realizar estas funciones.
- Se desarrollan a la medida de la organización.
- Se desarrollan paulatinamente, a través de una evolución permanente dentro de la organización.
- Su función es lograr ventajas en costos y generación de información.

- Apoyan procesos de innovación dentro de la organización, como funciones en ciertas áreas.

1.3.5 Ciclo de vida de los Sistemas de Información.

El desarrollo de sistemas es un proceso que consiste en dos etapas principales de análisis y diseño; se inicia generalmente cuando la dirección, o el personal de sistemas, notan que ciertos aspectos de la organización deben mejorarse. El ciclo de vida de un sistema es un conjunto de actividades que se ejecutan para desarrollar y poner en marcha un sistema de información. Esto implica una serie de fases que incluye el nacimiento, desarrollo, operación, mantenimiento y muerte.

- *Nacimiento:* Se inicia el ciclo de vida con el surgimiento de una necesidad o de un requerimiento en la organización. Esto implica la realización de un estudio de factibilidad, identificando principalmente si el sistema tiene viabilidad en el entorno organizacional.
- *Desarrollo:* Si con el estudio de factibilidad se reconocen las posibilidades del desarrollo del sistema, se procede con este. Aquí se analizan los requerimientos y se elabora un diseño, que sirve de base para el desarrollo. La fase de desarrollo consiste en analizar, diseñar, construir o adecuar los programas que se requieren para aportar las soluciones que justifican el desarrollo del sistema.
- *Operación:* Ahora el sistema está terminado, los usuarios introducen datos, obtienen información y reportes. Si el sistema no satisface los requerimientos funcionales de la organización o se detectan ciertos errores, es necesario considerar la fase de mantenimiento.
- *Mantenimiento:* Consiste en corregir los errores que se detectan en los programas o en las funciones que realiza el sistema, así como la posible integración de nuevas funciones.
- *Muerte:* Se llega a esta fase cuando el sistema ya no es necesario o existe la posibilidad de ser remplazado por otro mejor. Si al sistema original se le hacen mejoras o cambios, se inicia nuevamente el proceso.

Este ciclo de vida se basa en un método, el cual guía un conjunto de actividades que se realizan para desarrollar e implantar un sistema de información y esta constituido por: Investigación preliminar, determinación de requerimientos, diseño del sistema, Desarrollo o adecuación de programas, prueba de sistema y arranque de sistema.

1.3.5.1 Investigación preliminar.

Se inicia siempre con la petición de una persona o grupo de personas vinculadas directamente con la organización. Una vez formulada la solicitud se realiza esta primera actividad.

Esta actividad proyecta la identificación de problemas, oportunidades y objetivos. Generalmente estos ya han sido vislumbrados por un grupo de personas dentro de la organización. El aprovechar las oportunidades que se presentan puede implicar una mejora en el entorno organizacional, en términos económicos, manejo de información y toma de decisiones.

Las personas implicadas en esta fase son los usuarios, analistas y administradores de sistemas que coordinan el proyecto.

Las actividades de esta fase consisten en entrevistas a los encargados por área, la generación de resúmenes sobre lo obtenido, estimación del alcance del proyecto y documentación de los resultados.

El resultado final de esta fase es un estudio de factibilidad, el cual aporta una definición del problema y los objetivos del proyecto.

1.3.5.2 Determinación de los requerimientos del sistema.

La razón del análisis es comprender las facetas de la organización. Deben quedar perfectamente claros los objetivos de la misma, así como la información necesaria para que el personal de la organización pueda realizar su trabajo.

Las personas implicadas en esta fase son los analistas y los usuarios. Los analistas deben saber los detalles de las funciones actuales del sistema:

- ¿Quién? Personal.
- ¿Qué? Negocio.
- ¿Dónde? Lugar trabajo.
- ¿Cuándo? Temporalidad.
- ¿Cómo? Procedimientos.

En esta etapa los analistas estudian los datos obtenidos para identificar las características del sistema, así como la información que este debe producir y sus características de operación, entradas, procesamiento, respuestas.

Se preparará una propuesta de sistema, que incluye los subsistemas actuales, el análisis de costo beneficio, de las posibles alternativas y los pasos a realizar. Aquí debemos aclarar que cada problema es único y de múltiples soluciones.

1.3.5.3 Diseño del sistema.

La fase de diseño, produce los detalles sobre la forma con la cual el sistema cumplirá con los requerimientos identificados en la fase de análisis. Para esto se utilizará la información recolectada anteriormente, y el resultado será un diseño lógico.

Los analistas de sistemas comienzan el proceso de diseño identificando los reportes y demás salidas que debe producir el sistema. Una vez realizada esta tarea se precisarán los datos de cada salida.

En esta fase también se consideran los datos de entrada, los que serán almacenados en la base de datos, calculados y usados en el proceso de toma de decisiones. Así mismo, se escriben con todo detalle los procedimientos de cálculo.

Este diseño pasa a los programadores para tomar un cuerpo específico, en forma de programas.

1.3.5.4 Desarrollo de programas.

Los programas pueden ser adaptados, comprados, o desarrollado a la medida de la organización. La elección depende del costo de cada alternativa, del tiempo disponible para escribir los programas y de la disponibilidad de los programadores.

1.3.5.5 Pruebas del sistema.

Antes de que pueda ser usado el sistema de información debe ser probado. Durante esta fase, el sistema se emplea de manera experimental para asegurarse de que no existan fallas, es decir, que funciona de acuerdo con las especificaciones definidas.

1.3.5.6 Implementación y evaluación.

En esta fase se implementa la aplicación, teniendo como reservas el tamaño de la organización, puede ser implementada por fases o de un solo movimiento, incluso con un trabajo paralelo del viejo sistema. También se generan una especie de bitácora para su futura evaluación.

1.3.6 Metodologías del análisis de sistemas.

1.3.6.1 Análisis Estructurado.

El procedimiento general es estructurar u organizar los trabajos asociadas con la determinación de requerimientos en la organización, en cualquier situación. Se centra en especificar los requerimientos en términos de resultados por parte del sistema, en forma de aplicación. No se define, aun, como cumplirán los requerimientos o la forma en que se implementará la aplicación. Más bien permite que observar los elementos lógicos separados de los componentes físicos. Con los elementos que aporta esta estructuración, se puede comenzar a elaborar el modelo físico, estructura del sistema.

Para realizar el análisis estructurado, supondremos cuatro elementos, estos son:

- Símbolos, son iconos y convenciones para identificar y describir los componentes de un sistema, además de las relaciones entre estos componentes.
- Diccionario de datos, la descripción de todos los datos utilizados en el sistema.
- Descripciones de procesos y procedimientos, las declaraciones formales que emplean técnicas y lenguajes que permiten a los analistas describir actividades importantes que forman parte del sistema.
- Reglas, los estándares para describir y documentar el sistema en forma correcta y completa.

Uno de los procedimientos más importantes es el análisis de flujos de datos, que estudia el empleo de los datos en cada actividad. Aquí se documentan los hallazgos con diagramas de flujo de datos y en los diccionarios de datos se describen de manera formal los datos del sistema y los sitios donde son utilizados.

Un diccionario de datos, como dijimos anteriormente, es un catálogo de los elementos en un sistema. Estos elementos se centran alrededor de los datos y en la forma en que están estructurados u organizados para satisfacer las necesidades de la organización. Tienen características lógicas de los sitios donde se almacenan los datos del sistema incluyendo nombre, descripción, alias contenidos y organizaciones.

El diccionario de datos se desarrolla durante el análisis del flujo de datos y auxilia a los analistas que participan en la determinación de los requerimientos del sistema. Existen algunas razones para utilizar un diccionario de datos, estas son:

- Para manejar los detalles en sistemas grandes.
- Para comunicar un significado común para todos los elementos del sistema.
- Para documentar las características del sistema.
- Para facilitar el análisis de los detalles con la finalidad de evaluar las características y determinar donde efectuar cambios en el sistema.
- Para localizar errores y omisiones en el sistema.

El contenido del diccionario de datos tiene dos tipos de descripciones para el flujo de datos en el sistema:

- Elemento de datos, bloques básicos para todos los demás datos del sistema.
- La estructura de datos es un grupo de datos elementales que están relacionados con otros y que en conjunto describen un componente del sistema.

1.3.6.2 Análisis de prototipos.

Es una metodología que permite identificar las necesidades particulares de información de cada grupo de usuarios. Es una técnica compleja que requiere del conocimiento cabal del ciclo de vida del desarrollo de sistemas antes de llegar a implantarlo con éxito. Existen cuatro tipos de prototipos, estos son:

- Remedio: Tiene que ver con la construcción de un sistema que si bien funciona, se encuentra “parchado”.
- Escala Funcional: Son modelos, no funcionales en el sentido de la operación, que se generan a escala, con el propósito de evaluar ciertos aspectos del diseño.
- Modelo de escala completa: Se crea un modelo piloto, que permite una interacción real con el sistema, reduciendo los costos de solución de cualquier problema que emerja con el nuevo sistema.
- Modelo Funcional: Es un sistema que cuanta solo con algunas de las características mas importantes.

1.3.6.3 Diagnostico Organizacional.

El objetivo de un diagnostico organizacional es someter a la organización a un autoanálisis que le permita identificar síntomas presentes en la organización. El procedimiento general del diagnostico organizacional consta de los siguientes pasos:

- Selección del grupo de trabajo.
- Entrenamiento del grupo de trabajo.
- Generación de síntomas individuales.

- Generación de la lista colectiva.
- Proceso de síntesis y generación de problemas.
- Clasificación de problemas.
- Planteamiento de soluciones.
- Generación de un plan de trabajo.

1.3.7 Diseño de Sistemas de Información.

El diseño de un sistema de información, dará forma a los aspectos que se examinaron en el proceso de análisis del sistema. Esta etapa también es conocida como diseño lógico de los sistemas.

El paso numero uno, es identificar en los informes y salidas lo que el sistema deberá producir, así mismo se determinarán los datos específicos y sus formas de despliegue. También se han de elegir las estructuras de los archivos y los dispositivos de almacenamiento – *discos, unidades de cómputo o papel* -. Los procedimientos deberán expresar claramente como se procesarán los datos y cuales van a ser las salidas de estos. Este diseño puede quedar expresado por medio de dibujos, graficas o tablas.

La última etapa del diseño es la canalización de estos diagramas al grupo de programación a fin de desarrollar algunos programas o adaptar algunos existentes.

Como proceso general nos guiaremos por las siguientes líneas:

1. Definición del Problema.
2. Descripción del sistema existente.
3. Requerimientos del nuevo sistema.

El diseño significa hacer una planificación para satisfacer las necesidades de eficiencia de la organización. El diseño requiere una alta coordinación de actividades y procedimientos de trabajo. Este trabajo es una etapa creativa, donde se deben considerar la resolución de los problemas de uno en uno y con diferentes alternativas para cada problema. El diseño tendrá como resultado general:

1. Flujos de Datos: Movimientos de datos entorno al sistema.
2. Almacén de datos: El conjunto de datos temporales o permanentes.
3. Procesos: Actividades de manejo y manipulación de datos y suministros de estos, además de información.
4. Procedimientos: Métodos para el uso del sistema de información.
5. Controles: Lineamientos para determinar el grado de confianza de los resultados de sistema de información.
6. Funciones del personal: Determinación de responsabilidades de los involucrados con el sistema de información.

1.3.7.1 Diseño general de sistemas.

El diseño de sistemas se refiere a la formulación de especificaciones para el nuevo sistema propuesto de manera que satisfaga los requerimientos detectados en el análisis, es decir, el diseño será una presentación detallada del informe de terminación del análisis del sistema.

El diseño de un sistema se descompone en dos especificaciones:

1. Lógica, que representa los componentes del sistema y sus relaciones.
2. Física, que describe las entradas, salidas, procesamientos, modelos de datos y controles.

Mientras que el análisis de sistemas describe lo que un sistema debe hacer para satisfacer los requerimientos de datos e información. En la fase de diseño se mostrará como deben ser satisfechos estos objetivos por parte del sistema. El diseño de sistemas de información es el plan general o modelo realizado para este sistema en particular. Es como un plano de alguna construcción, el cual especifica todas las formas y estructuras del sistema, este proceso sugiere una gran habilidad para resolver problemas de representación y procesamiento de datos.

Para lograr un buen diseño es importante conocer ciertos elementos relacionados con los aspectos siguientes:

- Recursos de la organización.

- Necesidades de información de los diferentes grupos de usuarios.
- Necesidades de información de otros sistemas existentes.
- Metodología de procesamiento de datos.
- Operaciones con los datos.
- Herramientas de diseño de sistemas.

1.3.7.2 Objetivos del diseño de sistemas.

1. Soporte de decisiones: Con base en la información obtenida se apoyarán las decisiones de diversos aspectos dentro de la organización.
2. Satisfacción de requerimientos:
 - 2.1. Resultados oportunos.
 - 2.2. Información en formatos claros.
 - 2.3. Resultados exactos.
3. Fácil utilización: Un aspecto importante, pues si no se considera una facilidad de entradas, almacenaje y salidas, el sistema corre el riesgo de ser abandonado.

1.3.7.3 Etapas en el proceso de diseño de sistemas.

En el proceso de creación de un sistema de información, se establece un proceso repetitivo donde el analista revisará constantemente las estructuras y relaciones establecidas hasta encontrar las combinaciones que satisfaga todas las necesidades dentro de la organización en un esquema lógico conceptual. Una vez encontrados estos esquemas para el sistema, se formulara la proposición final. Como etapas básicas del proceso de diseño diremos que son las siguientes:

1. Definir los objetivos del sistema.
2. Desarrollo de un modelo conceptual.
 - 2.1. Identificar los resultados esperados más importantes del sistema.
 - 2.2. Resaltar los datos de entrada necesarios para obtener ese resultado.
 - 2.3. Describir las operaciones de procesamiento de datos, particularmente los algoritmos lógicos y los de cálculo que deben aplicarse a los datos para producir la información deseada.

- 2.4. Identificar los datos que se introducen solo una vez y quedan almacenados para usarlos en operaciones subsecuentes.
- 2.5. Establecer una base de datos, que servirá como sustento para el sistema de información.
3. Aplicar restricciones.
 - 3.1. Con base en las restricciones impuestas, eliminar los casos extremos de entrada, salida y procesamiento.
 - 3.2. Señalar los puntos de control.
4. Definir las actividades de procesamiento de datos.
 - 4.1. Definir los formatos de entradas y salidas para el sistema.
 - 4.2. Establecer los métodos de procesamiento.
5. Proposición del diseño de sistema.

1.3.8 Estudios de Factibilidad.

Los estudios de factibilidad son parte del proceso de diseño del sistema, y en particular cuando se evalúan las diferentes alternativas propuestas. Estos estudios consideran tres aspectos: técnica, económica y operacional.

1.3.8.1 Factibilidad técnica.

La factibilidad técnica evaluará si el equipo de computo y otros accesorios, así como los programas están disponibles, también si existen las capacidades técnicas sobre el sistema que se esta considerando implementar. Otro punto importante son las interfases entre los anteriores sistemas, como formatos y códigos de datos.

El personal dentro de la organización también es evaluado, es importante saber si este cuenta con la experiencia para realizar las tareas del sistema, puesto que si no cuentan con experiencia los costos de capacitación y aprendizaje requerirán un tiempo considerable. Además, si el personal no esta capacitado adecuadamente puede causar el rechazo de la nueva alternativa.

1.3.8.2 Factibilidad operacional.

Esta factibilidad comprende la determinación probabilística del uso del sistema como quedaría establecido. Se consideran cuatro aspectos de la factibilidad operacional: 1- El sistema puede ser demasiado complejo para los usuarios, de tal forma que puede dejar de usarse o causar errores en el sistema. 2- Un sistema puede provocar en los usuarios resistencia a su uso, quizá por miedo a ser desplazados por este sistema, dificultad de adaptación a nuevo sistema, por lo que se debe exponer las causas probables de resistencia. 3- El cambio repentino puede generar cierto conflicto para los usuarios, pues existe la posibilidad de no evaluar adecuadamente al sistema precisamente por la introducción rápida del nuevo sistema. 4- La obsolescencia del sistema puede provocar un rechazo por parte del personal, debido a la evolución de las técnicas de introducción manipulación y presentación de resultados.

1.3.8.3 Factibilidad económica.

El estudio de factibilidad económica incluye el análisis de costo beneficio, asociados a cada posibilidad del proyecto. El análisis costo beneficio comparará cada alternativa de los sistemas propuesto en relación del costo del mismo y el beneficio que este aportará. Es decir, se compara el costo de cada alternativa con el beneficio que esta traerá y se evaluará en función de que el beneficio sea mayor que el costo. Otro posible análisis es describir como la organización podría gastar el dinero en una mejor alternativa, en otro proyecto, que no sea un sistema.

Los costos de implementación incluyen el costo de investigación del sistema, el equipo de cómputo, los programas, la operación del sistema para su vida útil esperada, mano de obra, materiales, energía y mantenimiento. Algunos aspectos del costo y del beneficio pueden identificarse fácilmente, por ejemplo, los beneficios en ahorros en costos de operación, en términos de recursos usados – computadoras, licencias de programas y salarios -.

Existen otros beneficios que no son tan claros de identificar. Estos casos pueden ser referidos a la información que el sistema proporciona a la organización, lo cual puede

reducir muchos otros costos, por ejemplo, información con la que los expertos en planificación urbana pueden desarrollar un programa de desarrollo urbano, evaluando y modelando el proyecto desde la computadora, lo cual impactará en reducción de costos para realizar estudios; además de la reducción del tiempo entre la realización del estudio a su ejecución.

1.3.9 Implementación.

En esta fase del desarrollo del proyecto, se utilizará el sistema de una forma general para identificar fallas o posibles fallas.

En la prueba del sistema se examinan los datos de entrada, los procesamientos y los resultados, a fin de identificar errores antes de poner en marcha el nuevo sistema.

1.3.9.1 Arranque.

Esta es la última fase del ciclo de vida del desarrollo de un sistema, pero todavía no la última tarea. Para realizar esta etapa se debe considerar: colocar el equipo, instalar las aplicaciones necesarias, capacitación del personal encargado de manejar el sistema y se constituyen los archivos de datos que se necesitan. Cuando todo esto está listo, el sistema se considera que está puesto en marcha.

Generalmente para hacer las pruebas se selecciona un departamento de la organización para verificar los resultados del nuevo sistema.

Una vez implementada la aplicación se espera que trabaje por un tiempo considerable, pero en ocasiones el personal, los requerimientos y la tecnología se van sustituyendo, lo que genera la necesidad de dar mantenimiento al sistema; es decir, hacer cambios y modificaciones a la aplicación, a los archivos y los procedimientos.

1.3.9.2 Etapas de implementación y control.

1.3.9.2.1 Capacitación del personal

Se llama capacitación al proceso educativo que se establece entre los analistas y desarrolladores del sistema con los usuarios del sistema. Es decir, es un proceso de adiestramiento donde los usuarios aprenderán las formas que el sistema les apoyará para obtener un resultado sobre su trabajo.

Existen ciertas estrategias de capacitación que se derivan en identificar a los receptores de la capacitación y en función de esto seleccionar a los instructores.

El personal que será capacitado es todo aquel que haga uso primario o secundario del sistema. Esto es, desde los capturistas hasta los tomadores de decisiones. El tipo de capacitación se basará en las tareas a realizar por ese individuo dentro de la organización.

Para realizar la capacitación, esta puede ser impartida por los analistas del sistema, programadores o personal externo. Lo que resulta importante es que se conozca todos los recursos del sistema, además que el curso sea apoyado en un manual introductorio y una buena documentación.

Para realizar la capacitación se deberán seguir cuatro principios básicos sobre la capacitación, estos son:

- Establecer Metas –objetivos medibles-.
- Metodología de capacitación predefinida.
- Contar con espacios adecuados para la capacitación.
- El empleo de materiales comprensibles.

1.3.9.2.2 Pruebas del sistema.

Para tener la certeza que el sistema funciona de la forma en que deseamos que lo haga, debemos someterlo a ciertas pruebas a fin de detectar los errores. Las pruebas se realizan a lo largo de todo el proceso de desarrollo del sistema y no solamente al final. La función específica de estas pruebas es identificar problemas desconocidos, más que demostrar la perfección de manuales, programas o equipos. Aun cuando las pruebas son tediosas, resultan esenciales para garantizar la calidad del nuevo sistema. Es menos grave que el

sistema falle en la fase de pruebas que una vez instalado. La evaluación, entonces, se lleva a cabo conforme avanzan los trabajos de cada subsistema y modulo del proyecto. Las pruebas deberán hacerse a:

- Métodos de entrada de datos.
- Métodos de Salida.
- Métodos de almacenaje.
- Métodos de controles.
- A los programas.
- Y a las tecnologías.

1.3.9. 3 Implementación.

Existen cuatro formas de implementen el sistema, todos son diferentes y ofrecen ciertas ventajas y desventajas.

Por etapas: Se implementa el sistema de forma gradual a cada usuario. La principal ventaja es el ahorro de recursos por parte de la organización al ir implementando el sistema paulatinamente, así como la asimilación de las funciones y recursos del sistema por parte de los usuarios. Una de las principales desventajas es el tiempo de implementación

En Paralelo: Con esta forma de implementación, los usuarios, siguen operando el sistema anterior, pero también. La principal ventaja es la detección de errores por parte de los usuarios, además de su paulatina capacitación sin dejar de trabajar en el anterior sistema. La desventaja radica en los costos tan elevados por operar dos sistemas.

Piloto: Se implementa una parte del sistema en un segmento de la organización. Con base en la detección de errores o necesidades se hacen modificaciones al sistema, para su posterior instalación en los demás segmentos de la organización. Su ventaja es que proporciona experiencia antes de su implementación. Su desventaja es que puede generar desconfianza en el nuevo sistema.

Directo: Se reemplaza todo el sistema en un solo movimiento. La ventaja es que rápidamente se integran los datos y procedimientos a los esquemas de trabajo de la organización. La desventaja es que si existen inconvenientes no se puede recurrir a un sistema de apoyo.

1.4 Datos e información.

1.4.1 Conceptos.

En primer lugar debemos hacer la diferenciación entre, conceptos que generalmente son mal entendidos: los datos y la información. Los datos son hechos aislados, que fuera del contexto de la organización no tienen ningún significado. La información se obtiene del procesamiento, por cualquier método, de los datos y es usado este resultado, dentro o fuera de la organización para un fin práctico.

Los datos quedan identificados con elementos simbólicos, letras y números, que reflejan valores o mediciones.

La información es un conjunto de datos con un valor agregado, relevancia y proposito. Es decir, un aumento del conocimiento apropiado de los datos, pues estos son procesados, Figura 1.5, por ejemplo con una distribución de frecuencia, ya contiene un valor que por el solo hecho de existir no tenían. La relevancia significa una diferencia entre contar con esta información o no contar la misma; por ejemplo el caso de saber o no saber la distribución de frecuencias de los asaltos a transeúntes en unas determinadas vialidades. Por ultimo tienen un proposito en particular pues sirven a algún grupo de usuarios para realizar sus tareas.

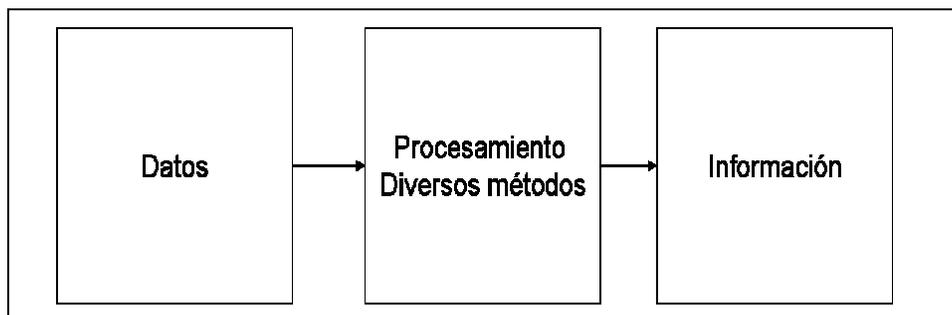


Figura 1.5 Diferencia entre datos e Información.

La información es útil en el contexto de la organización en relación a la toma de decisiones, por esto deberá cumplir con una serie de requisitos:

1. Exactitud: Debe ser precisa y libre de errores.
2. Global: contar con todos los detalles posibles.
3. Económica: el costo deberá ser menor que el beneficio de contar con la información.
4. Relevancia: La información es útil en la toma de decisiones. Es por ello que debe ser limitada estrictamente en este sentido.
5. Detallada: se deberá limitar, ser presentada en relación directa con la decisión a la que se le destina. Por lo que la presentación será en el formato más conveniente para este propósito.
6. Oportuna: Será presentada al grupo de trabajo que lo necesita y en el momento que lo necesita.
7. Verificable: Puede ser verificada en cualquier momento.

La información resulta ser uno de los principales componentes de la toma de decisiones, pero no garantiza que estas sean adecuadas. También podemos decir que la información es un acontecimiento que contiene un mensaje que amplía los conocimientos de quien la consulta o tiene acceso a la misma.

El valor de la información radica en el significado que esta realice en las actividades y responsabilidades, de los individuos.

La función primordial de la información, y por lo tanto la de un sistema de información, consiste en aumentar el conocimiento del usuario y reducir, con esto, la incertidumbre sobre el tema que a este le interesa.

1.4.2 Datos e información espacial.

Algunos especialistas en análisis geográfico afirman que ochenta de cada cien de los datos tratados por diferentes organizaciones están relacionados con el espacio geográfico, lo que denota que la toma de decisiones depende, en gran medida, de los datos espaciales.

Pero que entendemos por datos espaciales, es decir, ¿Qué son los datos espaciales? ¿Qué los hace tan importantes? ¿Qué les caracteriza?

Los datos son hechos aislados identificados de manera simbólica dentro de un receptáculo, explícitamente diseñado para ellos. Los datos espaciales tienen las mismas características, que un dato en general, pero debemos establecer la siguiente diferencia, como características muy particulares de los datos geográficos²¹: Localización, relaciones espaciales, temporalidad y atributos.

El primer elemento está definido por una localización absoluta, es decir, por dos coordenadas representadas en cualquier sistema cartográfico específico. Las relaciones espaciales son importantes pues con este elemento podemos determinar ciertos patrones. La temporalidad define el momento en que dicho fenómeno se manifiesta, y los atributos son las características que lo definen como fenómeno único o como parte de un grupo de fenómenos.

Para clarificar este punto vamos un ejemplo. Pensemos en el Centro Histórico de cualquier ciudad, por ejemplo la Ciudad de México; en este lugar existen una serie de comercios, en particular uno: El Palacio de Hierro, el cual se estableció en 1888²², como tienda departamental. Este negocio lo podemos clasificar como un dato pues en general es un hecho aislado que no dice nada.

La representación de este dato, en el receptáculo donde puede quedar registrado, por ejemplo en un listado de papel; pero una forma más efectiva de almacenarlo es un mapa. Este dato como una de sus características queda expresado en las coordenadas perfectamente identificables en cualquier modelo cartográfico. Dichas coordenadas representan su localización, Latitud y Longitud. La temporalidad está determinada por dos momentos, los cuales definiremos como el momento en que es fundado este lugar o el momento del levantamiento del dato. Los atributos son las características que nos interesan sobre el lugar. Este es un dato espacial, que podemos resumir como un fenómeno que puede ser representado en un modelo geográfico, es decir, un mapa, puede ayudarnos a encontrar patrones de localización (relaciones espaciales).

²¹ Vid. Arnoff, Stan (1989) Geographic information system: a management perspective. Canada, Ottawa WDL.

²² Cfr. Proyecto: Palacio de Hierro, página principal [en línea] Responsable Humberto Farias : URL: <http://www.palaciodehierro.com.mx/> [Consulta: Enero 21 2005] Sitio consultado: http://www.palaciodehierro.com.mx/ph/corporativo/infocorporativa/corp_historia.jhtml?SERV=112

La importancia de estos datos radica en la posibilidad de la interpretación y toma de decisiones sobre algún asunto en particular. En general la colección de estos datos, por si mismos, no hace referencia a ninguna posibilidad de acción, pero en cambio cuando estos datos son procesados la acción, y por lo tanto las decisiones, se muestran claramente.

Siguiendo el ejemplo de la tienda departamental; si fuésemos los encargados de un área en particular de este negocio, encargados de la apertura de nuevas sucursales, necesitaríamos interpretar el espacio geográfico y tomar una decisión sobre la localización, es decir, emprender una acción específica: la apertura de una nueva tienda.

Es aquí donde los datos cobran importancia, pero no definitiva, pues la colección de los mismos servirá como apoyo de estas decisiones. En primer término deberíamos de saber donde están localizadas las demás tiendas de la firma y donde están localizadas las tiendas de los competidores. Si esto se hace en un mapa el análisis meramente visual puede ya ser una fuente de decisiones, pero quizás insuficiente. Una forma de procesar estos datos es con la llamada estadística espacial, que implica ciertos análisis de distribución de frecuencias y correlaciones espaciales. El resultado de este procesamiento es lo que llamaremos información espacial, que fundamentalmente sirve para tomar decisiones, para la praxis.

Esta información espacial no deberá ser confundida con la localización específica. La localización es parte de la naturaleza de los datos geográficos o espaciales, es un mero dato. La información espacial es un estructurante de la posición, dando significado y posibilitando la acción mediante la toma de decisiones.

La información espacial será pues, el procesamiento de los datos espaciales, con un tratamiento muy particular, que se inscribe en el contexto de una organización, un grupo de individuos o un sujeto en particular para que estos puedan emprender acciones en el espacio geográfico reduciendo la incertidumbre de las mismas.

1.4.3 Información y toma de decisiones.

La información decimos que es la composición de datos que se han colocado en un contexto significativo y útil, que se ha comunicado a un receptor, quien la utiliza para tomar decisiones²³.

En este caso afirmamos que la información sirve para apoyar todas las decisiones que tomamos en el contexto personal u organizacional, independientemente de los objetivos que se persigan. En el gobierno esto puede implicar, por ejemplo, la construcción de puentes, escuelas, otorgar ciertas concesiones, expropiar terrenos, ampliar las redes de transporte, entre muchas mas acciones. En las empresas la apertura de sucursales, generación de rutas de distribución o estudios de mercado. En el ámbito académico la regulación de ejemplos, métodos, aseveraciones o teorías.

Así la información es base de las decisiones, pero por si misma no garantiza que estas decisiones sean las correctas o las convenientes. Es responsabilidad de los tomadores de decisiones los caminos tomados, la información solamente reduce la incertidumbre y sustenta, en cierta medida, toda decisión.

²³Op Cit. Burch, John y Strater, Felix (1974)

Sistemas de Información Geográfica

Capítulo 2

2.1 Introducción.

Los datos espaciales son, sin duda, muy recurrentes en diversas organizaciones. Cuando se establecen planes, programas y proyectos, para efectos de mejorar las actividades de dichas organizaciones, se nota que una cantidad alta de datos se relacionan directamente con el espacio geográfico. Para ejemplificar lo anterior pensemos en un listado de escuelas, independientemente del ámbito y tipo que se trate, un elemento importante es su localización, con esta, y en combinación de otros atributos, podemos establecer relaciones, encontrar patrones y en todo caso tomar decisiones sobre las políticas a seguir en torno a estas escuelas.

Tradicionalmente para lograr un manejo adecuado de dichos datos se han utilizado mapas, logrando una concentración de datos y una modelación del territorio. Los mapas apoyan decisiones y aportan conocimiento sobre el territorio. Los Sistemas de Información Geográfica –SIG- y otros programas de cómputo han auxiliado en el proceso de compilación y representación del territorio, sustituyendo a los formatos tradicionales de representación de mapas. El SIG por sus capacidades de representación, almacenamiento, distribución y análisis de datos, se ha convertido en una herramienta completa y multifuncional para el manejo cartográfico.

Un SIG es un complejo de modalidades que habrá que entender para lograr que funcione a favor de los intereses de las instituciones. Es decir, el SIG cuenta con muchas facetas que al ser conocidas, nos auxiliará en el proceso de desarrollo de tales herramientas, además de apoyar las decisiones en función de sus capacidades de análisis, tan útil para la toma de decisiones. Es por eso que debemos procurar conocer dicha herramienta, sus potencialidades, capacidades, aplicaciones y funcionamiento en general.

2.2 Aspectos Generales.

2.2.1 Definición.

Para comprender que es un SIG vamos a dar algunas definiciones de diversos autores, las cuales apoyarán lo que nosotros definimos como un SIG.

Aronoff¹: se refiere a un SIG como un sistema basado en computadores que provee las siguientes funciones. 1) Entrada de Datos; 2) Administración de datos (almacenaje y recuperación); 3) Manipulación y análisis; 4) Salidas.

Gutiérrez y Gould²: Es una herramienta multipropósito con diversas aplicaciones, con la cual es posible almacenar, administrar y analizar información espacial.

Martin³: Un SIG es un tipo especial de sistema de información interesado en la interpretación y manipulación de un modelo geográfico. Basado en otras tecnologías auxiliares.

Comas y Ruiz⁴: toman como suya la definición de la *National Center for Geographic Information and Análisis* (NCGIA) Es un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representa datos georeferenciados, con el objeto de resolver problemas de gestión y planificación.

Otros autores señalan la capacidad de estas herramienta para representar los datos almacenados en formas graficas, mapas, para su consulta, análisis y distribución⁵.

¹Vid. Aronoff, Stand. (1989) Geographic Information Systems: A management perspectiva. Ottawa, Canada, WDL Publications.

²Vid. Gutiérrez, Javier y Gould Michael (1994) SIG: Sistemas de Información Geográfica. Madrid, España, Síntesis.

³Vid. Martin, David (1991) Geographic information System and their socioeconomic applications. London, England, Routledge.

⁴Vid. Comas, David y Ruiz Ernest (1993) Fundamentos de los sistemas de información geográfica. Barcelona, España, Ariel – Geografía.

⁵Cfr. Ordóñez Celestino et. al. (2003) Sistemas de Información Geográfica: Apliaciones con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales. D.F. México Ra . MA. ; Landata Nieves et.

En general se rescatan los siguientes puntos:

- Sistema de almacenaje de datos geográficos
- Sistema de representación de datos geográficos
- Modulo de análisis de datos con componente espacial
- Modulo para resolver problemas, como apoyo a la toma de decisiones mediante el análisis.

Con estos conceptos nos apoyaremos para decir que un SIG es:

Un SIG es una implementación informática, que intenta representar el espacio geográfico, con lo que es posible interpretar, modelar y analizar, dicha representación. Tiene por propósito resolver problemas en torno del conocimiento, organización y planificación territorial.

2.2.2 Referencias Históricas.

A mediados de la década de los 60, en Canadá, se implemento un SIG aplicado al inventariado de recursos naturales, apoyados por Tomlinson⁶. Estos sistemas surgen de la necesidad de integrar grandes volúmenes de información en programas especializados, pero el propósito principal fue contar con herramientas de análisis y procesamiento de datos espaciales, la esencia debería ser pues el análisis de datos⁷.

Como antecedentes a estos sistemas se encuentran aplicaciones desarrolladas en Estados Unidos, las cuales aportaron algunas experiencias a los desarrolladores en Canadá para el surgimiento de los SIG.

El desarrollo de los SIG fue paralelo a otros tipos de sistemas y tecnologías. Como tecnología consideramos el desarrollo de las computadoras como uno de los principales motores. Con base en estas, las computadoras, otras tecnologías informáticas orientadas al

al. (2004) Sistemas de información geográfica. Practicas con Arcviw D.F. México, Alfaomega;
<http://ecologia.campece.gob.mx/sig.html>; <http://fyl.unizar.es/Geo/SIGweb/Tema1.html>;

⁶ Vid. Op. Cit. Comas y Ernest (1993)

⁷Vid. Tomlinson, Roger (1976) Computer handling of geographical data: An examination of selected geographica information systems. París, Francia, UNESCO.

manejo de cartografía y Sistemas de información en general, en los años 50, fue posible la implementación de los SIG. Estas tecnologías apoyaban tareas de los especialistas en diversas disciplinas, como la cartografía asistida por computadora, la cual auxiliaba a los cartógrafos en la elaboración de mapas, reduciendo tiempos de edición y generación de mapas.

Una de las principales aplicaciones de los antecesores al SIG, fue el ámbito militar, donde se generaban mapas con base en los datos recolectados por los radares. Pero pronto se diversificaron las aplicaciones y estas penetraron en campos académicos, sobretodo con las necesidades de identificar mejores métodos para aprovechar y manejar la información geográfica.

2.2.3 Modelos Geográficos: el mapa.

Más que una serie de líneas, trazos, colores, puntos cardinales y accidentes geográficos, un mapa encierra el conocimiento, jamás neutral, que el mundo ha adquirido a través del tiempo.⁸

La actividad de desarrollo y descubrimiento de nuevas relaciones parte de la realidad, requiere de una forma para captar su funcionamiento, entonces es como surge la idea de separarla a fin de comprenderle y después representarle en sus formas esenciales, esta forma puede ser gráfica, simbólica. Esta representación es la que entendemos como un modelo, es decir, una representación de la totalidad con sus partes esenciales.

Generalmente la manera de modelar el espacio geográfico es mediante mapas. Estos mapas nos proporcionan datos e información relativa del espacio que representan. Este enfoque hace referencia a la representación territorial, en una parte de los atributos que nos interesan. Las entidades espaciales se conceptualizan y son representadas con símbolos cartográficos. La leyenda sirve de mecanismo de enlace entre el mapa y la realidad.⁹

⁸Vid. Brown, LI (1977) The History of maps. New York, EUA, Dover.

⁹Vid. Blachut, Teodor; et. al. (1979) Cartografía y levantamientos urbanos. New York, EU, Sringer – Verlag, Traducido en México, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980.

Entonces el mapa no es una maqueta de la realidad territorial sino una representación conceptual de la misma, a modo de ser útil para alguna actividad humana. La función de los mapas, es representar la realidad, la totalidad, lo que esta mas allá de mirada. Conocer la totalidad es prácticamente imposible, solo conocemos lo mas cercano a nosotros, la cuestión fenoménica, por eso el mapa sirve para acercanos a tal dimensión total.

A muchas personas les es muy difícil determinar su posición de forma relativa, pues no es asunto de instintos, sino cuestión de aprendizaje. Es decir, el ser humano construye mapas mentales para determinar la posición en determinado momento, pero esta construcción puede estar deformada porque no conocemos la totalidad, sino solo una parte, las distancias, los tiempos de transado y lo elementos del territorio son desconocidos en su mayoría.

La formalización en la construcción de los mapas, cartografía, adquiere importancia en la toma de decisiones, como conocimiento para la acción, la praxis. El mapa esta fundamentado en el trabajo pretérito y en la acumulación experiencias sociales –política, economía y cultura, en la transformación del conocimiento conceptual y el medible para obtener una representación del espacio geográfico.

El mapa será pues una forma practica de contemplar la realidad, en un segmento que esta en función de la escala, para tomar decisiones en el entorno de la planificación.

2.2.4. ¿Por qué un SIG?

Un SIG es una herramienta excepcional para el manejo de los datos espaciales. Estos datos son almacenados en formatos digitales, adecuados para el manejo con computadoras. Esto tiene una ventaja notoria sobre los mapas impresos, en primer lugar porque la recuperación de datos es rápida, en segundo lugar porque la edición de estos datos, de ser necesaria, es igualmente rápida y a bajo costo, los atributos de los datos pueden ser modificados fácilmente y la distribución se facilita, por la infraestructura de redes de computo que actualmente se tienen.

Los datos espaciales son representados de la forma más efectiva reconocida hasta el momento, en mapas¹⁰. Generalmente los mapas se encuentran realizados en formatos análogos, en papel. Un SIG viene a sustituir estos mapas por formatos digitales, basados en computadoras, lo que facilita la consulta, análisis y distribución de los mismos.

Uno de los aspectos más importantes, y la razón más poderosa, para implementar un SIG es la capacidad de análisis de los datos espaciales. El análisis encuentra cabida en el contexto de la práctica, es decir, con el resultado del análisis se reduce la incertidumbre de las decisiones, se alteran los planes sobre determinadas actividades, se modifican las opiniones sobre las alternativas a ciertas decisiones y se expresa una solución fundamentada.

El SIG permite una integración adecuada con otros tipos de sistemas presentes en las organizaciones. Lo cual diversifica los datos usados y los servicios prestados pueden incrementarse. Esto puede reflejarse, por ejemplo, en la administración de servicios que se prestan, la consulta y publicación de dicha información.

Las organizaciones son quienes están en mejores posibilidades de implementar un SIG, es difícil pensar en un SIG en un contexto diferente a un Gobierno –en sus diferentes niveles- o empresa, pues son estos quienes necesitarán manejar datos espaciales para realizar sus actividades. El nivel de profundidad y la cantidad de datos a utilizar y la administración de los datos depende de la organización, pues esta determina los lineamientos del diseño del sistema, es a esta a quien los datos servirán. El SIG deberá pues ser entendido como un sistema dentro de la organización donde interactuaran ciertos componentes, los cuales veremos más adelante.

Por lo tanto, un SIG es una excelente herramienta de trabajo siempre en el contexto de las organizaciones, pues reduce costos por la obtención de materiales, incrementa la velocidad de procesamientos, auxilia en los procesos administrativos y proporciona un soporte a la toma de decisiones. Todo esto con base en mapas como salida y fuente de análisis.

2.2.5. Aplicaciones.

¹⁰ Supra.

Los SIG encuentran aplicación en muchas actividades dentro de las empresas, los gobiernos –en cualquier escala- y diversas instituciones.

La habilidad del sistema para proporcionar datos e información espacial para múltiples propósitos define las posibilidades de aplicación. Debido a los múltiples ámbitos posibles de aplicación solo presentamos un listado de las principales:

- Medio Ambiente: En este campo se puede considerar como uno de los promotores del desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, basta con recordar que el primer SIG desarrollado fue en este campo. Dentro de las subaplicaciones se encuentran los análisis de impacto ambiental, estos se relacionan con la instalación de infraestructuras y equipamientos que afectarán la ecología del lugar. Otra de las aplicaciones más importantes en este campo está representada por el manejo de los recursos hídricos, los cuales van desde el inventariado de los recursos y el control de contaminación sobre los mismos.
- Riesgos y vulnerabilidad: Los riesgos y las vulnerabilidades que presentan los asentamientos humanos deben ser identificados plenamente para evitar catástrofes sociales. Generalmente el apoyo de las herramientas SIG permite el álgebra de mapas¹¹ con la cual es posible relacionar la presencia de fenómenos naturales y antrópicos que representan un riesgo para la población, pero al mismo tiempo demuestra las vulnerabilidades de la población con respecto a la presencia de dichos fenómenos. El diseño de SIG, en este sentido, auxilia a los encargados de los departamentos de protección civil a analizar y tomar medidas preventivas a fin de reducir la vulnerabilidad de la población.
- Agricultura: Una de las aplicaciones con más renombre e importancia la representan la agricultura, por varios motivos. Quizás el más importante es porque de esta actividad se obtendrán los alimentos para la población en general, otro factor de importancia son los apoyos y controles que se ofrecen en este sector. También podemos considerar los análisis que hacen ciertas empresas para el aseguramiento de cultivos, en función de la erosión del suelo, la infraestructura de lugar –riego, transporte, mercado, entre otros.- y las condiciones meteorológicas.

¹¹ Vid. Tema análisis Espacial

- Equipamiento e infraestructura: Generalmente los gobiernos proporcionan información sobre los servicios y las localizaciones de los mismos. Dichos equipamientos –hospitales, escuelas, centros de abastecimiento, centros de cultura y otros.- por ejemplo son inventariados. La aplicación relevante es cuando con la ayuda del SIG se puede determinar la localización o relocalización de estos equipamientos, mediante el análisis de varias capas¹² de información, como población –población objetivo, distribución, proyecciones de servicio y demás elementos-, y localización de otros equipamientos similares, con estos elementos se puede determinar la necesidad de nuevos equipamientos. Por el lado de la infraestructura –carreteras, oleoductos, redes de energía eléctrica, etc.-, no cabe duda que en la mayoría de los casos se representa en mapas. La planificación sobre la construcción de nuevas obras de infraestructura puede ser soportada por un SIG, pues este provee información útil, para este caso, mediante el análisis de los factores estructurales –geología, topografía, hidrografía, cobertura vegetal y climas-. Todos estos datos son almacenados en el sistema para proceder con el análisis de Localización óptima, dicho análisis arrojará un reporte sobre las posibilidades de construcción de infraestructura.
- Administración y planificación: Los gobiernos federal estatales y municipales son responsables de administrar su territorio.

Los gobiernos utilizan una gran cantidad de datos geográficos, dichos datos hacen referencia a inmuebles, infraestructuras, delimitaciones, equipamientos.

Los gobiernos se ven beneficiados por la implementación de esta tecnología pues cuentan con herramientas que hacen posibles la difusión, manipulación y actualización de datos referentes a los inmuebles, equipamientos e infraestructura. Además, las herramientas implementadas apoyan a la toma de decisiones de desarrollo urbano, rural y regional. Estas aplicaciones son un subtipo de sistemas de

¹² Idem

información geográfica y se llaman Sistemas de Información Territorial y Sistemas de Información de Registros Territoriales¹³.

Con este tipo de sistemas es posible generar programas de desarrollo urbano e identificación de necesidades en diferentes rubros, como seguridad, salud, transporte y otros. Dentro de estos programas de regulación, las fases de identificación de demanda favorece el entorno de la planificación, pues los diseñadores, basarán sus hipótesis en mapas.

Otra aplicación en este sentido, administración, es el catastro que es la administración de las propiedades en dos sentidos: 1) Recaudación de impuestos y 2) Delimitaciones como base para dirimir problemas jurídicos. Estos sistemas catastrales son unas herramientas costosas pero con un significativo resultado para la recolección tributaria, lo que incrementa el financiamiento de otros proyectos dentro de los límites territoriales de las administraciones que implementan estos sistemas.

- Otras aplicaciones, es difícil hacer un listado de otras aplicaciones, pero si es posible mencionar algunas de las mas significativas:

Aplicaciones en Salud. Estas aplicaciones hacen referencia estudios relacionados con la epidemiología y la localización de servicios. En general son implementados por instituciones de salud o por instituciones educativas.

Geomarketing, son aplicaciones relacionadas con las empresas, como el estudio de mercados, distribuciones e inventariado de clientes. Estas aplicaciones abren la posibilidad de uso en las empresas como organización. Generalmente contratan a empresas externas que les presten este servicio, pues incluirlo en sus estructuras puede ser muy caro.

Prestación y control de servicios. Las empresas dedicadas a la prestación de servicios y ciertos bienes que son provistos por infraestructura como teléfonos,

¹³ Op. Cit. Aronoff (1989)

televisión por cable o gas natural; utilizan un SIG para localizar a sus clientes y controlar (ampliación y reparación) su infraestructura.

Podemos concluir que el SIG, es una herramienta muy versátil, puede ser aplicado a diversos esquemas de organización, a organizaciones dedicadas a distintos rubros. Prácticamente el único requisito es la necesidad de datos espaciales para realizar u optimizar recursos, es decir, la necesidad de usar mapas para optimizar procesos.

2.2.6. Componentes.

Un SIG esta integrado por diversos componentes perfectamente estructurados, los cuales aislados no tendrían utilidad en un proyecto. Los componentes son: equipos, programas, datos e información, métodos y organización. Cada uno de estos elementos sirve a las funciones del sistema de ingreso, salida, almacenaje y procesamiento de datos.

Equipos, son todos los implementos que tienen una presencia tangible, como PC, estaciones de trabajo, servidores, tabletas digitalizadas, escáner de mapas, GPS, impresoras y plotter. También hacemos referencia a las redes y otros implementos que auxilien a la comunicación de los equipos.

Los *programas* cumplen con la función de puente entre el usuario y los equipos, es decir, con su uso se posibilita la entrada de datos a las computadoras o servidores.

Los *datos* hacen referencia a los registros de cualquier índole que son necesarios para realizar los trabajos. Estos datos deben estar almacenados en los equipos y serán manipulados o ingresados al sistema por los programas. Los datos juegan un papel muy importante en la implementación de un sistema.

En el mismo sentido es importante destacar que para la implementación de un sistema es necesario tener claro las necesidades de la *organización* a la cual se va a destinar, pues cada sistema que se diseña e implementa es a medida de dichas instituciones, ya sean de carácter público o privado. Las organizaciones son los usuarios, operadores y creadores de los SIG pues sin estas no tendrían sentido.

Para realizar cada una de las funciones de los sistemas: ingreso, salida, almacenamiento, análisis y toma de decisiones, cada uno de los elementos juega un papel importante, que enseguida veremos. Pero antes debemos mencionar que los *métodos* regulan cada una de las actividades.

El Ingreso de datos.

Este se realiza a través de la combinación de programas y equipos de cómputo, existen diversas formas de ingresar los datos, por ejemplo por captura directa, es decir, utilizando el ratón y el teclado de las estaciones de trabajo o las computadoras personales, esto generalmente referido a la captura de listados o digitalizaciones de mapas sin necesidad de otros implementos. Los programas pueden ser divididos en dos, los administradores de información geográfica, como arcview, arcinfo, mapinfo, etc. Y los manejadores de bases de datos relacionales, como SQLServer o MySQL. La combinación de ambos es adecuada y eficaz para la manipulación de datos geográficos.

Otras formas de digitalizar los datos necesarios para la organización es mediante una tableta digitalizadora. La tableta es una especie de restirador con una conexión hacia una computadora, el operador de estos equipos dibujará sobre un mapa adherido a la tableta los trazos más convenientes para el proyecto y estos quedarán integrados al proyecto¹⁴. Actualmente existe un escáner de mapas el cual permite registrar los mapas mediante este implemento y almacenándoles como archivos de imagen. Estas imágenes pueden ser integradas al proyecto SIG y vectorizada, si es el caso del uso de este modelo de datos. Respecto a esto existe una controversia entre el uso de tabletas digitalizadoras, y la digitalización en pantalla mediante programas automatizados o trazos de los vectores, que forman el mapa, pues cada una tiene sus ventajas e inconvenientes por ejemplo la tableta es más precisa sin embargo la digitalización en pantalla es más veloz. La selección del tipo de herramienta de ingreso de datos depende de las necesidades del proyecto, el acceso a estas tecnologías y las capacidades de los equipos, programas y personal.

Las salidas de datos e información.

¹⁴ VID. Op. Cit. Comas y Ernest (1993).

Las salidas de datos e información, hacen un uso extensivo de otros implementos como computadoras donde es posible consultar datos, conectadas en redes locales o redes globales. En el uso de la red podemos considerar la Internet, además de programas, no necesariamente manejadores cartográficos, sino otros como: navegadores, descompresores o transmisores de datos. Además del uso de impresoras convencionales y plotters, así como grabadores de discos.

El almacenamiento de datos.

El almacenamiento de datos se logra con la combinación de servidores, computadores con una mayor capacidad de procesamiento y memoria, conectados a una red local y programas especializados en servir datos –tabulares y cartográficos-, almacenados en administradores de bases de datos.

Toma de decisiones.

Las funciones de toma de decisiones están apoyadas en el análisis¹⁵ y otro tipo de consultas como mapas impresos y en discos compactos. La decisión se ejerce a través del conocimiento de la realidad, los administradores y tomadores de decisiones se apoyarán en el sistema a fin de reducir la incertidumbre, pero el apoyo en el sistema no garantiza el éxito de las decisiones tomadas. Las funciones de análisis son realizadas para comprender la dinámica espacial, a fin de aportar evidencias de ciertos procesos para intervenir en los mismos, es decir, aportan una opinión sistemáticamente estudiada para que con base en este razonamiento se ejerza una decisión.

Los componentes del sistema a utilizar dependerán de las necesidades de la organización, no es posible establecer un patrón de necesidades predeterminadas pues podría caerse en adquirir equipo o programas caros y obsoletos. Además las múltiples combinaciones de los componentes antes mencionados, para diferentes procesos, puede variar de organización a organización, en general nosotros describimos una combinación típica de estos elementos.

2.2.7 Fuentes de datos.

¹⁵ Vid. análisis espacial de este trabajo.

Las fuentes de datos que utiliza un SIG provienen de una diversidad de instancias tanto internas como externas a la organización. Los datos provenientes de la organización se dividen en listados bases de datos por departamento o área, mapas digitales y análogos.

Los listados hacen referencia a documentos en papel que aportan ciertas referencias de localización, como pueden ser las escuelas u hospitales. Las bases de datos internas no necesariamente se refieren a datos digitales, pero en la actualidad estas bases de datos se aportan en este formato. Dichas bases de datos contienen datos diversos como los licenciamientos de construcción, los negocios localizados en un determinado territorio o los anuncios espectaculares en una delegación son ejemplos de estas bases de datos. También existen materiales como mapas en formatos CAD y mapas impresos útiles para los proyectos que se pueden encontrar en las organizaciones.

Como datos externos podemos considerar las instancias superiores, secretarías e institutos, como proveedores de datos e información. Por ejemplo, la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Distrito Federal, en su área de catastro puede proporcionar datos en formatos digitales, CAD, que pueden ser procesados para integrarse a un SIG. Estas fuentes de datos deberán ajustarse a los lineamientos de datos a los parámetros de escala, proyección y representación de datos.

Al igual que los datos internos, los datos provenientes de fuentes externas estarán estructurados en formatos digitales y análogos. En mapas y listados, bases de datos y mapas digitales.

Dentro de estas fuentes de información están considerados la teledetección –fotografía aérea e imágenes de satélite-, también se consideran los datos GPS y de otros tipos de datos que se originan en recolecciones.

En general, las fuentes de información son variadas en los sentidos de la variedad, la escala cartográfica, las proyecciones y formatos. Un buen diseño de SIG definirá cuales son estas fuentes, los procedimientos de adecuación de los datos y los controles de calidad. Hoy en día las fuentes de datos suelen ser digitales pero en formatos CAD, con lo que los métodos de procesamiento, para la integración, deberán ser claros y precisos.

2.2.8 Tecnologías Complementarias.

Los Sistemas de Información Geográfica, están constituidos por varios elementos, como mencionamos anteriormente, los cuales son programas, equipos, métodos, personal y una organización. En el caso de las tecnologías específicas que complementan un SIG, pues auxilian en las tareas de procesamiento o integración de información a este tenemos:

- Mapas de escritorio. Los mapas de escritorio utilizan la información espacial para crear mapas, que forman parte de la base de datos. Tienen capacidades inferiores a SIG para manipular, analizar y almacenar datos e información. Pero complementan al SIG porque son programas que permiten la manipulación de los datos en el formato del Sistema. El ejemplo mas claro de la implementación de un sistema de mapas de escritorio lo podemos referir a los mapas que se elaboran en alguna organización que desea datos en este formato, entonces adquiere algún programa para manipular y generar mapas, por ejemplo Arcview o Mapinfo. Otros casos son los mapas que son elaborados de estas aplicaciones son los programas de edición gráfica, como Corel Draw, que permiten la generación de mapas como imágenes, no como vectores¹⁶.
- Sistemas CAD. Los Sistemas CAD, estos sistemas fueron creados ex profeso para crear diseños y planos, como edificaciones u obras de infraestructura. Estas herramientas no cuentan con componentes relacionales, ni de análisis. La utilidad para un SIG radica en sus capacidades para proveer información gráfica; en la actualidad existen versiones CAD que pueden relacionar datos con el sistema pero las capacidades de análisis son limitadas. En algunas instituciones, como en la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Distrito Federal, en particular el área de catastro, utiliza un Sistema CAD para ordenar la información, el problema radica en la capacidad y dependencia hacia los gráficos, además del manejo cartográfico – proyecciones, lo que dificulta el uso de esta información en otros ámbitos - limitado el sistema.

¹⁶ Vid. Tema Modelo de Datos de este trabajo.

- Percepción remota¹⁷, “puede definirse como la ciencia y arte de obtener información de un objeto analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no este en contacto físico con dicho objeto”¹⁸ La obtención de datos a distancia implica las imágenes de satélite o de fotografías aéreas. La fotogrametría ha sido utilizada en las décadas recientes como una fuente confiable de datos para la elaboración de mapas. Este método genera datos confiables y acelera los procesos de elaboración, sustituyendo en algunos casos a los métodos topográficos tradicionales. Las imágenes de satélite son otro fuente de información, con estas es posible contar con información permanente, pues todo el tiempo los satélites están enviando la información obtenida. Hoy día existen diversas clases de imágenes, ópticas y de radar¹⁹, las cuales tienen diferentes aplicaciones y capacidades: los ópticos más parecidos a la visión humana, los de radar más preciso por que no afectan la luz ni condiciones atmosféricas. Estas imágenes presentan diversos grados de resolución, es decir, la dimensión que es visible en la imagen. Por ejemplo, las imágenes QuickBird (figura 2.1) con resoluciones de 0.60 m, permiten observar objetos de 60 centímetros, como una banca en un parque.

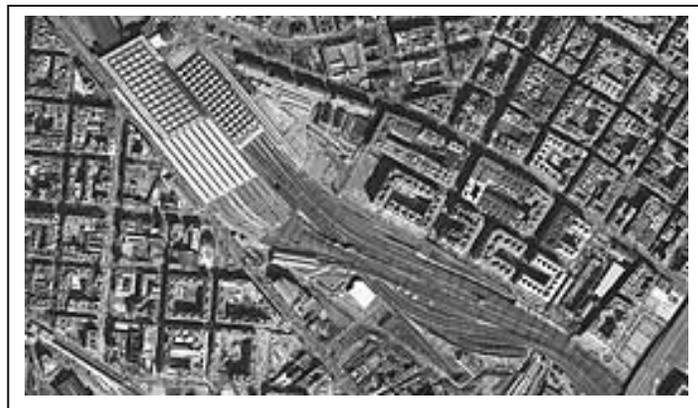


Figura 2.1 Central de Atocha, Madrid. Imagen QuickBird Fuente:
http://www.digitalglobe.com/sample_imagery.shtml 02082002

¹⁷Vid. Chuvieco, E. (2002) Teledetección Ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. España, Barcelona, Ariel.

¹⁸ Proyecto: Percepción Remota Satelital [en línea] Responsable: Teledet S.R.L. URL:
<http://www.teledet.com.uy/quees.htm> [Consulta: 2 Marzo 2005]

¹⁹ Op. Cit. Chuvieco (2002)

- **Manejadores de Bases de datos.** Los Sistemas de Bases de Datos (SBD). Los SBD se especializan en el almacenamiento de todo tipo de datos, por supuesto los geográficos. Su uso implica el almacenaje de volúmenes gigantescos de datos, además son muy efectivos en la manipulación tabular y la extracción de registros, mediante consultas complejas. Hoy día existe una tendencia a la conexión entre el SIG y los SBD, generando un híbrido. No obstante, los SBD, de manera aislada, no cuentan con la capacidad del SIG para ver mapas y los análisis basados en los mismos.

Como vimos anteriormente existen diversos materiales que permiten la generación de mapas, pero con diversas limitaciones, el SIG sintetiza cada una de las capacidades de los sistemas expuestos e incrementando tales capacidades, pues las combina para lograr metas como la presentación de mapas, integración de sistemas CAD e Imágenes de Satélite, y la conexión a las bases de datos, por ejemplo.

2.3 Modelo de Datos.

El concepto de modelo de datos hace referencia a como vamos a representar la realidad en un sistema computarizado. Es decir, el paso de la realidad total y compleja a un modelo, parcial y digital.

En el campo de los SIG existen dos formas generales de representar la realidad en una computadora. Estas formas de representación o modelos de datos son dos: el Vectorial y el Raster, estos deberán conocerse en términos de ventajas, desventajas y aplicaciones a fin de decidir cual es el mejor sistema para nuestros propósitos.

2.3.1 Modelo de datos Raster.

Los Modelos de Datos Raster se basan en una retícula regular que definirá celdas, cada una de las celdas contiene un valor que trata de representar el territorio, con este sistema se trata de resaltar las variables en la zona más que los límites.

El tamaño de las celdas determina la escala con la cual se está trabajando. Otra característica importante es que los datos quedan almacenados en capas pertenecientes a las mismas variables²⁰. Por ejemplo la información sobre los ríos marca dos tipos de celdas, las que representan la variable o las que no.

Una forma sencilla de conceptualizar este sistema es como una matriz de datos georeferida, donde cada celda, conjunción de columna y fila, obtiene un valor particular²¹. Como podemos ver en la figura 2.2.

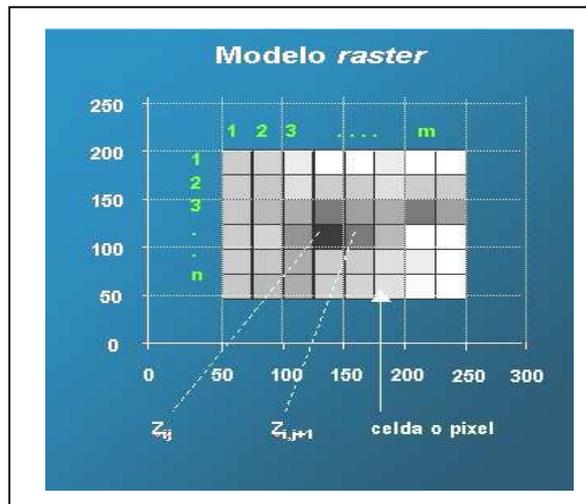


Figura 2.2 Representación del modelo Raster. Una Malla de datos con valores fuente.

Los sistemas basados en el modelo Raster para almacenar, manipular y analizar datos, suelen ponderarse en su aplicación para el análisis de variables continuas, es decir, que sugieren un modelo de medición del fenómeno en el espacio. Un ejemplo de lo anterior son los análisis de pendientes, que se pueden realizar para determinar el riesgo para una población de la ciudad que se asienta en una zona vulnerable. El análisis de las pendientes implicará la modelación de variables continuas como la altitud. De un modelo de este tipo se obtiene el modelo de pendientes y si lo combinamos con otros elementos del espacio geográfico, como geología y vegetación obtendremos ciertos patrones de riesgo.

²⁰ Ordoñez, Celestino y Martínez, Roberto (2003) Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemas medioambientales. D.F. México, Alfaomega - RaMa

²¹ Op. Cit. Martin, David (1991)

2.3.2 Modelo de datos Vectorial

Este modelo de datos esta basado en objetos más familiares, como el ser humano suele representar su entorno: Líneas, Puntos y Areas, estos elementos geométricos constituyen la representación cartográfica y son la base de este modelo.

Este sistema definirá cada uno de los objetos a través de coordenadas. Existen diversos tipos de modelos vectoriales. Uno de estos modelos, con un uso extendido es la estructura arco – nodo. En esta estructura los objetos se van construyendo con base a un nodo y los limites formados por la sucesión de puntos relacionados al nodo²². Un punto es un nodo aislado, como por ejemplo, los postes de teléfono. Una línea será una sucesión de puntos, al menos dos, que se conectan con un vector formando la representación. Un polígono será definido por no menos de tres nodos, quedando definido por estos vértices en sus ángulos interiores. Figura 2.3.

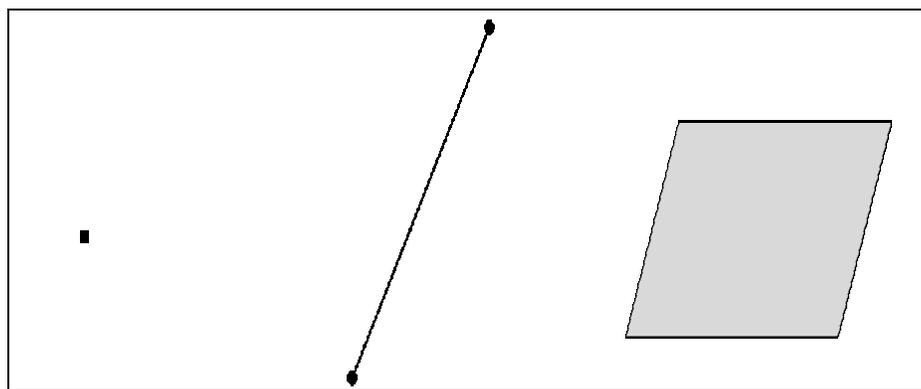


Figura 2.3 En esta Figura vemos de izquierda a derecha Un punto, una línea y un área. Estas son las formas de representación básica. Con estas formas se construyen los mapas en un sistema vectorial.

Las estructuras de datos marcan cierta diferencia entre una forma de organización y otra, estas estructuras obedecen a la geometría de los objetos y las formas de relacionarse entre los mismos, la topología. Generalmente se usan tres estructuras: el arco – nodo, spaghetti y el diccionario de vértices²³.

22Vid. Bosque, Joaquín. Et. Al. (1994) Sistemas de Información Geográfica: Practicas con PC Arc/info e IDRISI. Madrid. España. Ra-Ma.

²³ Op. Cit. Gutierrez y Gould (1994)

La estructura arco nodo, como mencionamos anteriormente, se genera en relación a la sucesión de líneas relacionadas a unos nodos. El arco es una sucesión de líneas que se originan en un punto o nodo y termina en otro.

La estructura en spaghetti identifica a cada uno de los objetos que integran la capa y les asigna un listado de coordenadas, dividido en pares según sea el objeto representado. Para el caso de puntos solo se necesitan un par de coordenadas, para las líneas al menos dos pares y para los polígonos al menos tres pares.

En el diccionario de vértices el fichero se construye una relación de los vértices y sus especificaciones respectivas, con estos datos es posible la construcción de un mapa.

A las relaciones geométricas entre los objetos que integran un nivel de información se les conoce como topología. La topología definirá pues, las relaciones geométricas de los objetos geográficos representados y será importante cuando se realizan ciertos análisis. Existen ciertos criterios o reglas topológicas que habrá que conocer en los procesos de digitalización de la información geográfica, a fin de reducir errores y facilitar muchos procesos como actualizaciones y análisis de datos. En los sistemas modernos la base de datos topológica es implícita, es decir, no es necesario capturar coordenadas y relajar el proceso de construcción de las mismas, solo habrá que construir los trazos de cada objeto a representar, pero con base en algo que llamaremos reglas topológicas, que veremos mas adelante.

Existen dos modelos vectoriales usados frecuentemente²⁴ el orientado a capas y el orientado a objetos. El primero es el más común, la característica principal es que separa la realidad por variables. Las variables hacen referencia a objetos de las mismas características, estas no deben mezclarse y se manejarán por capas, o variables.

En el SIG orientado a capas los datos se estructuran por variables. Cada variable ocupará una capa de información a fin de distinguirse de los demás tipos de datos. Debemos evitar mezclar tipos de variables, aun cuando estas puedan tener la misma representación, si esto

²⁴ Op. Cit. Comas y Ruiz (1993)

ocurre se dificultará la organización de los datos en el sistema, las consultas serán complejas y el análisis puede sesgarse.

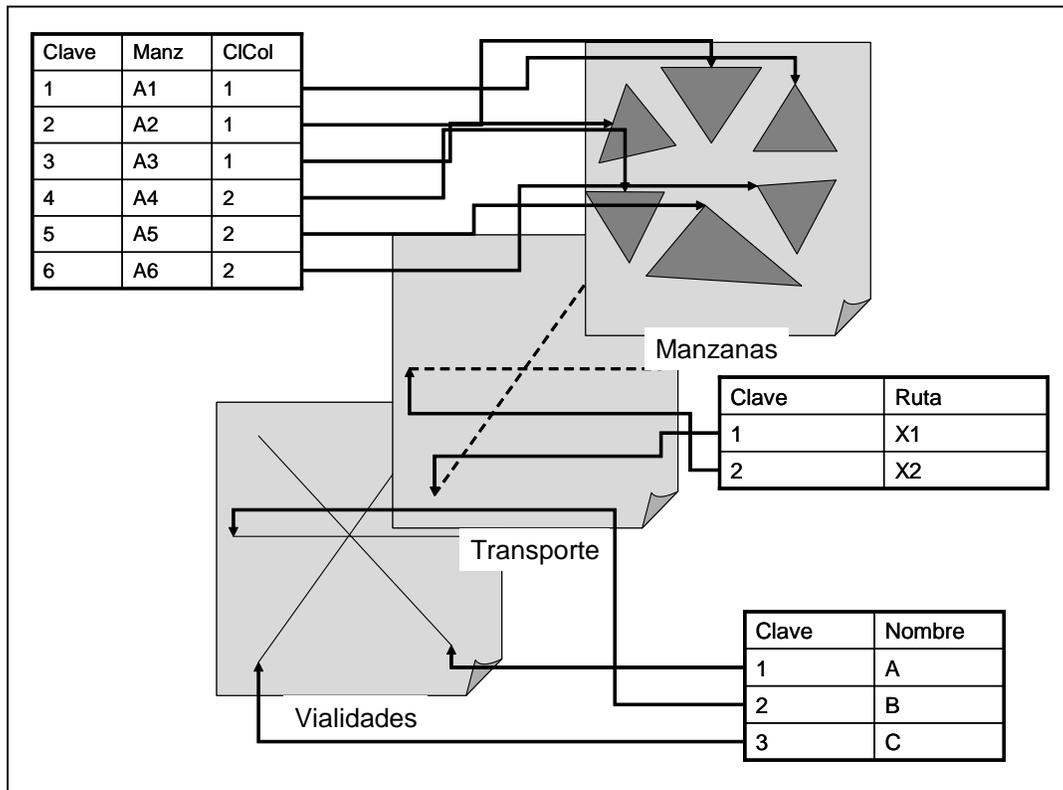


Figura 2.4 Representación capas de información en un SIG vectorial orientado a capas.

En la figura 2.4, observamos una representación de tres capas de información. Cada una de estas reprennda un tipo de variables y no están mezcladas. Lo que permite un manejo y actualización óptima del recurso.

El modelo de datos vectorial orientado a objetos, tiene como características: En primer lugar la estructura de su base de datos geográfica; en el modelo vectorial orientado a capas y los modelos Raster, como dijimos, se organizan por capas o variables de datos. Los sistemas orientados a objetos organizan sus datos a partir del objeto geográfico y sus relaciones con los otros objetos. Los objetos geográficos se agrupan por clases, lo que genera herencias, según el tipo de datos, además están sujetos a una serie de procesos.

En segundo lugar, se establece una dinámica de los datos introducidos, pues cada vez que se modifican valores una serie de objetos cambiaran con respecto a los otros sistemas.

Este tipo de sistemas es adecuado cuando los datos son cambiantes con respecto al tiempo y espacio, como en situaciones de flujos o transporte.

En este modelo, a los atributos se les genera ciertas funciones matemáticas, en la cual uno de sus componentes puede ser el tiempo, la velocidad u otras variables, entonces, cuando la función se ejecuta el resultado será una modificación de los atributos o sus posiciones.

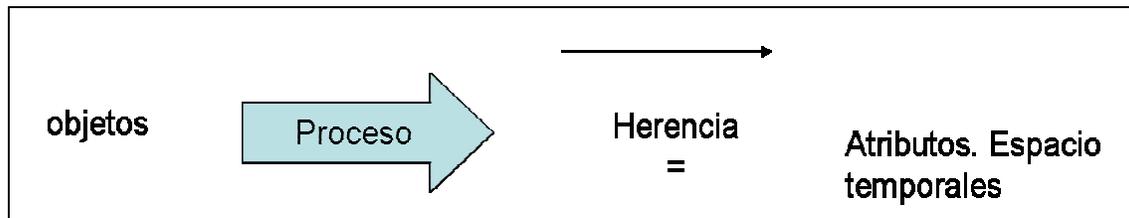


Figura 2.5 Representación del funcionamiento de un SIG vectorial orientado a objetos.

En la figura 2.5 observamos la concepción del modelo vectorial orientado a objetos. En primer lugar se conciben los objetos en el sistema, los cuales siempre establecerán relaciones funcionales con otros elementos, los cuales conoceremos como proceso; tales procesos se heredarán a los objetos de la misma clase y obtendremos un resultado, o una modificación en los atributos espacio temporales, o en otras características de cada uno de los objetos.

2.3.2.1 Reglas de Topología.

Las relaciones espaciales²⁵ entre los diferentes elementos geográficos y su posición en el mapa definidos matemáticamente es lo que conocemos como topología. Estas relaciones se establecen por el ser humano de una manera obvia, pero para el sistema de información geográfica será necesario definir las relaciones entre los objetos y su posición, en el caso de los sistemas vectoriales, para definir las relaciones entre los diferentes objetos que integran la base de datos geográfica.

Es importante en dos sentidos, el primero, como dijimos, para que el sistema gestor de datos espaciales pueda determinar las posiciones de los diferentes elementos y en segundo lugar establecer una serie de procedimientos de análisis de datos.

²⁵ Op cit. Aronoff

Las relaciones topológicas se establecen en el sistema de manera automática, pero habrá que hacer algunas observaciones o establecer ciertas reglas de trazado para evitar tener problemas en diversos procesos relacionados al manejo de los datos.

Como mencionamos en el tema anterior, modelos de datos, existen dos modelos (vectorial y raster), solo el vectorial usa la topología para establecer sus relaciones geométricas. En este tema, modelo vectorial, dijimos que para representar el espacio geográfico lo hacemos con tres elementos, líneas puntos y polígonos. Estos serán seleccionados según los elementos que deseamos representar.

Para lograr un buen nivel de representación y un análisis adecuado de los datos se deberán seguir las siguientes observaciones:

- Puntos
 - Los puntos deberán cubrirse, o estar sobre las líneas. Esto permitirá establecer las relaciones entre elementos que se representan de manera puntual y que se relacionan con flujos. Por ejemplo, la red de transporte público y las estaciones.
 - Los puntos deberán cubrirse con una cobertura de áreas bien definida. Se usa esta regla cuando tratamos una capa de puntos se asocia con las áreas. Por ejemplo, los negocios de una determinada ciudad se relacionan directamente con los predios de la misma, de forma univoca, entonces deberán, los puntos, estar contenidos dentro de las áreas que representan los predios.
 - Los puntos deberán establecerse como finales de líneas si estamos tratando de representar modelos de redes, como por ejemplo, las líneas de conducción eléctrica, donde hay un final de línea forzosamente existirá un elemento que puede representarse con un punto; postes, transformadores y otros.
- Líneas
 - En el trazado de una capa que se representa con líneas, se deberá evitar sobreponer dos objetos de dicha capa. Por ejemplo, en el trazado de los

vectores centrales de las calles no deberán dibujarse sobrepuestos estos elementos.

- En la medida de las posibilidades de los trazos cada segmento, tramo entre la intersección con otras líneas, este deberá ser único, no deberá estar formado por mas de un objeto.
- Las líneas no deben cruzarse a si mismas, cuando estas pertenecen a la misma clase de valores, o la misma capa.
- Las líneas de una misma capa deberán de conectarse exactamente con otras líneas de la misma capa, por ejemplo, en el caso de los vectores centrales de las calles, estos deben concertarse en las bocacalles.
- Cuando una capa de líneas se asocia demasiado con una capa de polígonos se deberá de respetar tal relación evitando la sobreposición con los mismos o la total inclusión. Por ejemplo en el caso de los vectores centrales de las calles y las manzanas, estos se relacionan demasiado y por eso deberán de respetarse la no unión. Para el caso de la red de agua potable, deberá de dibujarse la total inclusión, pensando en el caso de la asociación con los predios.
- Áreas
 - Dentro de una misma capa de áreas nunca se deben establecer sobreposiciones de los objetos. Por ejemplo, en el caso de una capa de predios, esta jamás deberá de sobreponerse pues implicaría que un mismo espacio pertenece a dos propietario.
 - Se deberán evitar tener huecos en las capas de áreas, por ejemplo, en el caso de los climas o modelos de pendientes no existen lugares con valor nulo.
 - Cuando se comparan polígonos de diferentes capas y los dos representan elementos una determinada área estos deberán de guardar los mismos límites. Por ejemplo, una capa de áreas de colonias y una capa de distritos electorales en su parte interna guardan diferentes límites, pero al exterior deberán presentar el mismo.

Con estas reglas básicas, y combinadas entre si, será posible establecer un patrón de trazos y relaciones que facilitarán los proceso de análisis de datos o su manipulación para efectos de actualización.

2.3.3 Comparación entre los modelos de datos.

Vamos a establecer una comparación entre los sistemas vectoriales, en general, y los sistemas raster. Esto nos permitirá identificar las ventajas que guardan cada uno de los sistemas en relación a ciertas funcionalidades en específico.

La mayoría de los autores apuntan ciertas ventajas de un sistema sobre otro, hemos tratado de construir una tabla de diferencias para establecer cual sistema podemos utilizar según sean la orientación que le demos a un proyecto SIG.

En la tabla que presentamos enseguida, se establecerán las ventajas de un sistema sobre otro, expresándolo de manera explicita, pero debemos recordar que estas ventajas son relativas pues cada proyecto SIG cumple con ciertas características que hacen pertinente conocer que ofrece una alternativa u otra.

Elemento	Sistema Raster	Calificación	Sistema Vectorial	Calificación
Topología	Relaciones topológicas casi inexistentes, lo que dificulta establecer relaciones geométricas precisas.	1	Establece relaciones topológicas precisas, por lo que usar este elemento en funciones de integración y análisis de datos resulta ventajoso.	3
Representación	La representaron del espacio geográfico es muy conceptual, debido a la base reticular que establece.	1	Es una ventaja, el modelo que establece, basado en líneas, puntos y áreas es similar a como se trazan los mapas de manera mas compresibles.	3
Mediciones	Se dificultan por ser formas continuas en el espacio, es decir, tratar de	1	La precisión de las mediciones es extraordinaria. Lo cual	3

	medir la distancia entre dos objetos resulta poco preciso.		solo depende de las escalas.	
Almacén de datos	Este requiere mucho espacio, dificulta su almacenamiento.	1	Es un almacén relativamente pequeño.	3
Integración de nuevos datos	Presenta ciertas dificultades para integrar nuevos datos.	2	Trabaja con nuevos datos constantemente, es relativamente sencillo integra nuevos elementos.	3
Análisis	Facilidad de análisis espacial con variables continuas en el espacio.	3	Dificultad para implementar análisis con variables continuas, pero la inversa con variables discretas.	2
Sobreposición de mapas	Es un proceso sencillo de lograr.	3	Existen ciertas dificultades en los proceso de sobreposición de mapas.	2
Total	Raster	12	Vectorial	19

Tabla 2.1 Comparación entre los dos modelos de datos SIG

Con esta comparación establecemos que el sistema vectorial es mejor que el raster. Esta afirmación deberá tomarse con ciertas reservas, pues “El modelo de datos” depende de las necesidades de la institución que lo implemente, si suponemos una organización que generará ciertos análisis de interpolación, con variables continuas, valorará mas contar con un SIG raster que uno vectorial o por otro lado una ciudad donde se desee establecer un catastro urbano el SIG raster servirá de poco.

Así que la conclusión mas acertada es decir que los modelos de datos a ocupar, y por tanto el programa, tendrán que ser valorados por los análisis del sistema en función directa de lo que se espera obtener de la herramienta.

2.4 Bases de datos Geográficas

Una vez que contamos con información gráfica debemos considerar que un SIG utiliza otra base de datos, que llamaremos de atributos. Esta base de datos generalmente esta integrada en los sistemas modernos con relación de uno a uno entre los objetos y los atributos.

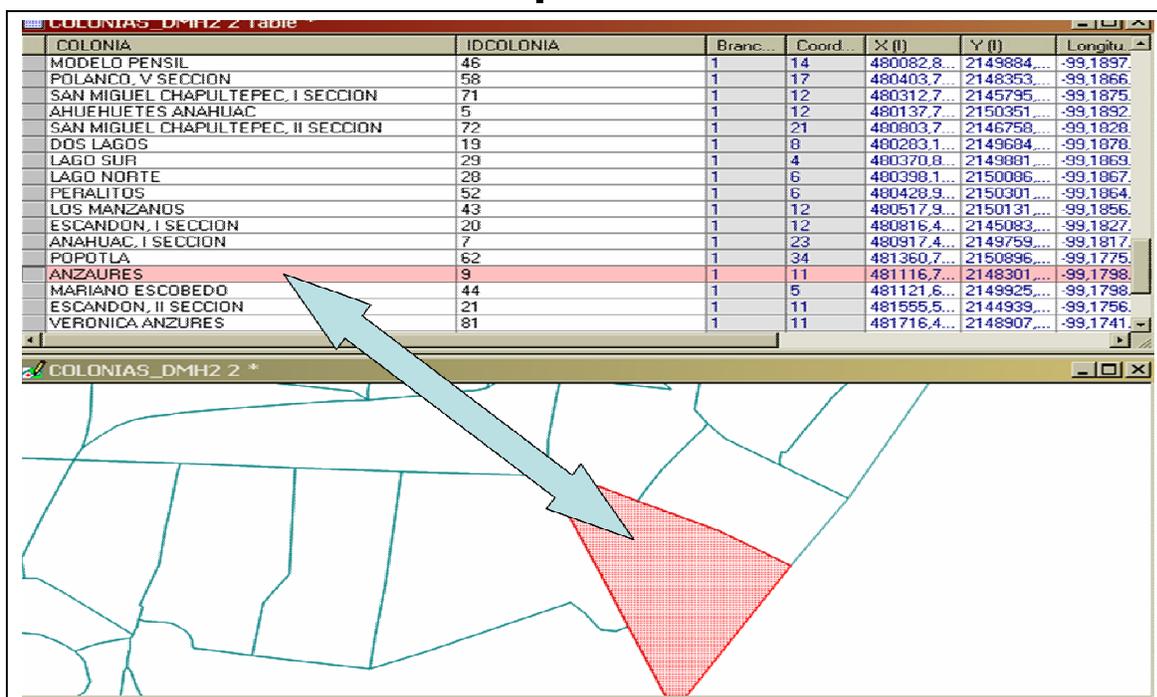


Figura 2.6 Relaciones explícitas entre dibujos y registros.

Cada uno de los objetos representados guarda relación directa con un registro (Relación uno a uno, entre objeto y registro)²⁶, como vemos en la figura 2.6. El sistema se fundamenta en una base de datos, entre los atributos y los objetos, que en conjunto llamaremos: base de datos geográfica.

Esta estructura de relaciones queda establecida en una base de datos relacional, en dos sentidos. La primera por el almacenamiento de los atributos en un sistema gestor de bases de datos y el segundo el almacenaje todo el sistema, cartografía y atributos, en sistemas gestores de bases de datos robustos, como Oracle, SQLserver o MySQL, auxiliados por conectores cartográficos.

²⁶ Se establecerá una relación univoca entre un objeto en el mapa y un registro en una tabla, estos siempre dependerán de la existencia del otro objeto para ser representados.

Otro aspecto importante para el tratamiento de las bases de datos es que sobre estas se apoya todo sistema de información, nos auxilia en tres momentos, el almacenaje masivo de datos, en la organización y administración de los mismos y en la recuperación en formas generales, incluidos ciertos análisis. Como mencionamos, las bases de datos relacionales, comúnmente son usadas para los propósitos de un SIG, pero existen otros tipos, ahora describiremos brevemente cada uno de estas

2.4.1 Bases de Datos.

Los sistemas de información que se utilizan en las organizaciones requieren el almacenamiento de grandes cantidades de datos para tres usos básicos, para el uso del mismo sistema; la generación de resultados o para la integración de la información contenida con otros sistemas²⁷.

2.4.1.1 Concepto.

Entenderemos a la base de datos como un grupo de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales serán recolectados y explotados por los sistemas de información de las organizaciones para un fin en particular.

Las bases de datos proporcionarán la infraestructura para los sistemas de información en general y en particular para el apoyo a toma de decisiones.²⁸ Estos sistemas harán uso exhaustivo de las bases de datos para lograr sus objetivos. Por tal motivo, las bases de datos, deberán conocerse bien, en términos de la estructuración y operación.

2.4.1.2 Ventajas en el uso de Bases de Datos.

El uso de bases de datos en las organizaciones aporta muchas ventajas, que repercuten en varios niveles, como el económico –reducción de costos de recolección e investigación de datos, por ejemplo.- en el plano administrativo consulta de datos estratégicos para la planificación.

²⁷Vid. Cohen (1994).

²⁸ Op Cit. Gómez y Suárez (2004).

En general se puede decir que las ventajas de usar un sistema de bases de datos son las siguientes:

- Generalización y distribución de datos e información. Permite a todos, o la mayoría de los integrantes de las organizaciones, consultar dicha información para la realización de sus actividades, incluyendo la planificación y toma de decisiones.
- Elimina la información redundante. Al tener la base de datos centralizada los datos duplicados se eliminan de nuestro sistema.
- Eliminación de inconsistencias. Se puede filtrar y eliminar información sin significado en el contexto organizacional.
- Independencia de conexión a los datos: se puede acceder a los datos de formas diversas, no deberá existir un único programa de acceso a los datos.

2.4.1.3 Componentes.

Una base de datos, esta compuesta de varios elementos que son:

- Datos: Son los registros que nos interesan almacenar.
- Equipos: Son los dispositivos de almacenamiento donde residirá la base de datos. También se consideran los dispositivos periféricos (servidores, redes, impresoras, escáner y otros.) que son necesarios para el funcionamiento general del sistema.
- Programas: Son un conjunto de programas que se conocen como Sistema Manejador de Base de Datos (Data Base Management System – DBMS-). Este sistema maneja todas las solicitudes de los usuarios del sistema.
- Usuarios: Son todos los grupos de personas que guardan interacción con la base de datos. Esos se dividen en tres:
 - Programadores: los diseñadores de los programas que utilizan las bases de datos
 - Usuarios Finales: los que accedan a las bases de datos por medio de un lenguaje de consulta o programas de aplicaciones.
 - Administrador de Bases de Datos: El encargado del control general del sistema de bases de datos.

2.4.1.3.1 DBMS.

El DBMS es un conjunto de programas que se encargan de manejar la creación y todos los accesos a la base de datos. Se integra por el lenguaje de definición de datos (DDL –Data Definition Language-), un lenguaje de manipulación (DML –Data Manipulation Lenguaje-) y un lenguaje de consulta estructurado (SQL –Structured Query Language-).

El lenguaje de definición de datos (DDL) es usado para describir todas las estructuras de información y los programas que se usan para construir, actualizar e ingresar la información a la base de datos.

El lenguaje de manipulación de datos (DML) es el lenguaje usado para escribir programas que crean, actualizan y extraen información de la base de datos.

El lenguaje de consultas (SQL) es usado para extraer información de la base de datos. Este lenguaje de consulta permite al usuario obtener información de las bases de datos, usando un conjunto estructurado de comandos que realizan diversas operaciones con los datos.

2.4.2 Modelos de Bases de Datos.

Existen tres alternativas básicas para diseñar una base de datos, estas son: Jerárquicos, en red y relacional. También existen un par de opciones de diseño de datos más avanzados que son: Orientado a objetos y declarativo. Los tres primeros son alternativas clásicas, las dos finales son alternativas más modernas.²⁹

Los sistemas de información geográficas se basan en las bases de datos relacionales, por eso le daremos mayor énfasis. Otro modelo que recientemente se utiliza es el orientado a objetos, precisamente en el SIG con modelo vectorial orientado a objetos. Ahora nosotros no entraremos en detalles del modelo orientado a objetos por eso solo daremos una explicación breve del este tipo de bases de datos.

²⁹ Vid. García, Pérez Fernando et al (2000) Informática de Gestión y Sistemas de Información, España, Madrid, McGraw – Hill

El modelo jerárquico, se establecen relaciones de padre a hijo, o propiamente dicho, relaciones jerárquicas, a la manera de un árbol. De tal manera que, en este modelo, se presentarán relaciones entre los datos en dos sentidos: uno a uno y uno a muchos.

Las relaciones uno a uno si el padre de la estructura de la información tiene solo un hijo y si el hijo tiene solo un padre. Las relaciones uno a muchos, donde el padre tendrá muchos hijos y cada hijo un padre.

Existen dos inconvenientes para el uso de este modelo. El primero que se establece una relación de muchos a muchos cuando un grupo de hijos tiene más de un padre. Esta estructura implica una repetición de registros muy grande, pues cada padre duplicará la información de cada hijo y cada hijo de cada padre.

El segundo inconveniente si existe una baja en algún padre, se tendrá que dar de baja a todos sus hijos.

El modelo en red. Este modelo evita la redundancia de la información incorporando un registro llamado conector, con esto se evitan tener unas dependencias intrínsecas y se generan las relaciones a través de esta conexión independiente. La dificultad en su manejo surge cuando se tratan de manejar los conectores.

El modelo relacional, se emplea con más frecuencia, debido a la facilidad de manejo de las bases de datos de este tipo, se llama relacional pues esta construida a partir de listados o relaciones, que contienen los datos necesarios del sistema, estos se conectan estableciendo tres tipos de relaciones: uno a uno; uno a muchos y muchos a muchos.

Las relaciones en la base de datos, listados o tablas, se establecen para dividir atributos por variables en cada tabla. Con esto se asegura la no repetición de datos, la generación de catálogos como apoyo a los registros y la recuperación optima de datos.

Las bases de datos orientadas a objetos, son un conjunto de aplicaciones que tratan de funcionar lo más parecidos a la realidad, esto es: los elementos de estas bases de datos serán muy conceptuales en un sentido y operaran similar a la realidad en otro. Con esto queremos decir que dicho modelo representará los objetos esenciales del espacio del

problema que queremos tratar y dichos objetos ejecutarán los eventos de manera similar a como en la realidad ocurre.

La estructura que utiliza este modelo es la relacional, la diferencia radica en los procesos que las bases de datos ejecutan para obtener resultados.

El Modelo declarativo. Es un sistema muy fácil de operar, pues el usuario solamente solicita los datos en un formulario y el resultado regresa a el sin saber exactamente como lo hizo, son bases de datos estructuradas para la búsqueda. Son bases de datos muy orientadas a áreas del conocimiento, es decir, con un mecanismo muy orientado a la extracción de los datos almacenados.

2.4.3 Bases de datos relacionales y SIG.

Una base de datos es un modelo de la realidad, donde se trata de abstraer dicha realidad para efectos de comprensión de dicha realidad. Por ejemplo, una biblioteca: en la realidad tenemos anaqueles con libros, dichos libros están organizados de acuerdo a una clasificación, por materia y tema, para lograr una búsqueda y la administración de los libros con los que contamos, implementamos una bases de datos, esta será un modelo de dicha biblioteca, pero no es la biblioteca, solo contendrá una representación de los elementos mas esenciales de la misma. Aun cuando las bases de datos no establecen analogías con el mundo real, siempre están intentando representarle, a esta pequeña parte de representación se le llama espacio del problema³⁰.

Para representar la realidad necesitamos un modelo de datos, que es una concepción sobre el mundo real, una idea que da orden a la realidad rica, total e incomprensible, en esos términos. Si esto lo organizamos en una base de datos le llamaremos esquema.

Como decíamos anteriormente, existen diversos modelos de datos, uno de los más usados en general es el modelo relacional. Este uso se generaliza en el SIG, es por eso que lo tratamos de manera particularizada.

³⁰Cfr Riordan, Rebeca (2000) diseño de bases de datos relacionales con access y SQL server. Trad. Luis Hernández et. al. Madrid, España, McGraw Hill

Como decíamos le llamamos relacional por que todo esta en un listado, tablas o relaciones. Dicho listado establecerá tres tipos de relaciones: uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos.

La primer relación, uno a uno, se da cuando en un par listados o relaciones, se establecen relaciones univocas e irrepitibles. Como por ejemplo, el listado de un predio, cada predio tendrá atributos legales, que se relacionan con las propiedades topográficas, figura 2.7.

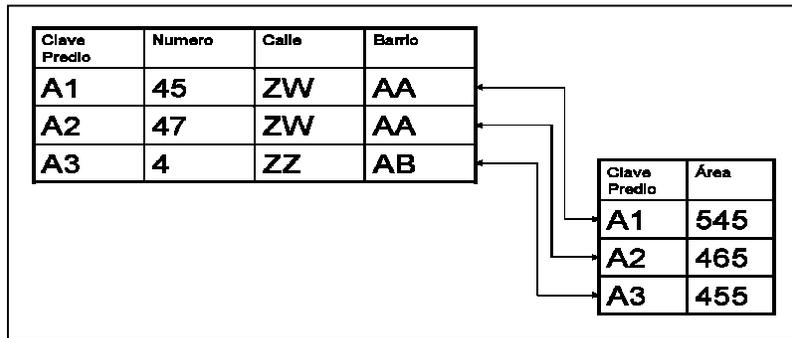


Figura. 2.7 Relación uno a uno, donde un registro de una tabla corresponde a uno y solo un registro de la otra tabla. La tabla en la parte superior representa las propiedades de localización, la tabla inferior las propiedades geométricas.

Las relaciones uno a muchos se establecen cuando un registro y muchos registros comparten una característica general. Por ejemplo, los predios que están en el mismo barrio, observarán la repetición de un campo con el la clave al cual pertenecen, figura 2.8.

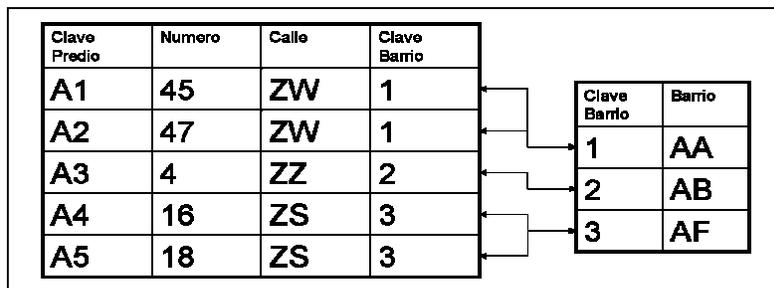


Figura 2.8 En estas dos relaciones observamos para la tabla de la izquierda 5 registros, que representan unos predios, cada uno de estos predios están localizados en un barrio en particular. Entonces, un barrio alberga muchos predios, por lo tanto se establece una *relación uno a muchos*

Las relaciones muchos a muchos, estas relaciones se establecen como una artimaña para generar los sistemas de transacciones de las organizaciones. Se establecen entre dos tablas principales y una intermedia que registrará las transacciones. Las tablas principales se vinculan usando la tabla intermedia como puente en relaciones de uno a muchos. Al conjunto le llamaremos relación de muchos a muchos. El ejemplo de transacciones que seleccionamos es el siguiente: Si un propietario de un predio desea hacer alguna modificación en su propiedad tendrá que solicitar un permiso, entonces, tendremos un listado de todos los predios y un listado de todos los permisos posibles. La tabla intermedia funciona como vinculo y guarda todos los movimientos posibles para una misma localización, es decir, las transacciones o permisos. Si el propietario del inmueble solicita más de un permiso la forma más adecuada de almacenar estos datos es por medio de este tipo de relación, figura 2.9.

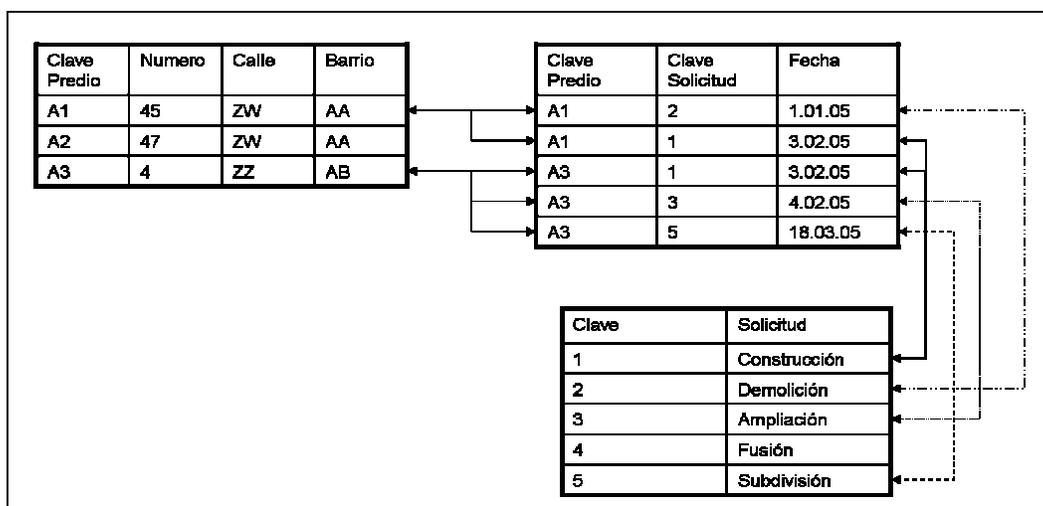


Figura. 2.9 Se muestra las relaciones muchos a muchos mediante la relación entre tres tablas. La tabla izquierda representa un grupo de objetos, predios, que pueden recibir algún atributo de la tabla derecha inferior, catalogo. La tabla Derecha inferior representa las posibilidades de acción sobre la tabla de predios. La tabla intermedia entre predios y catalogo, es la tabla de las transacciones, que representa las acciones autorizadas para un predio. Como se observa en la tabla de transacciones los predios A1 y A3 solicitaron múltiples peticiones, en diferentes tiempos. Esta forma de estructura es usualmente implementada en los sistemas de información geográfica orientados a la administración territorial.

Para establecer las relaciones entre las tablas, en cada una habrá que definir identificadores que permitan ligar los atributos, esto resulta útil para no repetir información y además recuperarla de forma rápida y eficiente. Vea figuras 2.7, 2.8 y 2.9

Las tablas en las bases de datos definen una estructura, la cual permite un manejo conceptual adecuado, y se expresa de la siguiente manera:

ID	ID2	COLONIA	RAZON SOCI	NOMBRE_COM	CATEGORIA	TIPO DE CO
48097	36	SAN LORENZO TLALTE		MISCELANEA LA LUPTA	ALIMENTOS Y BEBI	
48098	37	SAN LORENZO TLALTE		SIN NOMBRE A LA VISTA	HOJAR (PRODUCT	
48101	40	SAN LORENZO TLALTE		A. B Y C IMPORTACIONES	SERVICIOS EMPRE	
48102	41	SAN LORENZO TLALTE		SIN NOMBRE A LA VISTA	HOJAR (PRODUCT	
48104	43	SAN LORENZO TLALTE		BAZAR LEGARIA	CENTROS COMERC	
48105	44	SAN LORENZO TLALTE		LA NUEVA MILHA	ALIMENTOS Y BEBI	
48107	46	SAN LORENZO TLALTE		IMPRESORA FORMAL	IMPRESION EN MA	
48108	47	SAN LORENZO TLALTE		SIN NOMBRE A LA VISTA	CASOS ESPECIALE	
48109	48	SAN LORENZO TLALTE		SIN NOMBRE A LA VISTA	CASOS ESPECIALE	
48112	51	SAN LORENZO TLALTE		SIN NOMBRE A LA VISTA	ALIMENTOS Y BEBI	
48114	53	SAN LORENZO TLALTE		LEO	OFICINAS Y COMER	
48115	54	SAN LORENZO TLALTE		VENUS	USO PERSONAL (S	
48119	58	IGNACIO MANUEL ALTA		SIN NOMBRE A LA VISTA	CASOS ESPECIALE	
48120	59	IGNACIO MANUEL ALTA		SIN NOMBRE A LA VISTA	CASOS ESPECIALE	
48124	63	IGNACIO MANUEL ALTA		ELY TEY	ALIMENTOS Y BEBI	
48125	64	IGNACIO MANUEL ALTA		ILSE	USO PERSONAL (S	
48128	67	IGNACIO MANUEL ALTA		PALOMARES	ALIMENTOS Y BEBI	
48130	69	IGNACIO MANUEL ALTA		ABARROTES GONZALEZ	ALIMENTOS Y BEBI	

Figura 2.10. Estructura conceptual de una tabla en la base de datos.

En la figura 2.10 observamos una tabla convencional, esta tabla se estructura por cuatro elementos: El primero es la cabecera el cual contiene los nombre de cada columna; el segundo es el cuerpo, que es todo lo que no es cabecera. Como elementos secundarios, y no por eso menos importantes, tenemos los registros, que son cada uno de los datos que se definen en la tabla. Por ultimo tenemos los atributos, de cada uno de los registros, esto definen las diferencias entre cada uno de los registros.

Al modelo de datos y su estructura en forma tabular es lo que conocemos como modelo relacional.

Para el Sistema de información geográfica vectorial es una base de datos con un componente gráfico, el cual se relaciona uno a uno con una tabla, figura 2.11

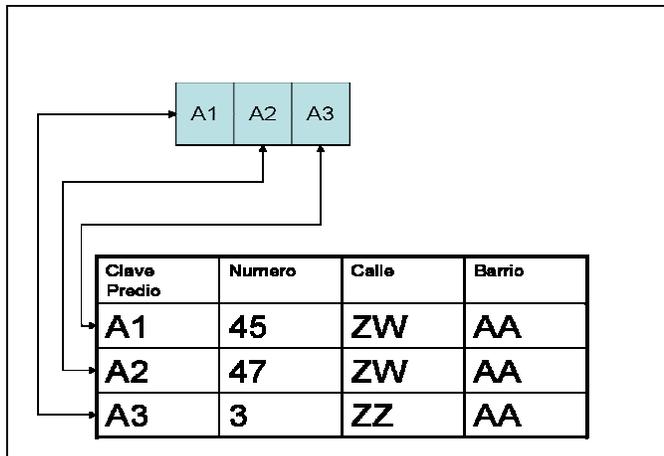


Figura 2.11. Representación de la relación entre un registro en una tabla y un objeto en el mapa.

En un SIG siempre se asociara un dibujo o gráfico con una tabla, y un registro en la misma corresponderá unívocamente con un objeto en el mapa. En la figura anterior, figura 2.11, observamos la relación que se establece entre un predio, como grafico, y un registro en la tabla. Si eliminamos el registro en la tabla desaparecerá el dibujo y viceversa.

Pero también es posible establecer relaciones con terceros objetos en diferentes tipos de relaciones, uno a uno, uno a mucho o muchos a muchos. En la figura 2.12, observamos la relación uno a uno entre un SIG y una base de datos relacional externa.

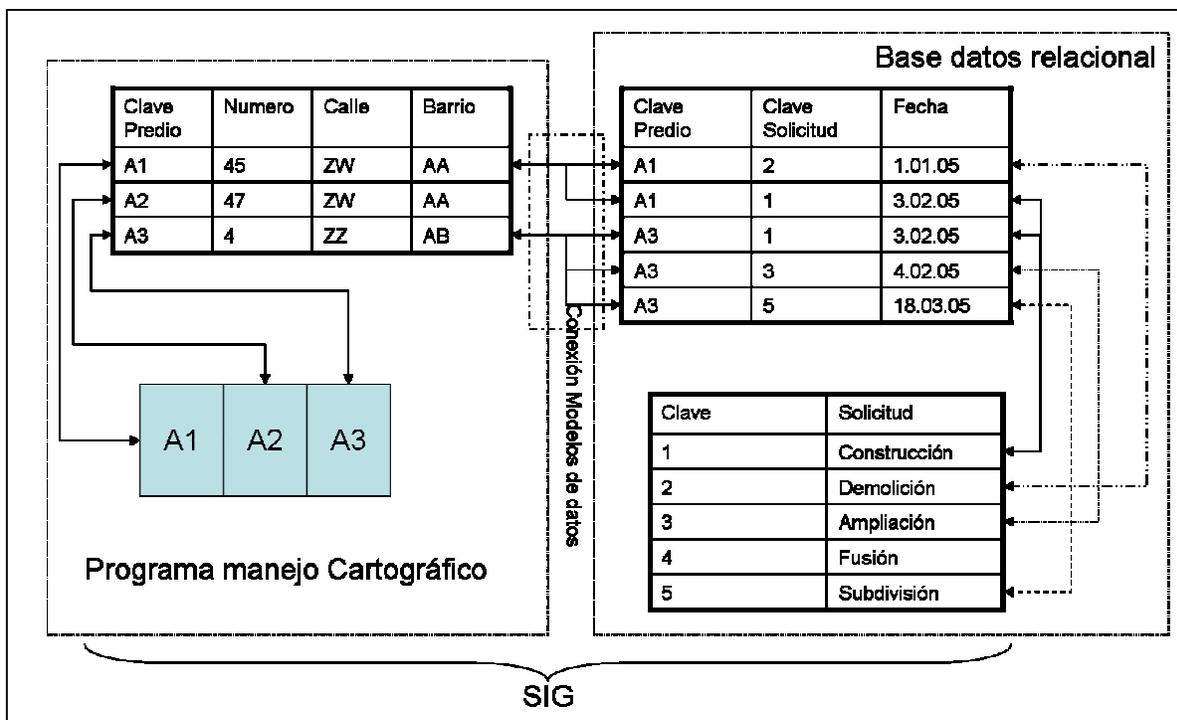


Figura 2.12. Se representa la relación uno a uno, entre los objetos cartográficos y su tabla temática, parte izquierda. En la parte derecha del gráfico, observamos la relación entre la tabla de transacciones y la tabla de los predios (uno a muchos), mapa, además de la relación con el catalogo de posibles acciones con la tabla de transacciones (uno a muchos). Entre los dos sistemas gestores de datos encontramos los modelos de conexión de datos. Este esquema refleja la capacidad del SIG para establecer relaciones y administrar los datos para múltiples propósitos.

En este caso tenemos una relación entre el objeto geográfico, la tabla, una tabla externa y un catálogo de datos –referente a las colonias-. En las dos primeras relaciones se establecen como uno a uno, en la última como una relación uno a muchos.

De esta forma observamos que la utilidad de las bases de datos relacionales esta intrínsecamente ligada a los SIG vectoriales orientados a capas, que es el modelo base para nosotros. Es importante considerar las bases de datos relacionales pues potencian las características de cualquier SIG, repercutiendo en las formas como este almacena, manipula y recupera la información.

A todo el conjunto de datos operados por el SIG le llamáramos bases de datos geográficas, estas son la base del sistema, no siendo propiamente dicho el mismo, pero jugando un papel significativo para el desempeño adecuado de este.

2.4.3.1 Creación de bases de datos geográficas.

Hemos expresado la interacción que se manifiesta en un SIG en términos de los datos cartográficos y los atributos de cada uno de los objetos representados. Ahora consideramos pertinente hacer una referencia a los principios básicos sobre la creación de una base de datos geográfica.

La construcción de una Base de Datos Geográfica (BDG) requiere un tratamiento de datos y un propósito específico. El primero definirá la calidad de los datos, el segundo hace referencia a las necesidades y uso de los primeros.

Para la construcción de la base de datos geográfica debemos considerar la recolección de los datos, estos se realizan en dos niveles: Los existentes en la organización y los que pueden ser compilados fuera de la organización, como un solo grupo, y recolección de datos con trabajo de campo. Los dos tipos de datos pueden estar en formatos digitales o formatos análogos, en papel.

Para la integración de este tipo de datos debemos considerar un tratamiento, antes que se incluyan en el SIG. El tratamiento para los datos análogos se hará de las siguientes maneras, divididos en mapas y en listados:

- Mapas
 - Tableta Digitalizadora: En este implemento se colocará el mapa a digitalizar sobre la tableta, se harán las calibraciones necesarias en la tableta, sistema de coordenadas y proyección, y el sistema de administración de datos geográficos o un sistema CAD, para realizar la entrada de los datos.
 - Escáner de Mapas: Un implemento que permite la generación de formatos digitales gráficos. Con un gráfico de un mapa se procederá a la vectorización del mismo, esta se puede hacer manual, automática o asistida. Estos tres procedimientos se inician con la entrada del documento en papel al escáner. Una vez generado el gráfico digital, se procederá a integrar este gráfico al sistema para su vectorización. El procedimiento manual implica que el operador extraerá, con ayuda de un programa de vectorización, todos los

objetos que se consideren importantes del mapa en cuestión. La vectorización automática la realiza un programa específico que extraerá todos los elementos clasificándolos por color, grosor y textura. Aun cuando las extracciones de datos por este procedimiento son buenas, en general, aun no resultan tan confiables. Quizás el procedimiento mas efectivo sea la vectorización asistida, la cual combina el trabajo automatizado y las decisiones humanas.

- Digitalización con ratón y teclado. En algunas ocasiones, cuando contamos con información general, como mapas manzaneros o de predios, y deseamos integrar otras informaciones como limites postales, colonias o zonas de vigilancia, podemos hacer uso del ratón de la computadora y el teclado, solo tendremos que trazar dichos limites haciendo una comparación visual entre el mapa impreso y los datos vectoriales que nos sirve de base. Solo habrá que considerar el procedimiento empleado, por ejemplo, dibujar líneas y una vez construido todos los limites transformarles a polígonos.
- Listados. Los listados son útiles cuando contamos con mapas que sirven como referencia a estos. Por ejemplo, si contamos con los mapas por predio y estos cuentan con los atributos de numero exterior, colonia y calle, es posible que los listados se integren o mejor dicho se geocodifiquen, es decir, que se representen en forma puntual o como atributos de algún objeto espacial (para el caso que expresamos un predio).

Estos listados deberán ser capturados en un formato tabular y se deberán normalizar, es decir, corresponderse con el o los mapa que ayudarán al proceso de geocodificación.

Otro tipo de integración de dato lo constituye el método conocido como geometría de coordenadas, COGO, basado en los levantamientos topográficos. La entrada se hace mediante la captura del listado con el teclado y la ejecución de un comando para la creación de un mapa de coordenadas en el programa administrador de datos geográficos.

En el caso de los formatos digitales los archivos se facilitan en su integración al sistema, pero este cómodo trabajo no es total. Cuando integramos datos en formato digital debemos considerar algunos puntos.

Para integrar los datos a nuestro sistema debemos observar diversos elementos:

- Mapas:
 - Formatos fuente:
 - CAD. Los formatos en este sentido provienen de programas meramente gráficos, como Autocad o Microstation. Estos datos contiene la información necesaria para ser integrados al sistema pero antes deberán ser procesados.

Generalmente los elementos de un archivo CAD contiene capas de información los cuales integraran capas completas o muchos capas integraran una sola en el SIG.

- Otro problema que se debe considerar son los parámetros cartográficos. Cuando los archivos digitales de los mapas son proporcionados en formatos digitales, en algunas ocasiones estos están dibujados respetando la escala del dibujo, pero los parámetros cartográficos, Datum y Proyección, son ignorados o son desconocidos por parte de los suministradores de información, lo que dificulta la integración a nuestros proyectos. En el mejor de los casos los archivos que nos proporcionan se conocen los parámetros cartográficos pero estos difieren de los parámetros que usaremos.

En este caso debemos considerar dos procedimientos, uno de cambio de proyección, en el caso que conozcamos dichos parámetros, y la información la necesitemos en otro sistema de proyección. En el segundo caso, que agrupa cuando desconocemos la proyección o cuando los archivos carecen de parámetros; en este caso tendremos que hacer una georeferencia vectorial de dichos archivos.

- Tablas: En el caso de los archivos digitales en formatos tabulares se deberá considerar los listados como una ventaja no terminada, es decir, los archivos digitales no tienen el significado de conclusión solo ahorrarán la captura de los mismos.

Para integrar los listados a nuestro proyecto SIG se hará una revisión de todos los elementos normalizando los datos, esto significa: igualar los campos a su referente espacial: Por ejemplo: Si tenemos un tabla de negocios y suponemos que uno de sus campos es colonia estos tiene una posibilidad de diferir con respecto a como los tenemos en el referente espacial, mapa de colonias, entonces debemos proceder a igualar las diferencias basándonos en los mapas.

- Otro tipo de datos digitales son los provenientes de los Sistemas de Posicionamiento Global GPS, por sus siglas en ingles. Los datos recibidos y almacenados por estos sistemas provienen de tres sistemas de satélites, ejercito de Estados Unidos NAVSTAR, uno europeo EGNOS Agencia Espacial Europea y el del Sistema ExSoviético GLONASS. Estos sistemas proporcionan de manera gratuita los datos de posición de los receptores GPS. Con estos datos será posible almacenar datos geográficos realizados en trabajos en campo.

Con estos datos es posible determinar posiciones relativamente exactas de muchos elementos. Una consideración importante es la escala de nuestros proyectos, si estas son grandes necesitaremos equipos mas sofisticados para realizar las tareas de recolección de datos.

Otra fuente de datos es la referente a censos y encuestas, como trabajos de campo. Estos requerirán una metodología que se apegue a los datos geográficos de nuestro sistema, en un primer momento, en un segundo momento servirán de base para la corrección de los mismos.

En general observamos que la creación de bases de datos geográficas se orienta a establecer los mapas y los atributos necesarios para aportar información necesaria a las

organizaciones. Pero este sistema requieren de un modelo de datos, como dijimos anteriormente, nosotros preferimos el relacional.

La preferencia por este tipo de archivos se basa en su capacidad para administrar los datos tabulares en general, y en particular a su capacidad para administrar todo el SIG, almacenando incluso la cartografía.

2.4.3.2 Calidad de los Datos.

Los datos, en general, son propensos a contener errores de diversos tipos, por lo que habrá que acotar en la medida de las posibilidades dichos errores. Recordemos que los datos en nuestro sistema representan la realidad, una realidad conceptual, que es infinitamente diferente a la realidad, por este simple hecho es imposible tener los datos cien por ciento confiables, considerando el volumen de los mismos.

La intención de un tema de control de calidad es para reducir dichos errores de datos e información.

- En la concepción del modelo pueden existir errores, los cuales repercutirán en la administración del sistema. Tales errores hacen referencia a las formas de representación o falta de elementos y atributos. Estos errores debemos acotarlos antes de validar el sistema, por eso es aconsejable presentar a la crítica nuestros modelos.
- Entrada de datos. Estos errores son los más comunes, pues se generan en dos sentidos, en la parte cartográfica y en la base temática. En la parte cartográfica habrá que considerar las reglas topológicas, que explicamos líneas atrás; evitar combinar capas de diferentes valores y contar con un método verificación de datos por muestreo.

El otro elemento a considerar es la base de datos temática, la cual provoca distorsiones en los atributos de los datos, estos tendrán que ser acotados por medio de catálogos que permitan una fácil normalización de los registros, así como someter nuestros datos al mismo proceso de verificación que los archivos digitales.

- Administración de datos. Una vez con los datos en un sistema de almacenaje, puede darse el caso que estos no se administren adecuadamente, es decir, que la forma de organizar a los administradores de las bases de datos implique una repetición y pérdida de trabajos por la forma en que están organizados dichos archivos. Para evitar estos problemas lo más conveniente es recurrir a las bases de datos centralizadas y organizar adecuadamente a los administradores del SIG.
- Análisis. Cuando se realizan ciertos usos de los datos, como la sobreposición de capas, para efectos de actualización los datos pueden generar errores, por ejemplo, si tenemos una serie de límites postales que se sobreponen a una capa de predios si la primera no se dibuja respetando las reglas topológicas los errores serán propagados para otros análisis. Este error lo acotamos si todas nuestras capas son realizadas basados en las reglas topológicas.
- Representaciones: Estos hacen referencia a las escalas de los datos y los formatos de salida. Este error es minimizado al considerar las fuentes de datos y con esto los procesos de reescalado de los gráficos.

2.5 Niveles de aplicación.

Un SIG, decíamos, siempre es concebido en un entorno organizacional, empresarial o gubernamental, no es posible un SIG al servicio de un individuo. Dentro de las organizaciones existen, si así lo conceptuamos, elementos que conforman el sistema organizacional. A cada uno de estos elementos podemos llamarles áreas, para el caso de las delegaciones políticas del Distrito Federal, direcciones generales y coordinaciones.

Los niveles de aplicación corresponden a las formas en como estará organizado el SIG, en el sentido de datos y servicios dentro de las organizaciones.

Existen tres tipos de niveles de aplicación de los SIG³¹, a saber:

- Departamental
- Semiprofundo
- Corporativo

El nivel departamental, en este nivel un área de las organizaciones decide recolectar datos geográficos en formatos de mapa y los administra en un equipo local de computo, usando un Administrador SIG, Arcview o Mapinfo, para almacenar, manipular y consultar datos espaciales. Existe la posibilidad de que se apliquen algunos métodos de análisis espacial. Pero todo esto dentro y exclusivamente en el entorno del área.

Supongamos una delegación política del Distrito Federal, en particular el área de obras y desarrollo urbano. Dicha dirección está encargada de realizar todas las obras de infraestructura y otorgar el licenciamiento en materia de construcción para los particulares. Imaginemos que dicha áreas se interesa por contar con mapas de donde ha otorgado licencias de construcción. Esto para efectos de la generación de reportes, pero lo hace de manera interna, sin compartir dichos mapas, ni generar dependencias con otras áreas. Diremos que es un SIG con nivel de aplicación Departamental.

31 Cfr. Proyecto: Introduction to ARCGIS data models [en línea] Responsable: ESRI URL: http://campus.esri.com/acb2000/showdetl.cfm?&DID=6&Product_ID=830&CATID=84&CFID=312791&CF_TOKEN=86100615 [Consulta: 28 Noviembre 2004]

El siguiente nivel de aplicación es el Semiprofundo, en este nivel dos o más áreas de una organización deciden compartir y usar datos de las otras áreas para realizar operaciones correspondientes a sus funciones.

Siguiendo con el ejemplo delegacional, si el área de obras genera estos mapas y otras área como jurídico decide utilizarlos para proceso internos y además los complementa, esto será un Sistema de Información Geográfica Semiprofundo. El uso por parte de jurídico sería en el caso de las verificaciones de obras de particulares, que son realizadas por petición de ciudadanos en general. La petición se haría para verificar las construcciones que se realizan, en el sentido de las inconformidades de los afectados por dichas obras, entonces manifiestan su inconformidad ante las autoridades delegacionales y estas deberán realizar una verificación para determinar si la obra se ejecuta dentro de los causes legales. El primer paso sería saber si esta obra ha sido autorizada o tiene licenciamiento; por eso un SIG Semiprofundo podría ayudar a realizar dicha tarea.

El nivel superior corresponde al nivel corporativo. Este nivel hace referencia a un uso del sistema de manera generalizada dentro de la organización. Implica un trabajo con una base de datos centralizada y un sistema de transacciones.

En el caso, hipotético, que describimos líneas atrás definíamos un sistema que en primer lugar era operado en un solo departamento, en el segundo caso se explico como los datos de las diferentes áreas son ocupados para realizar trabajos en las áreas de interés. Ahora, la explicación en torno a un SIG corporativo, el cual tiende a ser usado por la mayoría de las áreas en diversos procesos, complejos o sencillos.

El primer aspecto a destacar es que, en este nivel de aplicación, resulta indispensable la implementación centralizada, es decir, los datos y los procesos se harán en un lugar específico, por ejemplo en un servidor. El trabajo de actualización, consulta, análisis y reportes de resultados, se hará mediante los trabajos en redes.

Este tipo de trabajo implica, entonces, una base de datos centralizada y diversos implementos trabajando en red, cubriendo diferentes aspectos, como estaciones de trabajo, equipos de atención a usuarios y especialistas en análisis de datos espaciales.

El segundo aspecto es que la planificación del sistema debe contemplar tres aspectos: el primero es la integración del sistema con otros sistemas de la organización; el segundo que deberá existir un sistema de transacciones especializado para cada una de las áreas involucradas en el proyecto y el tercer aspecto es que el sistema debe contemplar la toma de decisiones y planificación como uno de los productos derivados. A este tipo de sistemas también se le conoce como sistemas de gestión territorial.

Como vemos existen diversos niveles de aplicación, cada uno responde a ciertas necesidades y experiencias de cada una de las organizaciones, resultará conveniente establecer un determinado nivel en función de estos dos criterios, pero sin duda cada uno aportará ciertas soluciones a la organización.

2.6 Análisis Espacial.

Este es uno de los aspectos más importantes de los Sistemas de Información Geográfica, pues lo diferencia de otros sistemas que tratan con datos geográficos, por ejemplo de los sistemas CAD.

Este análisis espacial se basa en una serie de modelos que nos auxilian en un proceso de interpretación de datos para la obtención de información, es decir, una significación práctica de los datos para tomadores de decisiones.

El análisis espacial lo podemos entender como un conjunto de procedimientos de consulta, integración y modelado de los datos en función de la distribución geográfica. Es un proceso de búsqueda de modelos geográficos y las relaciones entre los mismos, a fin de significar tales modelos para un grupo de interesados en dicha interpretación.

Esta característica es, aun, poco explotada por los administradores y creadores de SIG. Las capacidades de almacenamiento y distribución de datos suele concentrar la mayor parte de atención, pero la capacidad de análisis determina las diferencias sustanciales con respecto a otros sistemas. Por ejemplo, un sistema CAD puede almacenar datos geográficos, imaginemos los predios, incluso con una serie de implementaciones puede almacenar ciertos atributos, como permisos de construcción, pero no puede auxiliarnos en el proceso de interpretación y generación de mapas coropléticos para la generación de reportes que sirvan de base para la planificación urbana local. Así que el análisis espacial debe ser una motivación suficiente para el diseño e implementación de un SIG.

Cuando se inicio el proceso de análisis espacial se baso en procesamientos estadísticos y modelos matemáticos, no importando si el análisis fuese espacial o no. Por lo cual existía una inadecuación entre los modelos de procesamiento de datos geográficos, por su naturaleza multiespectral³². Pero con la experiencia en este ámbito los procedimientos se fueron adecuando hasta resultar en dos necesidades básicas para iniciar el análisis espacial: localización y atributos.

³²Vid. Chou, Yue – Hong (1996) Exploring Spatial Analysis in GIS. Santa Fe, New Mexico, USA, On Word.

En general se establecen cuatro aspectos que deberá cubrir el análisis espacial para lograr sus objetivos:

- Recuperación de información específica e individual: Consultas de manera sencilla logradas con base en las herramientas de los sistemas gestores del SIG.
- Sistematizar la información: Organizar información significativa para un grupo de personas dentro de las organizaciones.
- Búsqueda de patrones espaciales: Identificar la relación entre los objetos geográficos y su localización.
- Sistema de predicciones y modelado: Generar predicciones sobre localizaciones o fenómenos con manifestación espacial.

Las herramientas de análisis espacial provistas por los programas SIG, son muchas pero es el operador del sistema quien determina su uso en un momento determinado. Esto lo hace con base en una lógica bien definida. Visualiza un objetivo muy claro, es decir, una respuesta muy específica y va construyendo una serie de preguntas que le ayudarán a obtener las respuestas deseadas. Como un elemento conector entre preguntas y respuestas se encuentra los procedimientos de manipulación de datos para lograr el objetivo planteado. Así la valoración de las preguntas y métodos adecuados para llegar al fin establecido son responsabilidad directa del analista.

El análisis espacial, como sugieren Comas y Ruiz (1993), establece tres niveles de análisis los cuales se jerarquizan, determinando al primero como más sencillo y tercero como el más complejo. Este proceso de análisis de información geográfica es una interrelación entre las preguntas, funciones y respuestas planteadas.

El proceso sugerido será establecer las preguntas adecuadas para tener las respuestas necesarias para resolver nuestro problema. Entonces necesitamos determinar con exactitud la respuesta deseada, para posteriormente construir las preguntas apropiadas y obviamente los procedimientos para obtener dichas respuestas, ver figura 2.13.

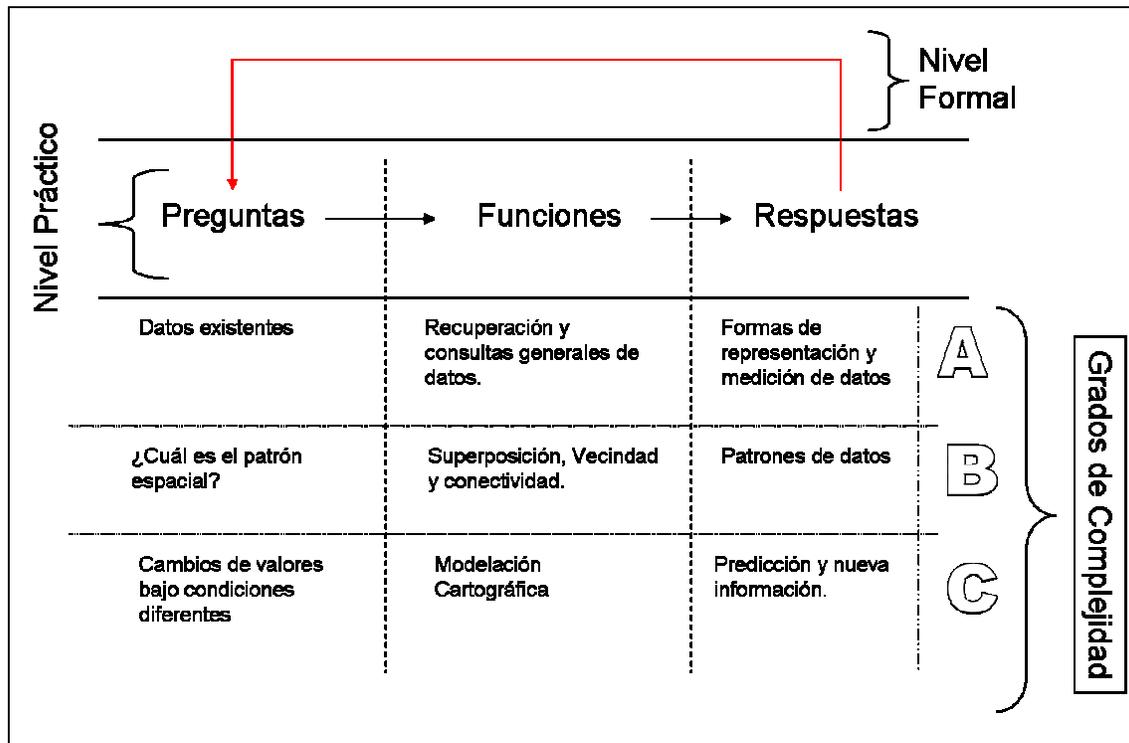


Figura 2.13. Proceso de análisis espacial, basado en Aronoff, Comas y Ruiz.

En la figura 2.13 observamos el proceso general del Análisis Espacial. Se establece un nivel práctico y uno formal, el primero hace referencia a la forma de proceder frente al equipo de cómputo, en este proceso se obtendrán resultados específicos. El nivel formal, establece una formalización del proceso, es decir, una planificación del análisis en este se establecerán las necesidades partiendo de las respuestas deseadas para suponer cuáles son los procesos más adecuados para encontrar las respuestas que se nos plantean como problema.

Después debemos diferenciar entre los diferentes grados de complejidad que establece el análisis espacial, tres niveles: En el grado A, encontramos como producto una exploración de los datos y la representación de los mismos, por ejemplo: áreas y nombres de las unidades administrativas; En el grado B el producto final es la determinación de los patrones de datos, es decir, una determinación sobre las condiciones espaciales sobre los fenómenos estudiados, por ejemplo, el grado de asociación entre la estructura urbana comercial y los diferentes tipos de faltas administrativas cometidas en una zona de la ciudad; en el grado 3 encontramos el nivel más complejo pues el producto será una predicción de fenómenos espaciales, además de la generación de información nueva que se representarán

como modelos para la toma de decisiones, por ejemplo, en el caso de la predicción está la evaluación de una zona urbana susceptible a cambios de uso de suelo residencial, construcción de departamentos y la evaluación de la infraestructura, determinando la capacidad de esta última para servir a las nuevas inmuebles, con esto determinando el número máximo de construcciones y sus características generales.

Hemos hablado sobre el análisis espacial en general, como proceso de interpretación y base para la toma de decisiones. Mencionamos el caso acerca de las funciones que realiza el sistema para lograr las respuestas deseadas, ahora nos corresponde describir dichas funciones.

2.6.1. Funciones.

Para explicar las funciones de análisis en el sistema de información geográfica, vamos a establecer cuatro tipos de análisis³³: Recuperación, sobreposición de mapas, vecindad y conectividad.

Creemos que es importante expresar que para realizar el análisis espacial es necesario establecer que las funciones de Sobreposición, vecindad y conectividad son espaciales y pueden y deben manejarse en el ambiente SIG. La función de recuperación puede realizarse en otros sistemas, como solamente en la base de datos o en los sistemas CAD.

2.6.1.1. Recuperación.

La recuperación es la función más sencilla de análisis espacial, puesto que con una serie de consultas, más o menos sencillas, se puede obtener una respuesta rápida a una interrogante en particular. Esta función es muy útil en dos sentidos, el primero en la exploración de los datos y en segundo término en la modificación de atributos, para su reclasificación o mantenimiento.

³³ Vid Comas y Ruiz (1993, Aronoff (1989). Y *Proyecto*: Gestión de información Geográfica [en línea] *Responsable*: Instituto Geográfico Agustín Codazzi URL: <http://www.igac.gov.co/temp/> [Consulta: 3 Marzo 2005].

Por ejemplo, si deseamos saber cual es el numero de escuelas, de diferentes niveles, localizados en un grupo de colonias X, se deberá realizar una consulta que establezca los datos que busquemos, esto se hace en un nivel exploratorio. Estos datos pueden ser útiles en varios sentidos pues servirán a diferentes grupos de personas para realizar sus labores.

Siguiendo el caso es posible que con la selección de las escuelas de una determinada zona, podamos darles mantenimiento a los datos, como sería la actualización del directorio telefónico.

En el sentido de los datos podemos clasificar los datos según algunos atributos, como puede ser el nivel educativo de cada uno de los centros, asignándoles un color específico para cada nivel. Esto se hará en los atributos temáticos.

Dentro de la clasificación podemos generalizar los datos, en un procedimiento llamado como *dissolve*, es decir, fundir los datos pertenecientes a la misma categoría.

También es posible generar mediciones sobre los atributos; como el área que ocupan cada uno de los equipamientos educativos en el grupo de colonias X, o la distancia promedio entre el emplazamiento de cada uno.

En las consultas puede extraer datos en general o consultas de resúmenes de datos, como sumas de valores en una misma zona. Por ejemplo: el número total de alumnos inscritos en el grupo de colonias X. Así es posible determinar otras estadísticas básicas como las distribuciones de frecuencia, las media, la moda, el promedio y la desviación estándar de un grupo de entidades espaciales, pero también es posible generar algunos análisis con estadística inferencial como las correlaciones espaciales entre las diferentes variables que se presentan en el territorio, pero este nivel sugiere un uso de otras capas de información, es decir, una combinación entre la recuperación y la Sobreposición, que veremos mas adelante.

Las recuperaciones de datos sirven en los niveles de conocimiento de las bases de datos, la elaboración de preguntas para posteriores análisis y la generación de reportes.

2.6.1.2. Sobreposición de mapas.

La Sobreposición es el manejo de los datos a partir de colocar capas de información una sobre otra. Este procedimiento generará nuevas capas donde se identificarán las relaciones espaciales de las variables.

En primer término se define que el uso de este tipo de análisis mostrará un nivel aritmético: sumas, restas, multiplicaciones y divisiones; y un nivel lógico que puede ser la búsqueda de ciertos patrones o valores que cumplan la condición que solicitamos. Para realizar este proceso, es necesario consultar en pares las capas³⁴.

Existen dos tipos de sobreposición, que están en función del modelo de datos, raster o vectorial. La sobreposición en el modelo vectorial suele ser más complejo por las relaciones que se crean. Nosotros explicaremos la sobreposición vectorial.

Existen cinco modelos básicos para la creación de un análisis de sobreposición, esto son:

- Unión
- Intersección
- Fusión
- Extracción
- Álgebra de Mapas

Unión consiste en sobreponer dos capas de polígonos las cuales servirán de base para la creación de una tercera, donde se ajustarán topológicamente. Esta operación puede combinar los atributos de una capa base, cualquiera de las dos, y la que sirve de referencia, la capa sobrepuesta.

Intersección consiste en la sobreposición de dos capas que generan una tercera que contendrá los rasgos de las dos capas en donde generan un grado de intersección. Este procedimiento se usa sobre polígonos.

³⁴ Vid. Comas y Ruiz (1994)

Fusión esta operación consiste en combinar los objetos con las mismas características de donde desaparecerán todos los atributos y solo prevalecerá el que determina la fusión. Se conoce como *Dissolve*.

Extracción es la generación de una tercera capa que contendrá los valores que se desean obtener de una relación de intersección entre las capas. Se conoce como *Clip*

Álgebra de mapas es una capacidad cuantitativa dentro de los SIG y es la aplicación de expresiones algebraicas entre los mapas. Esto permite a los usuarios especificar e identificar relaciones matemáticas entre los mapas. Esta función tiene mayor potencia en los SIG con orientación Raster; aun cuando los vectoriales lo realizan pero trabajando sobre las bases de datos temáticos³⁵.

2.6.1.3. Vecindad.

Los análisis de Vecindad consisten en una serie de procedimientos que utilizan la capacidad de los SIG para generar áreas alrededor de los objetos contenidos en el sistema cálculo de distancias – relación entre los mismos.

Como procedimientos característicos del análisis de vecindades de los objetos geográficos encontramos:

- Vecindades de objetos
- Análisis de Voronoi³⁶
- Análisis de Interpolación

Las vecindades de objetos se obtienen los objetos más próximos a un objeto u objetos con base en una distancia definida. Este procedimiento crea un polígono, basado en el centro de una figura, por ejemplo un punto, y a partir de este generan una zona de tamaño que se definió.

³⁵Vid. Proyecto: SIGMur [en línea] Responsable: Universidad de Murcia. URL: <http://www.um.es/geograf/sigmur/> [Consulta: Julio 2006]

³⁶Vid. Proyecto: Soporte en Línea, Manifold Systems, manuales [en línea] Responsable: Manifold Co. URL: <http://exchange.manifold.net/manifold/manuals/manifold/manifold.htm> [Consulta: 15 Febrero 2005]

Este tipo de análisis, aunque básico, nos aporta información sobre las relaciones que se establecen entre un conjunto de datos y otro, en función de la localización de alguno de estos. Por ejemplo, el caso de seguridad pública donde se puede establecer la pregunta: ¿a mayor vigilancia menor ocurrencia de ilícitos?

En la imagen tenemos ubicados los módulos de vigilancia y los robos cometidos, con estos dos elementos será posible relacionar si existe dependencia entre la localización y los fenómenos ocurridos, figura 2.14.

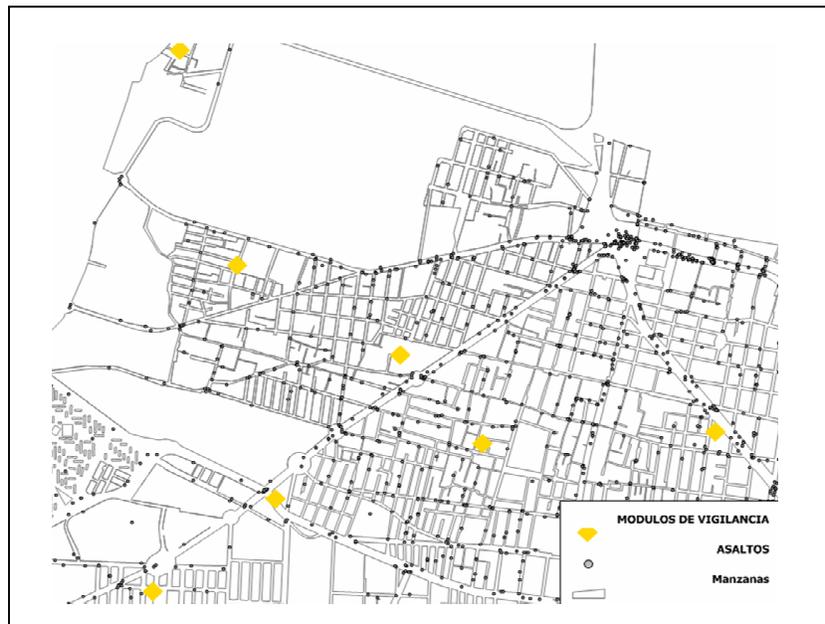


Figura. 2.14 Se representa el número de ilícitos de una zona y los módulos de vigilancia.

El primer paso será entonces contar con los datos en general. Como segundo movimiento, debemos establecer las distancias promedio entre los elementos independientes, los módulos de vigilancia: 365.5 metros, figura 2.15 Con este dato es posible construir un área de influencia, buffer, del mismo tamaño, figura 2.16

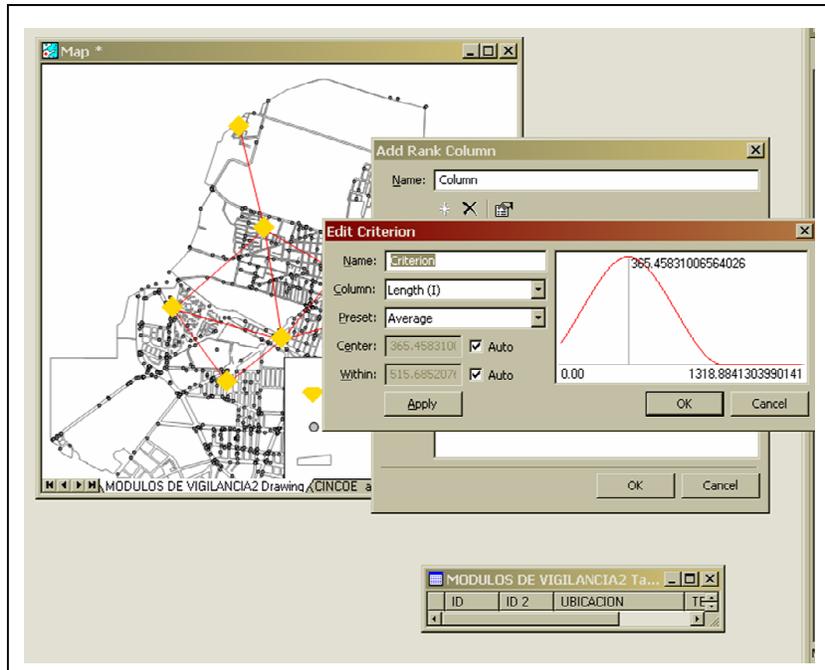


Figura 15. Promedio de distancias a los módulos de vigilancia.

Con esta información es posible determinar el porcentaje para dos casos, el primero el número de incidentes que cae dentro de las áreas de influencia y en segundo término el porcentaje global atendido.

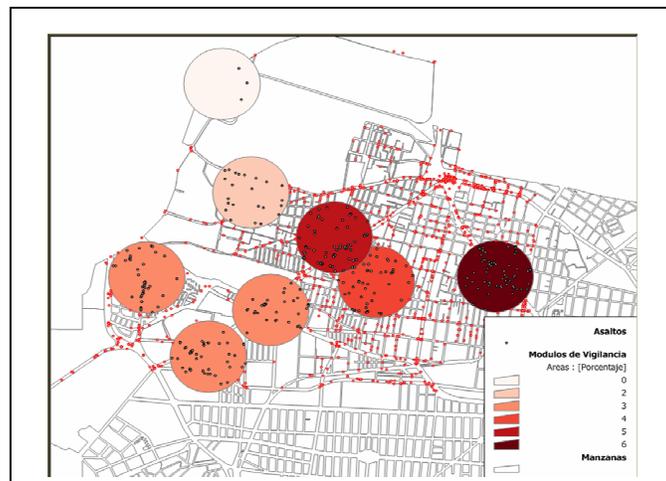


Figura 2.16. Buffer de acuerdo al promedio establecido y número de ilícitos ocurridos

En el mapa, figura 2.16, observamos la cantidad de datos representados en porcentaje de los asaltos ocurridos dentro del área de influencia teórica y con esto determinamos que el número de ilícitos cometidos dentro del área de influencia de los módulos de vigilancia es de 25.46 por ciento.

El Análisis de Interpolación es un modelo de generalización y trata de definir valores desconocidos basados en los valores conocidos, de las áreas vecinas. Se trata de establecer un valor para zonas no muestreadas o con valores que no conocemos. Con esto es posible la construcción de modelos digitales del Terreno, isolíneas y regiones, figura 2.18.

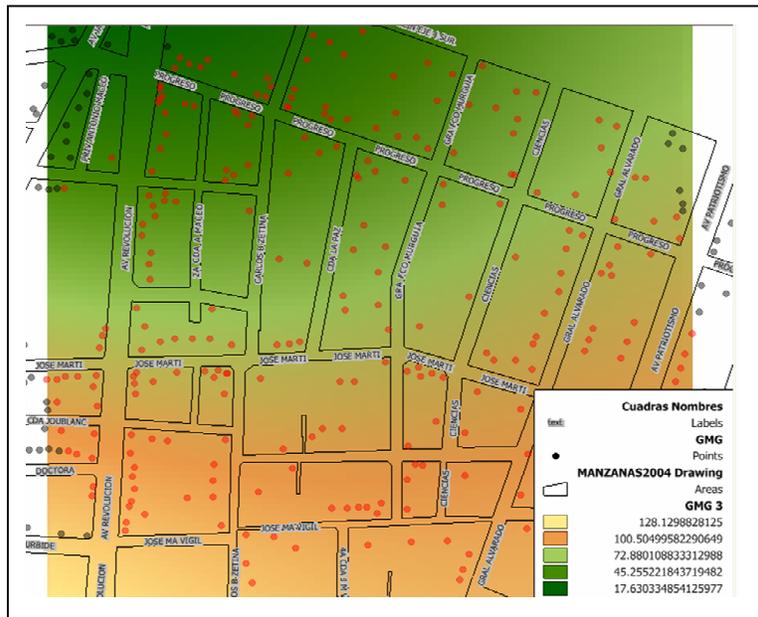


Figura 2.18 Se representa el volumen de clientes diarios en función de encuestas, en una región. Este procedimiento deduce los valores intermedios entre los valores dados, y es modelado a partir de diferentes métodos.

Para la construcción de estos modelos es necesario contar con datos puntuales y un campo que represente el valor Z, altitud. Pero el uso no es necesariamente topográfico, también existen modelos económicos o demográficos.

2.6.1.4. Conectividad.

Este análisis identifica el grado de relación entre los objetos geográficos representados en el SIG. Una de las características de este análisis es que se acumulan los valores espacio temporales de un desplazamiento³⁷.

Comas y Ruiz (1993) definen cinco tipos de análisis de conectividad, estos son: contigüidad, proximidad, difusión espacial, trazado y análisis de redes.

³⁷ Op Cit. Aronoff (1989)

El análisis de contigüidad determina el grado de relación entre unidades espaciales interconectadas, las cuales comparten ciertas características y por tanto forman una región. Este modelo identifica las regiones con un alto grado de similitud y en un segundo momento las unidades de medición.

El análisis de proximidad este análisis se basa en la evaluación de las localizaciones, no necesariamente contiguas, se buscan ciertos atributos en particular y patrones de distancia. En el caso anterior usamos las vecindades de objetos, donde mostraban el contenido de ciertos fenómenos localizados dentro del área de influencia. Ahora se trata de ubicar ciertos patrones definidos por la base de datos temática.

El análisis de difusión espacial se basa en entender la difusión en un territorio basados en uno o una serie de puntos, los cuales funcionan como referencia. Este análisis sirve para determinar las superficies de fricción y la manera por la cual se difunde o desplaza la información o un flujo.

El trazado es una función que corre sobre los modelos digitales del terreno, sobre los modelos Raster, que ahora son integrados en sistemas vectoriales en formas de extensiones. Dicha función traza la ruta óptima en dos sentidos, distancia y costo. Este modelo buscara estos dos elementos combinando el mínimo costo y la menor superficie de fricción.

El análisis de redes es un método sobre la base de los modelos vectoriales que están relacionados por la topología. Esta red, conectada en diferentes puntos, representa diversos elementos estructurales que conducen flujos, como: drenaje, carreteras, luz, gas y demás elementos similares. Lo que trata el análisis de redes, es resolver problemas basados en la interpretación de la interconectividad de la red.

Con esta modelo se pueden trazar los caminos mínimos para un flujo o su influencia y difusión dentro de un área de servicio. Este análisis sirve a gobiernos y empresas interesados en los temas de transporte, telecomunicaciones y servicios ofrecidos mediante infraestructuras.

2.7. Consideraciones sobre los sistemas de Información y los SIG. Una regulación al proceso de análisis y diseño de sistemas desde la perspectiva del SIG.

Dice Aronoff que el proceso de implementación de un SIG es una tarea de largo plazo, las organizaciones que deciden implementarlos, adquieren programas y equipos de computo sin saber exactamente que es lo que quieren hacer con el sistema³⁸, no se toma en cuenta la finalidad del mismo, sino solo la función de obtención de mapas.

En este tipo de implementaciones el costo es alto y posiblemente no aportan los resultados esperados, lo que en un futuro requerirá modificaciones haciendo más cara la inversión.

Generalmente los problemas de un SIG no son de orden técnico, sino son problemas organizacionales o de análisis y diseño del mismo. Es un problema de administración dentro de las organizaciones.

Los SIG cambian muchos los procesos dentro de las organizaciones, esto determina que las organizaciones deben hacer cambios funcionales y estructurales para un correcto funcionamiento del sistema, de lo contrario el sistema será un desperdicio, pues no se utilizará todo su potencial, pues el SIG no solo proveerá de mapas, sino que administrará tareas completas y servirá de soporte a diversas decisiones. Es por eso que los directivos de las organizaciones deben conocer el funcionamiento y aplicaciones potenciales del SIG en la organización, antes de aprobar un sistema de tal naturaleza. El SIG es una potente herramienta de diversas índoles, como la política, administrativa y analítica, pero si no se enfocan las aplicaciones en este sentido, difícilmente se aprobarán proyectos de este tipo.

Entonces, antes de implementar un SIG, los responsables dentro de las organizaciones deberán evaluar el papel de sus necesidades con respecto a datos e información, conocer la tecnología SIG, sus potencialidades y usos, así como la factibilidad de implementar dicha herramienta.

En el proceso de implementación de un SIG debemos considerar dos puntos de vista que nos parecen adecuados enlazar con el tema de la implementación de sistemas en general. El primero es el de Aronoff (1989) y el segundo el de Comas y Ruiz (1993). Los dos insisten

³⁸ Idem

en la necesidad de crear una visión estratégica para la implementación de un sistema. Recordemos que este aspecto en la implementación de sistemas es esencial. Aronoff señala que existen 6 fases en la implementación de un proyecto SIG, estas son:

1. Conocimiento de la tecnología SIG y sus aplicaciones potenciales en el ámbito donde será implementado.
2. Desarrollo del sistema de requerimientos. Aquí hace referencia a la identificación de cómo el SIG cambiaría proceso y estos beneficiarían en múltiples formas a la organización. Esto en términos administrativos y de análisis de datos.
3. Evaluación del Sistema. Esta fase determina si las alternativas planteadas son factibles o no, si se ajustan a las necesidades de la organización.
4. Desarrollo de un plan de implementación. Si la evaluación del sistema es positiva, se procede a desarrollar un plan para adquirir personal y equipamientos necesarios para el funcionamiento.
5. Adquisición del Sistema y puesta en marcha. El sistema es comprado, instalado y el personal capacitado. Se inicia el proceso de creación de la base de datos, con la compilación de datos y su procesamiento.
6. Operación del sistema. Es el momento en que la base de datos está automatizada, y los procedimientos administrativos se harán directamente en el sistema. En esta fase se define un responsable para la administración del sistema.

Por otro lado, mencionan Comas y Ruiz que existen tres fases para la puesta en marcha de un SIG, estas son:

1. Determinación de las necesidades de información geográfica. Se identifica la información geográfica que utiliza la organización, tanto en mapas como tabular. También debemos entender el flujo y uso de la información dentro de la organización. Todo esto nos permitirá identificar los beneficios en la consecución de los objetivos en la organización, si se implementará un SIG.
2. El apoyo político y financiero. El mostrar los beneficios de utilizar un SIG dentro de la organización en términos del costo beneficio favorece un apoyo extendido por parte de los administradores. Los beneficios pueden ser productivos u económicos.

Pero este estudio (costo beneficio) no suele ser base para tal decisión, por lo cual puede usarse un piloto de implementación, el cual permite evaluar el funcionamiento del sistema. Pues esto genera experiencia para los desarrolladores y permite verificar el sistema a los contratantes.

3. Funcionamiento. En esta fase los responsables se concentran en generar las bases cartográficas que apoyaran el funcionamiento de todo el sistema, crear la base de la organización encargada de implementar y mantener el SIG.

De estas dos visiones, destacamos que la primera es un planteamiento detallado de la segunda alternativa, pues del punto uno al cuatro de Aronoff (conocimiento tecnología SIG, sistema de requerimientos, evaluación del sistema y plan de implementación) se hace referencias a la determinación de necesidades del sistema de Comas y Ruiz. En esa fase se conocerán las necesidades del sistema y las promociones del mismo dentro de la organización.

En el siguiente punto, debemos destacar la visión de Comas y Ruiz en la consecución de apoyos para el logro de los objetivos organizacionales, con una herramienta de esta naturaleza. Adquisición y operación -Aronoff- del sistema serán considerados como las fases de funcionamiento, donde los esfuerzos se centran en la creación del SIG.

En este esquema vemos que sea cual fuese la visión en la construcción de un SIG, se deben seguir algunos aspectos básicos, que nosotros los orientaremos al modelo de construcción de un Sistema de Información general –que vimos en el capítulo anterior-, pues consideramos que es el proceso mas adecuado.

Entonces, ¿Qué haremos para implementar un SIG?

Debemos decir que, las fases de desarrollo del SIG se harán combinando los procedimientos esbozados anteriormente y el procedimiento de construcción de un Sistema de Información General, así tenemos las siguientes fases:

1. Análisis de Sistema.

- a. Investigación Preliminar, donde encontraremos los antecedentes, objetivos y conocimiento generales sobre la organización. Detectando las potencialidades y necesidad para contar con un SIG; con base en la solicitud de análisis del SIG, específico para la organización. Debemos decir que será importante enfocar a la organización como un sistema para efectos de simplificación y conocimientos de los procesos que articulan los elementos de la misma.
 - b. Justificación.
 - i. Justificación de la colección de información Geográfica. Basados en el enfoque sistémico de la organización, deberemos proceder a expresar como este sistema se vería beneficiado por el uso de una herramienta SIG.
 - ii. Base de datos como recurso. Las bases de datos son un recurso, pero no siempre es claro como pueden auxiliar en diversos procesos en la organización, así que se deben identificar los beneficios potenciales de la base de datos SIG.
 - iii. Búsqueda de apoyos financieros para la implementación del proyecto SIG.
 - c. Generar los requerimientos del sistema. Se deben definir con exactitud los alcances del sistema, en función de los objetivos de la organización, traducido en términos de datos e informaciones imprescindibles en el sistema tecnológico y organizacional.
 - d. Estudios de factibilidad. Determinaremos si es posible la implementación del sistema en tres ámbitos: Económico, Técnico y Operativo
 - e. Reporte de análisis del sistema.
2. Diseño de Sistemas.
 - a. Definición de los objetivos del sistema.
 - b. Desarrollo de los modelos conceptuales
 - i. Resultados más importantes del sistema.
 - ii. Datos necesarios para el logro de los resultados.
 - iii. Selección y justificación del Modelo de datos geográficos.

- iv. Diseño de bases de datos geográfica.
 - c. Definir restricciones.
 - d. Actividades de procesamientos de datos.
 - i. Formatos de entradas y salidas del sistema.
 - ii. Establecer los métodos de procesamiento de datos.
 - e. Evaluación y selección de las tecnologías.
 - f. Fases de desarrollo e implementación.
 - 3. Puesta en marcha.
 - a. Adquisición tecnológica.
 - b. Creación de bases de datos e implementación de diseños de salida, entrada, controles y procedimientos.
 - c. Capacitación del personal.
 - d. Pruebas del sistema.
 - e. Implementación.
 - 4. Administración.

En este esquema, consideramos se cubren los aspectos que regularan el proceso de análisis, diseño e implementación de un SIG, en cualquier ámbito donde este trate de ponerse en marcha un proyecto de esta naturaleza. Nosotros le usaremos como guía en el proceso de diseño del SIG de la Delegación Miguel Hidalgo.

Análisis de sistema

Capítulo 3

3.1 Introducción.

El uso de Sistemas de Información Geográfica implica un trabajo previo, el cual implica el conocimiento de la organización y la detección de necesidades por grupos de usuarios en términos de datos, información y procedimientos.

Este capítulo trata de encontrar de manera general las necesidades de datos e información en la Delegación Miguel Hidalgo, además de determinar ciertos esquemas que permitan un diseño adecuado de un SIG. Es decir, un modelo de sistema útil.

Para la elaboración del comenzamos por describir la delegación en términos administrativos, es decir, como se organiza al interior, con la finalidad de detectar posibilidades de implementación y necesidades informáticas específicas.

En segundo momento destacamos la importancia que tiene la información espacial en el ámbito político administrativos por parte de las autoridades superiores en el Distrito Federal. Para al final determinar un esquema general, pero base, para la elaboración de un diseño de bases de datos (que especificará los datos a usar), un modelo de sistema y sus especificaciones.

3.2 Investigación Preliminar.

3.2.1 Delegación Miguel Hidalgo.

La Ciudad de México se encuentra entre las tres primeras ciudades en tamaño, en relación al número de habitantes (18.5 millones de habitantes), después de Tokio, Japón (28 millones de habitantes) y Nueva York (21.1 millones). En la ciudad de México existe una gran cantidad de problemas, de diversas índoles, como la falta de abasto de agua, la inseguridad, hacinamiento, contaminación, desempleo, tráfico y muchos otros problemas.

La delegación Miguel Hidalgo es parte del Distrito Federal, es una delegación política, no equiparable a un municipio, pero similar en un sentido territorial. La delegación representa el 3.17% (46.9 Km²) del Distrito Federal 1479.49 km². La población que habita en la delegación es de 352 640, 55% mujeres y 45% hombres.

Del total de ocupaciones por lotes, el 80% de la delegación pertenece a habitaciones, 8% al comercio y servicios; 6% a la industria y 6% de áreas verdes.

La delegación está dividida en 82 colonias. De estas colonias 19 son consideradas como vecindarios para gente acomodada; 12 para personas con ingresos regulares y 51 para gentes con malos ingresos. Estas diferencias son producto de los procesos históricos económicos, que se manifiestan en el espacio urbano de la delegación.

3.2.1.1 Antecedentes del SIG en la Delegación Miguel Hidalgo.

“La Delegación Miguel Hidalgo es el Órgano Político – Administrativo de la Administración Pública Desconcentrada del Gobierno del Distrito Federal responsable del despacho de las materias relativas al gobierno, administración de asuntos jurídicos, obras, servicios, actividades sociales, protección civil, seguridad pública, promoción económica, cultural y deportiva y las demás que señale la ley.”¹

¹ Cfr. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 14 de Junio de 2004, no. 54 Bis. –Manual Administrativo Delegación Miguel Hidalgo-Administración Pública del Distrito Federal, Delegación Miguel Hidalgo. Pg. 7.

En la Delegación Miguel Hidalgo (DMH), existe un Sistema de Información Geográfica, el cual fue diseñado e implementado en la administración que comprendió el periodo 2000 – 2003, siendo Delegado² Arne aus den Ruthen. El Delegado, en ese momento, apoyo la implementación de este sistema, basados en la idea de recolectar información espacial suficiente para administrar la demarcación.

Los datos espaciales recolectados para este sistema se definieron con base en las necesidades de información y datos de cada una de las direcciones que integran la delegación, las cuales definiremos mas adelante.

Otra de las ideas de este sistema definía diversas posibilidades de funcionamiento, como un servidor de mapas³, módulos de actualización de datos desde la Internet, impresión de mapas y búsquedas de información. Pero este proyecto solo logro la recolección parcial de datos y una publicación modesta de los mismos, orientado a búsquedas generales. De tal manera, este sistema tuvo algunos errores, que veremos más adelante, y aciertos, como el proceso de recolección de datos.

Cada una de las diversas áreas de trabajo recolecto y compilo los datos pertinentes a sus funciones dentro de la organización, centralizándolas en un servidor de datos.

Este proyecto se considera como una primera fase del proyecto SIG de la delegación, pues solo se lograron muy pocos objetivos, debido a diversos errores, tales como:

- El modelo de conceptual⁴ no contemplaba muchos aspectos, ni necesidades de datos e información en la organización.
- La normalización⁵ de los datos fue escasa, limitando la capacidad para contestar preguntas específicas o buscar datos particulares.

² Autoridad máxima en las delegaciones políticas del Distrito Federal.

³ Vid. *Proyecto*: Sistema de Información Geográfica, Delegación Miguel Hidalgo [en línea] *Responsable*: Francisco Trujillo URL: http://www.miguelhidalgo.gob.mx/a_gobierno/004_sig/b_que.php [Consulta: 19 Febrero 2005]

⁴ El modelo conceptual hace referencia a la forma en que se describe la realidad en forma de modelo informático.

⁵ Reglas de contenido en las tablas de datos en una base de datos

- Hubo una desarticulación con las estructuras administrativas. Muchas áreas de trabajo exclusivo del SIG fueron adquiriendo muchas tareas diferentes a su misión original.

Estos tres puntos generaron:

- Un sistema desactualizado. Los datos incluidos en el sistema han caducado y ahora son de poco valor para la institución.
- Un sistema no integrado a otros sistemas de la delegación.
- Una capacidad mínima para ejecutar ciertos ejercicios de análisis de datos.

Pero por otro lado se obtuvieron beneficios específicos como una infraestructura sólida y la generación de procedimientos adecuados para la recolección y tratamiento de datos.

En esta breve exposición sobre los antecedentes observamos dos aspectos, la necesidad de datos e información y la disposición por parte de los administradores de más alto rango en la organización, por apoyar estos proyectos.

De estas observaciones nos surge una pregunta clave, que es: ¿Por que existe una necesidad sobre el manejo de los datos y la información que desemboca en el apoyo a este proyecto SIG?

La respuesta tiene una vertiente significativa, y es: Lograr una administración eficiente basada en procedimientos administrativos computarizados (por su velocidad y confiabilidad) que permitan este propósito.

¿Cómo se organizaba la delegación para el SIG?

La estructura organizacional de la Delegación Miguel Hidalgo se configuro por grupos de trabajo dirigidos desde las áreas respectivas –Direcciones y coordinaciones-. Es decir, cada una de estas áreas asigno personal para el trabajo de recolección e integración de datos al sistema. Estos fueron coordinados por una de estas direcciones, donde se encontraba el personal con mayor experiencia en el trabajo con herramientas SIG. Figura 3.1.

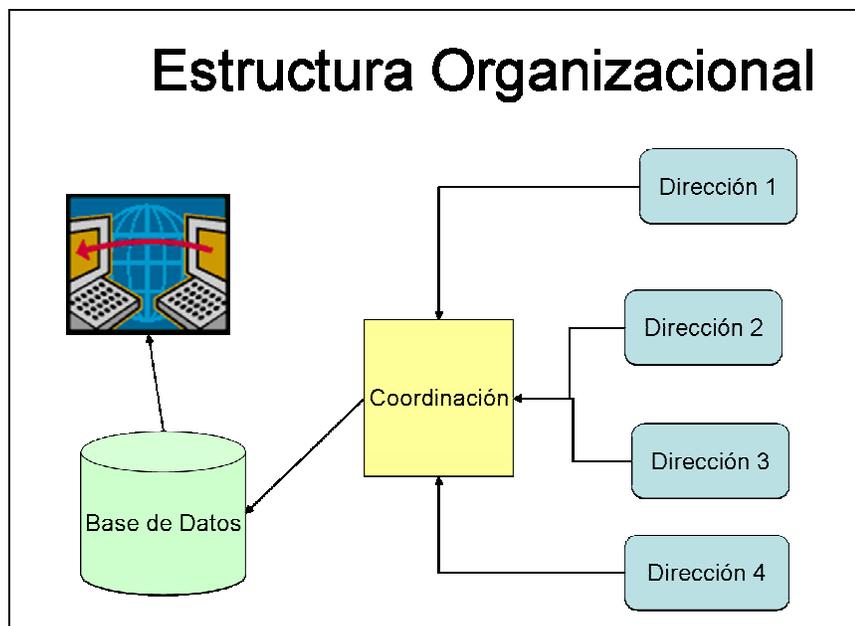


Figura 3.1. En este esquema se presenta las formas generales de la organización del SIG en el periodo administrativo 2000 – 2003, donde existe una base de datos centralizada, un servidor de mapas y diversas instancias internas de la delegación que se encargan de alimentar el sistema de datos.

Esta fue la organización del SIG con una primera fase, pero no tuvo el éxito que se esperaba, pues no se integró nunca a otros sistemas. Este es uno de los motivos para el rediseño, o mejor dicho, el diseño de un nuevo SIG en la DMH. Mas adelante aclararemos las principales motivaciones y oportunidades para el lanzamiento de una nueva versión del sistema, aunque ya hemos mencionado algunos aspectos.

3.2.1.2 Objetivos de la organización.

El objetivo principal de la delegación Miguel Hidalgo es: establecer los mecanismos administrativos, y de control de los mismos, que permitan la consecución de las funciones que se le delegan desde el Gobierno del Distrito Federal, estas representan el eje rector de todas las acciones emprendidas en este nivel de gobierno.

3.2.1.3 Estructura de la organización.

Para realizar los encargos dentro de la demarcación, se delegan responsabilidades en áreas internas, estas guiarán el proceso ejecutivo de las funciones delegacionales, se establecen seis Direcciones Generales y tres coordinaciones, que son:

- a) Jefatura Delegacional
 - a. Coordinaciones
 - i. Coordinación de Seguridad
 - ii. Coordinación de Comunicación Social
 - iii. Coordinación de Participación Ciudadana
 - b. Direcciones
 - i. Dirección General Jurídica y de Gobierno
 - ii. Dirección General de Administración
 - iii. Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano
 - iv. Dirección General de Servicios Urbanos
 - v. Dirección General de Desarrollo Social
 - vi. Dirección General de Desarrollo Delegacional

Cada una de estas áreas se encargara de desarrollar las actividades que se encargan a la administración delegacional, figura 2.2. En seguida esbozaremos las funciones de cada una de las áreas.

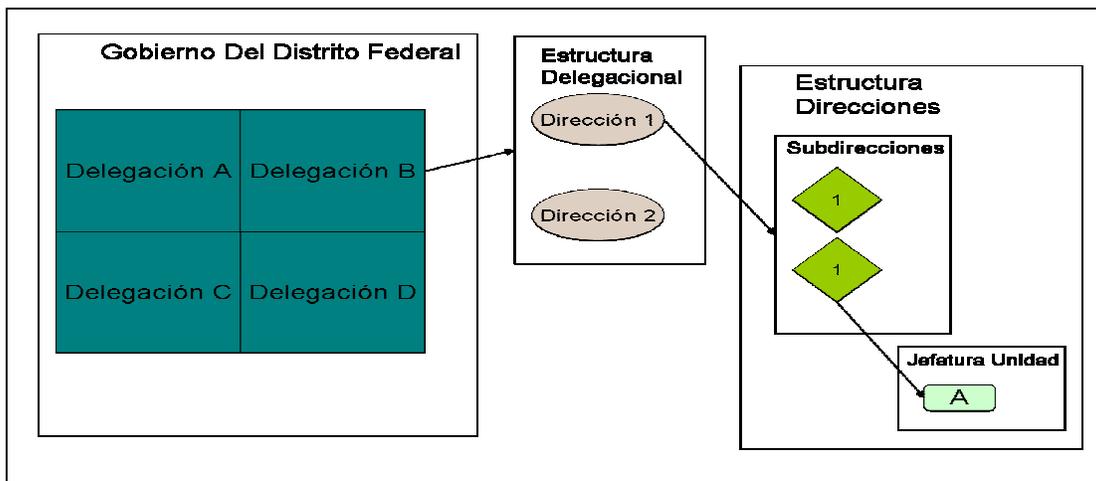


Figura 2.2 Se muestra las dependencias Jerárquicas entre para la división del territorio y las acciones que se deben cumplir. En la parte de la izquierda se representa el territorio del Distrito Federal, Gobierno del Distrito Federal, en la parte de la derecha se presentan los ejecutores de acciones administrativas divididos en órdenes jerárquicos, desde la jefatura delegacional, representada en conjunto como Estructura Delegacional, hasta llegar a las jefaturas departamentales.

3.2.1.4 Funciones

De acuerdo con los estatutos vigentes en el Distrito Federal y la delegación política Miguel Hidalgo, se le asignan todas las obligaciones de la administración pública al Delegado en turno. Este tendrá que cumplir con 78 funciones básicas⁶, las cuales se agrupan en once categorías generales, estas son:

- Obras: Hacer referencia al otorgamiento y control de licencias de diversos tipos sobre los inmuebles de particulares. También a las construcciones que son patrocinadas por las autoridades delegacionales, como equipamientos, infraestructuras y otros.
- Desarrollo urbano: Se refiere a la generación de información para el establecimiento de programas de planificación, regulando los procesos de urbanización de la delegación. Resaltando los aspectos de vivienda.
- Asuntos Jurídicos: Dentro de las acciones emprendidas por el gobierno existen diversos aspectos relacionados con la normatividad jurídica, que deberá respetarse en primer momento por la administración y por los particulares.
- Equipamientos: En este rubro se generan programas y acciones encaminadas al mantenimiento de ciertos equipamientos urbanos.
- Infraestructuras: En general la delegación da mantenimiento a las infraestructuras localizadas en el territorio que administra, haciendo énfasis en agua potable, drenaje y alumbrado público.
- Inmuebles: En este sentido la delegación administra una serie de procedimientos sobre la regulación y otorgamiento de identificación relativa a los inmuebles de particulares, sirviendo de fuente al catastro del Distrito Federal. También en el manejo de inmuebles posesionados por el Gobierno del Distrito Federal.
- Ecología: La delegación entra en acción para conservar algunas zonas ecológicas y establecer programas de sembrado de árboles en zonas urbanas.
- Servicios: En particular nos referimos a la recolección de basura y limpia urbana, también al control sobre la fauna urbana y poda de vegetación. Por otro lado, se administran los servicios médicos asistenciales, que son prestados en la delegación.

⁶Vid. Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de diciembre de 1998, art. 39.

- **Economía:** Se refiere al asesoramiento que por parte del gobierno se les da a empresas y grupos sociales interesados en realizar actividades productivas o de servicios en el territorio delegacional. También se hacen inventarios de actividades, localización, y promociones mediante diversas actividades, como ferias, bazares, etc.
- **Protección Civil:** Establece los mecanismos de acción para disminuir los riesgos producto de los asentamientos humanos o la actividad social, se manifiestan.
- **Seguridad Pública:** Se trata de generar acciones y análisis que logren disminuir las actividades ilícitas dentro del territorio delegacional.

Los puntos que mencionamos anteriormente son los aspectos funcionales más generales que debe cubrir la delegación Miguel Hidalgo, cada uno de los puntos agrupa una serie de responsabilidades, que se particularizan en cada una de las áreas en las cuales se divide la delegación.

En el punto anterior, estructura de la organización, se determinaron las áreas que conforman el sistema administrativo delegacional. Las áreas cumplen funciones muy específicas que desahogan los puntos anteriores y se estructuran en nuevos subsistemas con interdependencias.

Ahora presentaremos una tabla, tabla 3.1 donde se describirán las funciones más generales de cada una de los elementos del sistema, áreas:

Área	Función General
Dirección General Jurídica y de Gobierno	Esta dirección esta encargada de proporcionar servicios jurídicos a la delegación, representándole y a los particulares que soliciten de dicho servicio. También se encarga del otorgamiento de licencias de operación y control del comercio en el territorio delegacional. Además participa en los proceso de acciones jurídicas específicas, como: verificaciones y vínculos con los programas de protección civil.
Dirección General de Administración	Se encarga de planear, dirigir y coordinar los sistemas, información y procedimientos para el

	manejo de los recursos de la delegación.
Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano	Se encarga de la generación de los programas de planificación y control sobre todas las obras de construcción y adecuación de inmuebles, equipamientos e infraestructura.
Dirección General de Servicios Urbanos	Se encarga de las tareas recolección de basura, limpia de espacios urbanos, conservación de áreas verdes, alumbrado público y protección civil
Dirección General de Desarrollo Social	Se encarga de organizar y prestar los servicios de asistencia medica, cultural, deportivo y educativo
Dirección General de Desarrollo Delegacional	Se encarga de organizar y planear los programas de promoción económica, empleo, uso tecnológico dentro de la delegación y la promoción turística.

Tabla 3.1 funciones básicas de cada uno de los elementos de la estructura de la Delegación Miguel Hidalgo.

En esta tabla se enumeraron las tareas asignadas a la delegación relacionadas a las áreas responsables de ejecutar dichas tareas. En esta tabla se excluyeron tres áreas generales, La Jefatura delegacional, la coordinación de seguridad pública y comunicación social; las dos ultimas se encuentran estructuralmente integradas a la Jefatura delegacional, que se encarga de la supervisión de todos los procesos. La Coordinación de Seguridad Pública (CSP) es un vinculo entre la Secretaria de Seguridad Pública del Distrito Federal y su función es informativa y no operativa. El caso de Comunicación social, es similar a la CSP.

Cada una de las áreas se organiza en subdirecciones y departamentos para cumplir con sus funciones⁷. Para el propósito de un SIG, no es importante explicitar cada una de las subunidades del sistema, pero si se deben identificar cuales son las que se relacionan de alguna manera con este sistema.

3.2.1.4.1 Proyecto SIG, responsables de la implementación.

El área responsable de coordinar y analizar las opciones informáticas que pueden implementarse en las diferentes áreas que integran la delegación es la Dirección General de Desarrollo Delegacional, en específico la Dirección de Gobierno Digital (informática) y delegado a la subdirección de sistemas.

⁷ Vid. Op Cit. Manual Administrativo Delegación Miguel Hidalgo.

La subdirección de Sistemas es la responsable de elaborar este análisis para la implementación del SIG. En ella recaerán las responsabilidades de la creación de este sistema.

3.2.2 SIG en el Distrito Federal.

3.2.2.1 Comité de Informática.

El Gobierno del Distrito Federal ha conformado el Comité de Informática (CI) que tiene sus antecedentes en el año de 1984⁸, creándose así la Comisión de Informática para el Distrito Federal. Esta comisión evoluciona y para 1986 debía cumplir con las funciones de apoyo técnico a las unidades Administrativas, órganos desconcentrados y Empresas Públicas.

Otra de las funciones de este comité fue el de regular las normas y adquisiciones que en materia de informática en el Departamento del Distrito Federal se realizaron. Para el año de 1988 se determinó que el comité pasara a formar parte Dirección de Pagos e Informática, dependiente de la Dirección General de Administración y Desarrollo de Personal.

En 1990 se deroga el Art. 72 del reglamento de ley de presupuestos, contabilidad y gasto público. Por lo que ya no fue necesario para ejercer la compra de servicios y bienes informáticos. Basados en esto la Dirección de Pagos e Informática, quedó a cargo de dictaminar todo lo relacionado con la informática, así que se dio paso para establecer el Comité de Informática, y en 1995 con la creación de la Gaceta Oficial del Distrito Federal se formalizó su implementación.

Para la fecha actual, el Comité de Informática tiene como objetivos: “Normar, coordinar e integrar la planeación y evaluación de los aspectos informáticos, así como unificar y difundir los criterios y políticas aplicables en materia de estadística, e informática⁹”.

⁸ Cfr. Diario Oficial de la Federación 24 de Septiembre de 1984.

⁹ Vid *Proyecto*: Comité Informática, Gobierno Distrito Federal [en línea] *Responsable*: Emilio Anaya Aguilar *URL*: <http://foros.ci.df.gob.mx/intro/objetivoCi.php> [*Consulta*: 17 Noviembre 2003]

Con la autonomía que han adquirido los Órganos Políticos Administrativos -Delegaciones-, se delegaron ciertas funciones de regulación informática, pero el comité funciona como un apoyo general a las decisiones locales en relación a las funciones del mismo.

3.2.2.2 Grupo SIG.

Para dar seguimiento a varios aspectos relacionados con el tema informático, el CI estableció grupos de trabajo, uno de estos grupos es el de Sistemas de Información Geográfica. Este grupo tiene sus antecedentes en octubre de 2001, en la reunión de trabajo que convocó el CI.

El propósito de esta reunión fue resaltar la necesidad de datos geográficos, para que las dependencias del Gobierno del Distrito Federal (GDF). Así como regular los esfuerzos que se realizaron para la implementación de dichos sistemas en varias dependencias.

El establecimiento de SIG en varias dependencias derivó en¹⁰:

- Discrepancias en formatos de datos, por las plataformas usadas.
- Datos no actualizados.
- Duplicación de trabajos.
- Bajo intercambio de datos entre las dependencias del GDF.
- Establecimiento de sistemas aislados.
- Generación de procesos inadecuados.
- Falta de capacitación del personal para la operación e implementación.
- Inexistencia de coordinaciones de trabajo en el ámbito del sistema.
- Falta de Metodologías de implementación de SIG en el GDF.

Resulta, mas o menos, claro decir que la información geográfica, es para las delegaciones y otras dependencias gubernamentales muy importante, pero la falta de metodologías y asesoramientos tecnológicos, ha originado muchas fallas en las implementaciones que hasta la fecha se han realizado. Lo que ha encarecido las aplicaciones y los resultados esperados

¹⁰ Vid. *Proyecto*: Grupo SIG, Comité Informática, Gobierno Distrito Federal [en línea] *Responsable*: Emilio Anaya Aguilar *URL*: <http://foros.ci.df.gob.mx/grupos/gposig.php> [*Consulta*: 17 Noviembre 2003]

no se han manifestado. Por lo tanto, contar con una coordinación que a nivel local logre coordinar los esfuerzos en materia de información geográfica resulta indispensable, función que cubre el grupo SIG del Gobierno del Distrito Federal.

El Objetivo del Grupo de SIG es:

“Diseñar e instrumentar el Sistema de Información Geográfica del Gobierno del Distrito Federal (SIGDF) que integre y difunda la información territorial a través de la cual sus instancias puedan compartir de manera oportuna y equitativa una cartografía única con datos geográficamente referenciados y datos asociados, logrando la racionalidad de gastos y el aprovechamiento de recursos humanos materiales y financieros, lo anterior, con la finalidad de coadyuvar en el logro de los objetivos registrales y territoriales de las dependencias, Órganos Desconcentrados y Entidades de la Administración Pública del Distrito Federal.¹¹”

Resulta evidente que los SIG son importantes para la consecución de ciertos objetivos en materia de gobierno, al menos así lo consideran las autoridades del gobierno del Distrito Federal. Así que la implementación de un SIG en las delegaciones, y en el caso particular de la delegación Miguel Hidalgo, resulta necesaria y relativamente obligatoria.

Una de las características más importantes de este sistema, según el grupo de trabajo del SIG, es que los datos almacenados obedezcan a los objetivos y actividades de las delegaciones. Así los datos que se introduzcan al sistema serán adecuados a las necesidades institucionales y con parámetros metodológicos explícitos para las bases de datos, los elementos cartográficos y la sistematización.

¹¹ Vid. *Proyecto*: Grupo SIG, Comité Informática, Gobierno Distrito Federal [en línea] *Responsable*: Emilio Anaya Aguilar *URL*: <http://foros.ci.df.gob.mx/grupos/objsig.php> [*Consulta*: 17 Noviembre 2003]

3.3 Necesidades de datos e información.

Para los efectos de la administración pública local, se explicita el uso de información espacial en diversos sentidos. En primer término, la información y los datos espaciales sirven para conocer la situación del territorio administrado. En segundo lugar, los datos e información espacial proporcionan bases gráficas que auxilian en los procesos administrativos, como mapas y listados. Y por último, los datos e información geográfica, son auxiliares en la evaluación de las medidas tomadas para resolver problemas y administrar el territorio.

Esta información es necesaria en diversas escalas jerárquicas, dentro de la administración local, en algunos casos en el nivel operativo, en otro nivel analítico y en otros casos para la toma de decisiones. Un SIG tiene la capacidad de servir a los tres tipos de usuarios, con datos e información confiable.

En el manual administrativo vigente¹², se establece que la información debe ser la base para la operación, cuando se hace mención en el artículo 39, fracción 46 de la Ley Orgánica de la Administración Pública. La generación de información para la planificación y regulación de actividades.

Independientemente de la regulación, los datos e información espacial servirán a la optimización de las funciones, en términos de la velocidad de ejecución y la precisión de la misma. Es decir, al contar con la localización automática, antecedentes de solicitud –debido a la integración de diversos sistemas- y la distribución de los datos para los usuarios operativos, la capacidad de estos, usuarios, se potenciará en términos hipotéticos, pues recordemos que un sistema revoluciona los aspectos generales de la organización.

Por lo tanto la información y los datos necesarios para administrar la delegación se orientan en tres niveles: el *operativo* (como la reparación de fugas de agua o el otorgamiento de licencias de construcción); el *analítico* (Como apoyo a la investigación del ambulante en

¹² Cfr. Manual Administrativo Delegación Miguel Hidalgo-Administración Pública del Distrito Federal, Delegación Miguel Hidalgo, 2003.

la delegación con el propósito de su ordenamiento); y el *ejecutivo* (los datos e información para la toma de decisiones, como abrir una nueva escuela).

Entonces, como uno de los requerimientos, y en términos cuantitativos, el objetivo del proyecto se traduce en:

- Incrementar en al menos el doble las operaciones de tramites administrativos.
- Proporcionar información estadística básica, distribuciones de frecuencia, rangos, media, mediana y moda de los datos operaciones realizadas. En formatos gráficos, mapas y tablas.
- La generación de herramientas de consulta de datos e información en la delegación para el uso de los directivos de la demarcación.
- Generar un inventario de elementos espaciales localizados en la delegación, que sirva de apoyo las actividades de planificación, consulta, trámites administrativos y toma de decisiones.

Para determinar que información y que datos son necesarios para lograr un buen funcionamiento del SIG, en términos de los niveles operativos, analíticos y decisional, hemos revisado el Manual Administrativo¹³, el plan de gobierno¹⁴, El estatuto de Gobierno del Distrito Federal¹⁵, el programa de desarrollo urbano de la delegación Miguel Hidalgo¹⁶ y documentos internos para la ejecución de tareas, manuales de procedimientos.

En el punto que llamamos determinación de requerimientos presentaremos los datos necesarios divididos por unidades operativas en función de las necesidades en la institución.

¹³ Op Cit.

¹⁴ Vid. Plan de Gobierno Delegación Miguel Hidalgo 2003 - 2006

¹⁵ Vid. Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial, 26 julio 1994 modificado 14 octubre de 1999

¹⁶ Vid. Programa de Desarrollo Urbano Delegación Miguel Hidalgo

3.4 Oportunidades de implementación del SIG.

Existen varios motivos para pensar en la reestructuración del SIG, nuevo diseño. Uno de los principales motivos es la solicitud expresa por parte de las autoridades de mas alto nivel en la delegación; donde se expresa la necesidad de contar con un sistema de datos espaciales multipropósito: operativo, analítico y decisional.

La segunda oportunidad obedece a las necesidades de datos e información espacial por parte de autoridades superiores, Gobierno del Distrito Federal¹⁷. Estas autoridades promueven el uso de un sistema de datos útil para diversas secretarías de gobierno, en sus actividades diarias. Por ejemplo, la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito Federal genera un trámite de apertura de negocios en cualquier delegación, los datos que la delegación maneja, referentes al negocio, deberán corresponderse con los de la secretaría en cuestión.

Otro ejemplo es el de las licencias de construcción. Las delegaciones políticas se encargan de los procesos de licenciamiento de construcciones; la tesorería del cobro de impuestos con base en las características del inmueble y las localizaciones, relacionado a la valorización del espacio urbano. Para realizar una actualización de datos y un cobro de impuestos adecuado, la tesorería se apoyaría en los datos que las delegaciones generan en sus sistemas de tramites.

De tal forma que esta necesidad se ha identificado y se le ha dado formalidad en el grupo de trabajo de información geográfica, del comité de informática del Distrito Federal, el cual apoya, promueve y asesora el uso de datos geográficos. Las finanzas generales de la Ciudad al compartir datos y experiencias, mejoran significativamente.

El tercer punto hace referencia a la difusión de la información, prestando servicios informativos a los habitantes en general. Para la difusión de datos el sistema se basa en buscadores de sitios, negocios y puntos de interés.

¹⁷ En el tema de comité de Informática y el grupo de SIG, revisaremos esta necesidad en términos de la regulación que hace el Gobierno del Distrito Federal en esta materia.

Un elemento esencial de contar con esta información es que con la misma se pueden desarrollar documentos analíticos sobre la situación de los diferentes lugares en aspectos específicos, como los análisis del crimen, el reordenamiento del comercio en la vía pública o la evaluación de las capacidades de la infraestructura y los equipamientos para la elaboración de los programas de desarrollo urbano.

Estos generalidades denotan las condiciones generales favorables para la implementación de tecnologías SIG, que aun cuando impactan diversos procesos, servirán para resolver problemas institucionales y quizás algunos de índole social.

3.5 Factibilidades de implementación

Como expresamos en el capítulo uno, los estudios de factibilidad se realizan para evaluar las posibilidades de implementación de un Sistema de Información. Estos análisis giran en torno a las posibles alternativas y la capacidad que existe en la institución para fijar metas en torno a los sistemas informáticos.

Existen tres estudios que determinan la factibilidad del sistema, estos son: Técnica, Operativa y Económica.

En este trabajo no se desarrollará en su totalidad el estudio de factibilidad, por razones de tiempo, pues los estudios de este tipo son extensos, lo que implica un análisis minucioso de muchos detalles en la organización. En sustitución de este estudio, se hará una evaluación de las factibilidades, que creemos metodológicamente aceptables. Esta evaluación se guía por las tres factibilidades que definimos, técnica, operativa y económica.

3.5.1 Factibilidad Técnica.

Para la evaluación de la factibilidad Técnica consideraremos 5 elementos, estos son:

- La disposición y capacidad del Equipo de cómputo.
- La infraestructura informática.
- El acceso a programas adecuados para el sistema.
- Capacidad técnica del personal destinado a administración, operación y mantenimiento.
- Datos anteriores del sistema.

En primer lugar haremos un pequeño inventario de los elementos antes mencionados que se destinan al SIG en la delegación Miguel Hidalgo.

Implemento	Elemento	Cantidad	Características	Uso
Servidores	Equipo de cómputo	1	<ul style="list-style-type: none">• 2 Procesadores Intel 1.8 GB• 4 Discos Duros 80 GB de	<ul style="list-style-type: none">• Almacenar Datos• Medio de difusión de datos

			<p>almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memoria Ram 1 GB 	datos
Estación de Trabajo	Equipo de computo	1	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Intel 2.4 GB • Memoria Ram 512 MB • 2 Discos Duros 80 GB 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de datos • Equipos de desarrollo de aplicaciones. • Realización de pruebas
PC	Equipo de computo	3	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Intel 1.5 GB • Memoria Ram 512 MB • Disco Duro 50 GB 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de datos con menor requerimiento de procesos • Consulta de datos
PC usuarios externos	Equipo de computo	15	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Intel 1.5 • Memoria Ram 128 MB • Disco Duro 30 GB 	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta de módulos de datos • Actualización y consulta de datos
Concentradores y redes	Infraestructura	3	<ul style="list-style-type: none"> • Red parcialmente inalámbrica. • 100 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlace entre los equipos de cómputo. • Conexión de todos los equipos de cómputo a la red local.
Tableta Digitalizadora	Equipo de computo	1	<ul style="list-style-type: none"> • Summagrid V 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar datos análogos al sistema digital
Escáner de Mapas	Equipo de Computo	1	<ul style="list-style-type: none"> • Conetx 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo para generar imágenes digitales con base en datos análogos
Plotter	Equipo de computo	1	<ul style="list-style-type: none"> • HP DesingJet 800ps 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio de impresión de datos
Grabador de DVD	Equipo de	1	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Implemento para

	Computo			respaldar grandes volúmenes de datos
Programas GIS	Programas	10	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias Mapinfo Professional Versión 7.5 (9) • Arcview 3.2 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio de acceso a datos cartográficos • Actualización de datos geográficos • Manipulación de datos geográficos
Programas CAD	Programas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias AutoCad Versión 2000 • Microstación 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio de acceso a datos provenientes Sistema Cad.
Programas BD	Programas	1	<ul style="list-style-type: none"> • SQL Server 	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Base de datos Relacional. • Almacén de datos. • Recuperador de datos alfanuméricos.
Programas SIG	Programas	2	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor de Map MapXtrem 	<ul style="list-style-type: none"> • Publicación Inter e intra redes de mapas.
Personal	Recolección datos	10	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolectar datos en campo
Personal	Recolección de datos	3	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección datos en gabinete • Adecuación de datos intra e Inter. Delegacional.
Personal	Almacén de datos y análisis de datos	2	<ul style="list-style-type: none"> • Administración Sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar SIG • Elaborar Análisis de datos espaciales. • Generar Información • Planificar etapas de recolección y actualización de datos

Personal	Programación	1	<ul style="list-style-type: none"> Administración del Sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Generar Herramientas informáticas para el manejo de datos espaciales
Datos	Datos		<ul style="list-style-type: none"> Base de datos geográfica con 64 capas de información 	<ul style="list-style-type: none"> Base para todo proceso SIG.

Tabla 3.2 Recurso técnicos de la Delegación Miguel Hidalgo, destinados al SIG.

En este inventario de recursos destinados al SIG en la delegación Miguel Hidalgo notamos que: existen buenas condiciones técnicas que permiten la implementación del sistema. Pues se cuenta con los recursos técnicos para este propósito.

Aunque es posible que se hagan modificaciones con respecto al uso de elementos no corresponde evaluar esto, sino la capacidad técnica de implementación y esta existe.

3.5.2 Factibilidad económica.

La factibilidad económica determina las posibilidades, que en este rubro tiene el Sistema para implementarse. Para lograr esto se hará una comparación entre algunas alternativas, en términos financieros, pero en este caso, que quizás el SIG representa un gasto para la administración, relativamente significativo, el análisis mas conveniente puede ser el costo efectividad. Que se basa en la relación superior que implica el logro de objetivos institucionales contra los costos de la implementación. Este análisis resulta mas conveniente, Costo – Efectividad, por la naturaleza del proyecto, un proyecto social¹⁸.

Para lograr el producto final, un SIG, se requerirán de diversos insumos, que son, en alguna medida, los elementos que integran dicho sistema, a saber: Datos, Procesos, Programas, Personal y Equipos.

Prefactibilidad

¹⁸ Vid. Cohen, Ernesto (1992) Evaluación de Proyectos Sociales, D.F, México, Siglo XXI

- El Mercado: Los SIG, son herramientas que en la administración pública, la planificación y la ejecución de obras públicas tiene cada vez mayor uso, debido a que ayudan a incrementar la eficiencia de muchísimas tareas gubernamentales.

Los mapas son la base del SIG, y estos son un gran apoyo en las obras de gobierno. Apunta Blachut (1979)¹⁹, que la necesidad de información espacial se debe a la complejidad de los problemas y a que a través de mapas se pueden comprender mejor, también señala que la planificación usa como base de sus procedimientos analíticos a los mismos.

Un SIG había sido una herramienta cara hasta hace unos años, pues debe considerar el uso de diversos componentes, como Salarios, Equipos de Computo, Programas y Datos. En este sentido, los más costosos siempre han sido los datos.

Existen varias empresas que prestan servicios diferentes para los proyectos relacionados al SIG, como recolección de datos, fotogrametría, Bases de datos, GPS e incluso empresas que integran todo el proyecto. Pero es posible, en algún sentido, prescindir de ellas, pues con las condiciones de datos y personal con los que cuenta la delegación, su participación resultaría onerosa. Tecnológicamente la delegación cuenta con los apoyos suficientes, en términos de datos, pues estos son gratuitos –se vera mas adelante- y hay suficiente personal para realizar todas las actividades, pero habrá que revisar cierta organización del mismo.

- Evaluación tecnológica y de datos. Debido a las políticas de GDF y el Comité de Informática²⁰ los datos son prácticamente gratuitos para la delegación. Entonces el gasto en Datos resulta mínimo o casi nulo, y esto es un aspecto que se generaliza para todas las delegaciones.

Para el caso de los equipos de cómputo, estos se han reducido en precios así que el equipo de cómputo suele ser económico. Además, el proyecto anterior del SIG en la delegación cuenta con algunos implementos que se seguirán utilizando.

¹⁹ Op. Cit. Blachut (1992)

²⁰ Vea Tema del Grupo SIG del GDF en este trabajo.

En cuanto a los programas para la implementación del proyecto, la delegación cuenta con los suficientes recursos, en este ámbito, para minimizar los gastos.

- Requerimientos. Hacíamos referencia, líneas atrás, sobre la necesidad evidente del manejo de los datos geográficos en mapas, pues estos reflejan y facilitan tres niveles de acción (operativo, analítico y decisional). Se ha determinado que el mejor manejo de estos datos, es el que se hace es a través de los SIG, entonces estas herramientas son idóneos para el propósito administrativo local.

Para determinar la factibilidad de implementación del proyecto en términos económicos es importante conocer los montos del presupuesto:

Según el Gobierno del Distrito Federal²¹ la Delegación Miguel Hidalgo maneja un presupuesto de 1, 064, 120, 500. 00 de pesos, que deberá ejercer en el periodo anual, 2005. Este monto se distribuye en diversas actividades, estas son: protección civil 11, 408, 624. 00 de pesos; administración pública 232, 044, 288. 00 de pesos ; fomento y desarrollo de la educación y el deporte 40, 679, 955. 00 de pesos; cultura y esparcimiento 73, 854, 859. 00 de pesos; protección Social 132, 974, 494. 00 de pesos; fomento a la productividad y el empleo 1, 194, 660. 00 de pesos; promoción, fomento y regularización de las actividades comerciales, industriales y de servicios 19, 339, 844. 00 de pesos; infraestructura ecológica, de transporte y urbanización 255. 337, 983. 00 de pesos; fomento y apoyo a los asentamientos humanos 37, 562, 749. 00 de pesos; agua potable 12, 012, 571. 00 de pesos; drenaje y tratamiento de aguas negras 11, 878, 617. 00 de pesos; regularización y preservación de la contaminación y preservación de los recursos naturales 225, 278, 941. 00 de pesos y regulación del transporte urbano 9, 312, 915. 00 de pesos.

En la administración pasada (2000-2003) el proyecto anterior costo cerca de un millón y medio de pesos, distribuido en todos los elementos del SIG, esta inversión se realizó paulatinamente, es decir, en los tres años de esa administración. Un proyecto SIG, como el que ahora presentamos, con un diseño basado en gran medida en la infraestructura existente es mas barato, pues los costos de infraestructura están pagados.

²¹Cfr. *Proyecto*: Administrativo Programático 2005 [en línea] *Responsable*: Secretaría de Finanzas GDF Aguilar *URL*:] <http://www.finanzas.df.gob.mx/egresos/2005/bi/j.pdf> [*Consulta*: 21 Julio 2005]

Ahora bien, para el proyecto actual se tiene destinado un presupuesto de 920 000 pesos, para ejercerlo en un año y medio, lo que facilita una redefinición del Sistema.

Los costos efectividad se verán reflejados en:

- Generación de información para la acción operativa, disminución de tiempos de ejecución por tal medida.
- Localización de datos útiles para la generación de programas de análisis de desarrollo urbano, por lo tanto un ahorro en estudios externos.
- Integración de sistemas de datos, consultas específicas de datos, mapas y listados. Concentración de la información, una solo fuente de datos.

3.5.3 Factibilidad operativa.

Para identificar la factibilidad de un proyecto SIG en dos niveles (operativo y de toma de decisiones), se realizaron entrevistas con los dos grupos de integrantes de la organización. El primer grupo, el operativo, está constituido por trabajadores encargados de trámites en la delegación. El segundo grupo esta formado por personal encargado de la toma de decisiones.

En el caso de los trabajadores existe una disposición casi total al trabajo con esta herramienta, pues en opinión de muchos de ellos la adaptación a las formas de trabajo de los directivos. Se hicieron 9 preguntas a 68 trabajadores de diversas áreas de trabajo y estas son las distribuciones de frecuencia, tabla 3.3 (vea anexo 1 *entrevista a trabajadores*):

Pregunta		Absoluto				Relativo			
		A	B	C	D	A	B	C	D
1	68	36	32			52.94	47.05		
2	68	18	34	12	4	26.47	50	17.64	5.88
3	68	42	26			61.76	38.23		
4	68	45	23			66.17	33.82		

5	23	10	13			43.47	56.52		
6	13	10	3			76.92	23.07		
7	68	52	16			76.47	23.52		
8	68	49	19			64.70	35.29		
9	68	35	24	9		51.47	35.29	13.23	

Tabla 3.3 Distribuciones de frecuencia de la encuesta aplicada.

El propósito de estas entrevistas es: identificar la posibilidad de usar un nuevo sistema para la realización de las actividades, con un sistema de datos que se vincula al SIG. El segundo propósito es identificar la necesidad de uso de mapas o datos geográficos para la realización de tareas operativas.

Además se evaluó la capacidad técnica para operar equipo de cómputo, por parte de los trabajadores, así como la disposición para realizar otros trabajos, con el mismo implemento.

Como se puede comparar en la tabla de resultados, distribuciones de frecuencias, y el anexo uno, cuestionario, observamos que:

- El uso de un nuevo sistema de datos integrado al SIG es factible, pues se acepta hasta un 76% de adaptación a nuevos procesos.
- Los mapas son considerados un elemento importante en los procesos de trabajo, considerando que las actividades se realizan en diversos ámbitos, en la calles (recolección de datos y verificaciones), en oficina (Captura y organización de trabajos internos y externos) y combinado (trabajo tanto en oficinas como en la calle)
- Existe una buena capacidad para el uso de equipo de cómputo, lo cual facilita las tareas de uso de un nuevo sistema.

En cuanto al nivel decisional en la delegación se hicieron entrevistas con algunos tomadores de decisiones, como subdirectores de área y jefes de unidad departamental, que son los que coordinan el trabajo operativo y se vinculan con el nivel ejecutivo. Ellos son mandos medios que toman decisiones sobre ciertos aspectos. En esta entrevista no se realizó cuestionario y sólo se recogieron opiniones sobre el uso de un sistema capaz de

realizar análisis basado en los datos operativos, las transacciones que realiza la delegación, y que se reflejaran en un mapa.

La gran mayoría dispuso que fuera un sistema adecuado para apoyar la toma de decisiones, puesto que los mapas son útiles en un sentido gráfico. Además que los datos acumulados en las diferentes oficinas pasarían a denotar ciertas tendencias, más que ser parte de un archivo.

También se considera a los mapas como un elemento útil para realizar explicaciones en los niveles ejecutivos, que son los que validan el nivel operativo. Si estos mapas muestran relaciones nuevas, se comentaba, auxiliaran en demasía a aprobar algunos proyectos pendientes.

La evaluación operativa resulta positiva, puesto que la percepción de un sistema de datos geográficos, representado obviamente en mapas, permitiría la realización de varias actividades directivas, es decir, apoyando la toma de decisiones. En el nivel operativo, existe buena disposición para realizar trabajos en diversas plataformas e identifican los mapas como un elemento importante para ciertas tareas.

3.5.4. Determinación de la factibilidad de implementación.

A manera de conclusión en la evaluación de la factibilidad de implementación, diremos que:

- Las condiciones económicas son adecuadas, pues la inversión en el nuevo sistema, o rediseño del sistema, son mínimos, puesto que existen las varias condiciones que facultan a la delegación en esta implementación.
- En términos técnicos es posible la implementación de este sistema, pues los recursos humanos están dispuestos la realización de las tareas que implica el SIG.
- Operativamente existen las condiciones de apoyo por parte de los directivos y cierta disposición de los trabajadores a realizar estos trabajo.

En suma, un sistema de información geográfica en la delegación Miguel Hidalgo resulta factible de implementarse de manera generalizada, para el apoyo a las decisiones y la generación de módulos de transacciones.

3.6 Requerimientos del SIG.

Los requerimientos del sistema nos auxilian a describir las necesidades en diversos rubros, con el objetivo de implementar un SIG.

Para iniciar este reporte nos referiremos en primer lugar a los datos, identificando la necesidad de los mismos por área y la función que cubrirán. La propuesta de estos datos surge del análisis del Manual Administrativo, El plan de Gobierno Delegación Miguel Hidalgo 2003 – 2006, Programa de Desarrollo Urbano Delegación Miguel Hidalgo y el Manual del Vuelo –Documento para la transición de gobierno -.

Hemos dividido la estructura conceptual de los datos en nueve categorías, las cuales se subdividirán en categorías generales datos o atributos de los mismos, y que son necesarios para el funcionamiento del sistema, tabla 3.4:

Categoría	Subcategoría
Predios	Uso Habitacional, baldío, comercial, servicios e industria. Catálogos de actividades empresariales y tipologías
	Tramites Licencias de construcción: remodelación ampliación, fusión, subdivisión, alineamientos y numero oficial, certificado uso de suelo.
	Implementos: anuncios espectaculares, antenas de telecomunicaciones
Límites	Administrativos colonias, códigos postales, unidades territoriales sectores de policíacos
	Estadísticos AGEBS censo de población 1990, 2000 conteo de población 1995 censos económicos 1999 Secciones Electorales
Infraestructura	Redes: red agua potable, red drenaje, red aguas de riego, red gas natural, red fibra óptica Vialidades: (Puentes peatonales, puentes vehiculares, señalamiento vial, ciclopista) Vías tren
Seguridad Pública	Reportes Ilícitos, zonas de vigilancia y alarmas vecinales
Comercio en Vía Pública	Ambulantaje, tianguistas y oros
Equipamientos	Educación, salud, deporte, esparcimiento, cultura, administración pública y abasto popular
Transporte	RTP, trolebús, microbús, metro y taxis
Turismo	Embajadas y Sitios interés y visitas guiadas
Geografía Física	Pendientes, materiales del suelo y ecología

Tabla 3.4 Categorías generales de datos necesarios.

Estos son los datos requeridos para realizar diversas funciones, debemos recordar que estos datos aun no adquieren su forma definitiva, es decir, estos adquirirán un esquema físico en

la fase del diseño del sistema, ahora solo son presentados como esquema conceptual general.

Por otro lado existen un grupo de análisis necesarios para el funcionamiento de algunas áreas, puesto que a partir de ellos se toman medidas específicas, estos son:

- **Análisis de Riesgos y Vulnerabilidad:** Este análisis trata de identificar cuales son los elementos del espacio que representan un riesgo para los diferentes asentamientos humanos, clasificando cada uno de estos riesgos por diversas naturalezas.
- **Crimen:** Este análisis trata de determinar las zonas más conflictivas y los tipos de conflicto que se presentan, además de evaluar los diversos programas de acción para evitar su aparición.
- **Ecología e impacto urbano:** Determina los deterioros que se producen por actividades productivas o de habitación en la demarcación, así como busca formas de reducir las transformaciones ecológicas.
- **Desarrollo urbano, vivienda y cambio de uso de suelo:** Se busca determinar que zonas de la demarcación pueden ser usadas para ciertas actividades, impulsando la inversión y el cambio de uso de suelo, plasmando el resultado en los programas de desarrollo urbano.
- **Economía, fomento a la inversión y al empleo:** Se trata de reconocer la dinámica de las zonas en términos económicos e implementar medidas administrativas para incrementar la productividad empresarial.
- **Reordenamiento del comercio en vía pública:** En primer lugar el análisis se basa en reconocer las zonas de actividad clasificando el territorio por actividad y organización de los vendedores en vía pública. En un segundo momento de identificar zonas potenciales de reacomodo de las actividades mercantiles fuera del espacio público.
- **Vialidades y transito urbano:** Se busca reducir la fricción de espacio mediante la agilización de los flujos vehiculares.

Estos análisis son la base de la decisión en varios grupos de trabajo en la demarcación, los encargados de estas decisiones basan sus decisiones en los resultados que de esto se obtenga.

En la actualidad, algunas veces, las decisiones se basan en especulaciones, otras en estudios estadísticos. Así el SIG, puede proporcionar datos para el análisis e incluso ser una herramienta sumamente útil para como soporte a la toma de decisiones.

La Delegación ofrece trámites y servicios, estos son la base del contacto con las necesidades de los habitantes de la delegación, estos datos son importantes en dos sentidos. El primero para la ejecución eficiente de los objetivos delegacionales, el segundo para analizar ciertas tendencias, con el fin de la programación e innovación de proyectos sociales implementados por la administración delegacional.

Tramites:

La delegación realiza 17 grupos de tramites, de los cuales 9 grupos (en 41 tipos) son considerados como factibles para representados en un mapa.

Estos grupos se dividen en Tipos, y se expresan en la tabla 3.5:

Grupo	Tipos
Agua y Servicio Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación, reconstrucción y cambio de diámetro de tomas de agua potable. • Agua tratada • Descargas Domiciliarias • Armado de cuadros • Instalación de medidores.
Anuncios	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias de anuncios: Fijar, instalar, ubicación, modificación, revalidación • Autorización temporal para la fijación de anuncios
Construcciones y obras	<ul style="list-style-type: none"> • Avisos de obras que no requieren licencia

	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización para romper banquetas y guarniciones para construcciones privadas o públicas • Constancias de alineamiento y número oficial • Constancia de seguridad estructural • Renovación del visto bueno de seguridad y operación • Visto bueno operación y seguridad • Registro construcción A • Registro construcción B y C • Licencia Construcción Espacial • Registros obras ejecutadas.
Espectáculos	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización para la realización de espectáculos en vía pública. • Avisos de celebración espectáculos públicos • Permisos para la celebración de espectáculos públicos.
Establecimientos mercantiles	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización para la venta de cerveza y pulque en ferias, romerías, etc. • Aviso de declaración de apertura de Giro Mercantil. • Revalidación de licencia de Giro Mercantil • Suspensión o cese de actividades de Giro Mercantil • Expedición de licencia de colocación de enseres o desmontables en vía pública. • Aviso para la operación temporal de Giro Mercantil • Expedición de nueva licencia por traspaso • Licencia de funcionamiento • Traspaso de derechos de declaración de apertura • Renovación de permiso para la colocación

	de enseres.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> • Aviso de cancelación de inscripción al padrón nacional de micro industria. • Cedula de Micro Industria • Refrendo de cedula de Micro Industria.
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Aviso de ejecución de obra
Protección Civil	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización del programa especial de protección civil • Autorización del programa interno de protección civil. • Autorización para la presentación de juegos pirotécnicos.
Uso de suelo, subdivisiones y fusiones	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias de relotificación en superficies mayores el lote tipo. • Licencias de subdivisión, fusión y relotificación de predios en superficies menores a 10 veces el lote tipo. • Cambio de uso de suelo, art. 74 desarrollo urbano DF. • Modificaciones programa de desarrollo urbano DF. Art. 26 Desarrollo urbano D. F.

Tabla 3.5 Grupos de tramites

Servicios:

Los servicios que se ofrecen en la delegación son recibidos por el CESAC, Centro de Atención Ciudadana, el cual atiende denuncias, escucha sugerencias, proporciona información y gestiona las solicitudes de servicio público.

La delegación ofrece 251 servicios. (Vea anexo II.). Estos servicios al ser geocodificados apoyarán diversas tareas como la canalización de atenciones por parte de los encargados de áreas y el seguimiento de las mismas.

3.7 Reporte de terminación de análisis del sistema.

Esta es la última fase del análisis del sistema, expondremos los aspectos más generales para dar coherencia al siguiente proceso, el diseño.

El SIG en la Delegación Miguel Hidalgo

La delegación Miguel Hidalgo es la institución gubernamental local encargada de proveer de ciertos servicios y transformar el espacio geográfico donde jurídicamente se establece un área administrativa.

Principalmente se encarga de regular trámites, proveer servicios y coordinar los programas de desarrollo urbano en el Distrito Federal.

Para lograr este propósito, como hemos visto, implica el manejo de muchas referencias (licenciamientos, permisos, solicitudes, actividades, entre otros.), se hace uso de los Sistemas de Información. Los Sistemas de Información proveen de herramienta adecuadas a los diferentes grupos de usuarios dentro de la organización.

Uno de los aspectos más importantes es que muchas de las referencias que se establecen son espaciales, es decir, pueden ser representados en mapas. Pero ¿Qué tan importante resulta que los datos de los trámites estén representados en mapas? La respuesta es simple: con la representación en mapas de los datos del sistema será posible encontrar fácilmente donde se ha solicitado algún servicio, lo que facilitará su localización. Esta localización podrá ser integrada a un recorrido óptimo, con lo que se disminuirán algunos costos de operación.

Si esta localización es susceptible de verificación, como una licencia de construcción o un establecimiento mercantil, el contar con un mapa de las posiciones facilita este proceso, verificaciones.

Esto generará una base de datos, relacionada a un mapa y será útil para generar reportes con referencias espaciales. Pero quizá, lo más importante sea que con estos datos es posible generar modelos de análisis para entender ciertos patrones, por ejemplo, en los casos de

análisis del crimen o en el desarrollo urbano y la evaluación de las capacidades de las zonas a través de la interpretación de las redes de transporte, las capacidades de la infraestructura y las condiciones sociodemográficas y políticas de las zonas.

El análisis que se establece en este documento denota la capacidad de un SIG para ser implementado en los gobiernos locales de la administración pública en el Distrito Federal. En este caso se identificaron ciertas necesidades de datos y se evaluaron las posibilidades de la organización para implementar y dar uso a un sistema de datos geográficos.

Datos y flujos de datos, los principales problemas en la organización

Se detectó que en la delegación Miguel Hidalgo, los trámites se realizan en diferentes áreas y que estos son almacenados, en los mejores casos en tablas de una hoja de cálculo, en otros casos son archivados en documentos análogos.

Esta forma de trabajo parece que funciona más o menos bien en el ámbito de cada una de las oficinas, el problema se presenta cuando se establecen relaciones interoficina (dentro de la misma área. Ej. Obras y Desarrollo Urbano) e interdirección (entre las direcciones, Ej. Jurídico y Gobierno con Obras y Desarrollo Urbano). Para ver el caso en particular expondremos una situación interdirección:

La Dirección General Jurídica y de Gobierno (DGJG) está encargada, entre otras actividades, de realizar verificaciones que son solicitadas, por habitantes de la delegación, a la oficina de Atención Ciudadana, perteneciente a la Coordinación de Participación Ciudadana.

Estas solicitudes de verificación se envían a la oficina de Verificaciones de la DGJG para ser ejecutadas. Las verificaciones hacen referencia al licenciamiento o los permisos otorgados en la delegación. Entonces en la oficina de Verificaciones procede a solicitar antecedentes a otras oficinas y con base en estos antecedentes realiza o no la verificación, con el objeto de sancionar a los particulares que hayan cometido una falta o incumplimiento normativo.

Si los antecedentes solicitados tardan en ser entregados las verificaciones no pueden realizarse. Alargando el tiempo de resolución.

Este problema se presenta en otras áreas lo que genera deficiencias administrativas en términos de la ejecución de obras, tabla 3.6.

Grupo de trabajo	Datos Requeridos
Coordinación Seguridad Pública	Limites de colonia, Zonas de Patrullaje, Módulos de Vigilancia, Establecimientos Mercantiles, alarmas vecinales. Predios, calles, Ministerios Públicos
Coordinación de Participación Ciudadana	Colonias, Predios (característica de propiedad), Calles, Plazas públicas, datos desarrollo urbano, resultados de solicitudes.
Jurídica y Gobierno	Mercados Públicos, Giros Mercantiles, comercio en vía publica, Juzgados cívicos, lotes, colonias, calles, espectáculos públicos, panteones, estacionamientos,
Administración	Edificios Públicos,
Obras y desarrollo urbano	Infraestructura y equipamiento, obras delegacionales, obras de particulares, conexiones a redes por parte de particulares, vialidades, limites de colonias, lotes, señalamiento vial, normatividad de ocupación del suelo, licenciamientos, constancias para obras de particulares, anuncios espectaculares,
Servicios Urbanos	Equipamientos, instalaciones estratégicas, industria, comercio y servicios, parques, equipamientos, lotes, rutas de recolección de basuras, lotes baldíos, red de alumbrado público, ecología.
Desarrollo Social	Equipamientos, AGEBS
Desarrollo Delegacional	Centro turísticos, áreas verdes, establecimientos mercantiles, industria, equipamientos.

Tabla 3.6 Requerimientos de datos por grupo de trabajo.

Los datos que se presentan se hicieron de manera general, pues no se presentan atributos necesitados por cada área, sino solo los requerimientos generales, esto se presentará en el siguiente capítulo. Otro grupo de datos hace referencia a los datos proporcionados por los servicios solicitados en la delegación.

Alternativas de sistemas, ideas generales

El Sistema de Información Geográfica de la delegación Miguel Hidalgo se puede presentar en dos formas básicas, o niveles de aplicación: de manera Semiprofundo, donde cada área se responsabilice de sus datos, capturando y actualizándolos, o de manera Corporativa, lo que deberá formalizar un departamento de Geomatica²².

El primer esquema, Semiprofundo, es el modelo que se siguió en la administración anterior, por lo que esta experiencia deberá servir de criterio para decidir sobre las posibles implicaciones del sistema.

La alternativa de un departamento de Geomatica es viable en cierto sentido, pues existen condiciones técnicas, de infraestructura y de personal que posibilitan esta alternativa.

²² Entendida como el conjunto de Técnicas que tratan del estudio, adquisición, almacenaje, organización y análisis de los datos geográficos.

Diseño de Sistema

Capítulo 4

4.1 Introducción

El Diseño de un sistema implica un trabajo laborioso en el sentido de la adaptación de las necesidades de datos a una plataforma para el manejo de los datos y la obtención de información.

Es un proceso complejo, que requiere de una visión desde varias perspectivas: Modelos en Geografía, Informática y Cartografía. El resultado obtenido es un SIG adaptado y adecuado para la operación en una organización específica.

El diseño de sistemas dará como resultado una guía útil que regulará el proceso de implementación del sistema que proponemos. Es importante considerar esta guía como un instrumento perfectible que se modificará conforme se detecten errores e inconsistencias en las pruebas, pero es una base para la creación de la aplicación propuesta.

Este capítulo lo dividimos en 6 partes. En la primer parte se identifican los objetivos del Sistema, esto sirve de referencia para la construcción de las herramientas de manipulación de datos así como del almacén de los mismos. La segunda parte definirá los rasgos más importantes del sistema, considerando los modelos a utilizar en el momento de la implementación.

La tercer parte define las restricciones del sistema, es decir la seguridad que este tendrá en todos sus aspectos. La cuarta parte determinará los procesos para el manejo de los datos, es decir, integración, manipulación y extracción de datos e información.

Las dos últimas partes hacen referencia a la evaluación tecnológica, aspecto importante para todo procesamiento de datos y a los esquemas del sistema. El tema sexto nos refiere a las formas que esquemáticamente entenderemos el SIG dentro de la organización.

Hemos incluido un subtema llamado “Fases de Implementación” en este se describirán los pasos mas generales a seguir para la implementación del sistema. Lo incluimos a manera de presentar la siguiente fase del desarrollo de un SIG, que no se considero para la realización de este trabajo, pero que es importante como practica.

4.2 Objetivos del Sistema

El sistema de información geográfica de la Delegación Miguel Hidalgo tiene tres objetivos generales, los cuales son:

Objetivos Principales:

- Modelar la demarcación territorial de la Delegación Miguel Hidalgo en un ámbito computacional con referente en una base de datos.
 - Seleccionar los elementos espaciales significativos para el trabajo administrativo - operativo en la Delegación Miguel Hidalgo.
 - Organizar las relaciones espaciales y temáticas entre los elementos geográficos
 - Construir una base de datos geográfica.
- Establecer un sistema de transacciones por la gestión de las mismas en de la Delegación Miguel Hidalgo
 - Almacenar y Cartografiar los trámites realizados en la Delegación Miguel Hidalgo.
 - Contar con un modulo de seguimiento de datos y transacciones, para el uso del personal operativo y administrativo de la delegación.
- Proporcionar datos e información, a los diferentes actores Administrativos de la Delegación Miguel Hidalgo, basados en mapas y referencias geográficas.
 - Generar reportes específicos de datos geográficos representados en mapas.
 - Auxiliar en tareas de análisis de datos espaciales para la elaboración de estudios geográficos.

4.3 Desarrollo de Modelos Conceptuales

Cuando hablamos de modelos conceptuales nos referimos a la forma en que concebimos una determinada realidad, esta en el caso de los SIG es geográfica, la cual se manifiesta en mapas con relaciones atributivas.

4.3.1 Resultados más importantes del sistema.

El sistema deberá de aportar una serie de resultados significativos para la organización. La jerarquía que presentamos obedece a la importancia de resultados que se esperan del sistema:

1. Almacenar el Inventario de entidades geográficas de la Delegación Miguel Hidalgo.
 - a. Contar con un registro de localizaciones y atributos significativos de los elementos del sistema.
 - b. Facilitar la búsqueda de elementos geográficos mediante la consulta del inventario.
2. Contar con un sistema de Transacciones para el almacenamiento y seguimiento de trámites en la Delegación Miguel Hidalgo.
3. Generar y difundir reportes de datos e información geográfica mediante mapas

4.3.2 Datos necesarios para el logro de objetivos.

Para el logro de los objetivos de la implementación de un sistema se deberán considerar varios aspectos, uno de estos son los datos. Otros aspectos hacen referencia al personal, la organización de los datos, la tecnología usada y el apoyo de la organización.

Para el caso que estamos tratando, los datos geográficos son muy importantes, así que debemos considerar que datos son los más necesarios para el funcionamiento del sistema.

Estos datos obedecen a dos aspectos, el primero al modelo conceptual desde la óptica de la administración delegacional y el segundo al uso que se les dará dentro del ámbito laboral. Para representar los datos geográficos, los esquematizaremos en bloques a fin de aclararnos la importancia de los mismos, así como sus funciones y necesidades.

Concepción territorial de la delegación.

Para identificar los datos que vamos a usar en el sistema, debemos integrar dos tipos de datos: los primeros serán datos usados para los procesos administrativos y los segundos a todas las representaciones de localizaciones que la delegación albergue.

La razón de esta lógica es la siguiente: Si solo consideramos los datos que la delegación necesita estrictamente para realizar sus funciones se sesgarán todos los niveles de análisis, además de que los datos serán incompletos. Por ejemplo, existen en la delegación localizadas escuelas públicas dependientes de instituciones de educación superior, por ejemplo la Preparatoria Nacional número cuatro, dependiente de la Universidad Nacional (actualmente no contenida en las bases de datos de la delegación, SIGDMH), si la escuela no se integra en el sistema, es difícil comprender la localización de negocios que están alrededor de esta, es decir, un análisis económico o de economías complementarias sería imposible; no podemos responder a ¿Por qué se localizan este tipo de negocios en la zona de observatorio y periférico?. Tampoco se pueden generar los programas de desarrollo urbano, pues se desconoce la demanda y capacidad de los servicios de la zona.

La exposición que hicimos en el párrafo anterior trata de mostrar la necesidad de presentar un grupo de datos que obedezca a dos visiones: una sobre la estructura general de la delegación y la otra una visión administrativa.

Datos Necesarios

Así tenemos que la delegación puede ser concebida en estos grupos de datos.

Datos Generales:

- Equipamientos
 - Educativos
 - Escuelas
 - Jardín de Niños, Primarias, Secundarias, Bachilleratos, Educación Superior.
 - Centros de Capacitación especializada
 - Talleres, Materias, Idiomas.

- Bibliotecas
 - Salud
 - Centros de Salud, Clínicas, Hospitales
 - Cementerios y Crematorios
 - Deporte
 - Deportivos, Módulos Deportivos, Gimnasios al aire libre
 - Abasto Popular
 - Mercados Públicos,
 - Seguridad Publica
 - Módulos de Vigilancia
 - Esparcimiento
 - Juegos Infantiles, Parques, Parques de atracciones, Zoológico.
 - Cultura
 - Teatros, Talleres, Cine, Foros, monumentos, museos, plazas y fuentes.
 - Administración Publica
 - Oficinas del Gobierno Local
 - Oficinas del Gobierno Estatal
 - Oficinas del Gobierno Federal
- Limites
 - Colonias
 - Unidades Territoriales
 - Secciones Electorales
 - Limites Censales
 - Códigos Postales
- Infraestructura
 - Agua Potable
 - Drenaje
 - Agua Tratada
 - Comunicaciones
 - Televisión, Ondas, Teléfono,
 - Transporte
 - Vialidades
 - Alumbrado Público
 - Electricidad
 - Gas Natural
 - Señalizaciones
- Edificaciones Particulares

- Predios
- Negocios Comercio y servicios no incluidos en equipamiento, (*estos harán referencia a esta categoría*)
- Industria
- Comercio en Vía Pública
 - Ambulantes
 - Tianguis
 - Otros
- Espacio Físico
 - Hidrografía
 - Geología
 - Vegetación
 - Temperatura
 - Curvas de nivel
 - MDT

Datos Particulares de la delegación:

- Tramites en cada nivel
 - Construcciones y Obras:
 - Avisos de obras que no requieren licencia; Autorización para romper banquetas y guarniciones para construcciones privadas o publicas; Constancias de alineamiento y número oficial; Constancia de seguridad estructural; Visto bueno operación y seguridad; Renovación del visto bueno de seguridad y operación; Registro construcción A; Registro construcción B y C; Licencia Construcción Espacial; Registros obras ejecutadas.
 - Construcción, Demolición, Remodelación Ampliación, Fusión, Subdivisión, Alineamiento y número oficial, Certificados de uso de suelo.
 - Aguas y servicio Hidráulico:
 - Instalación, reconstrucción y cambio de diámetro de tomas de agua potable. Agua tratada; Descargas Domiciliarias; Armado de cuadros; Instalación de medidores.
 - Anuncios:
 - Licencias de anuncios: Fijar, instalar, ubicación, modificación, revalidación; Autorización temporal para la fijación de anuncios.
 - Espectáculos:

- Autorización para la realización de espectáculos en vía pública.; Avisos de celebración espectáculos públicos; Permisos para la celebración de espectáculos públicos.
 - Establecimientos Mercantiles:
 - Autorización para la venta de cerveza y pulque en ferias, romerías, entre otros; Aviso de declaración de apertura de Giro Mercantil.; Revalidación de licencia de Giro Mercantil; Suspensión o cese de actividades de Giro Mercantil; Expedición de licencia de colocación de enseres o desmontables en vía pública; Aviso para la operación temporal de Giro Mercantil; Expedición de nueva licencia por traspaso; Licencia de funcionamiento; Traspaso de derechos de declaración de apertura; Renovación de permiso para la colocación de enseres.
 - Industria;
 - Aviso de cancelación de inscripción al padrón nacional de micro industria.; Cedula de Micro Industria; Refrendo de cedula de Micro Industria.
 - Medio Ambiente:
 - Aviso de ejecución de obra
 - Protección Civil
 - Autorización del programa especial de protección civil; Autorización del programa interno de protección civil.; Autorización para la presentación de juegos pirotécnicos.
 - Uso de Suelo; Fusiones; Subdivisiones
 - Licencias de retotificación en superficies mayores el lote tipo; Licencias de subdivisión, fusión y retotificación de predios en superficies menores a 10 veces el lote tipo; Cambio de uso de suelo, art. 74 desarrollo urbano DF; Modificaciones programa de desarrollo urbano DF. Art. 26 Desarrollo urbano D. F.
 - Verificaciones
 - Giros Mercantiles; Obras; Espectáculos públicos.
 - Comercio Vía Publica
 - Altas, bajas, cambios, pagos.
- Servicios
 - Localización de servicios solicitados:
 - Ver catalogo en el Anexo II

Esta son los datos con los que el sistema contara. Renombrándolos decimos que el primer bloque presentará datos generales sobre la delegación, equipamientos, infraestructuras, etc.

Con los cuales se podrán hacer consultas generales, como recuperación de datos de domicilios, y mapas.

En el segundo bloque, datos particulares de la delegación, encontramos los datos referentes a trámites realizados e inventarios exclusivos. Estos datos permiten gestionar las operaciones de manera visual.

Este segundo bloque le conoceremos como el Sistema de Gestión Territorial, que administra todas las demandas y solicitudes que se hagan.

4.3.3 Selección y justificación del modelo de datos geográfico.

El modelo que vamos a utilizar es el vectorial orientado a capas.

Pero ¿cuales son las razones de esta decisión? Para expresarlo tenemos que evaluar algunos aspectos que determinan la decisión.

En primer lugar encontramos que el sistema actual esta montado en este modelo de datos, así se concluyen dos cosas, existe la experiencia por parte del personal y la infraestructura informática esta orientada a este modelo.

En segundo lugar los datos que vamos a utilizar pueden ser almacenados en una base de datos relacional, es decir, las transacciones y las localizaciones, agregando un campo de coordenadas, pueden estar contenidas en una base de datos temática sin presentarse como mapa. Pero, por supuesto, divididas en tablas temáticas. Este modelo establecerá relaciones con un mapa, que perfectamente cuadrara con el modelo de datos orientado a capas.

En tercer lugar, la actualización de datos, la integración de nuevos atributos y la integración de nuevas variables (tablas o / y capas en los mapas); son tareas relativamente sencillas.

El modelo raster presenta varios inconvenientes, como la exactitud en la representación, que afecta de sobremanera las representaciones de localizaciones específicas de los elementos geográficos en la delegación. Otro punto en contra es que los modernos programas manejadores SIG, cuentan con extensiones para el trabajo con modelos Raster, para la

realización de análisis espaciales. Así, resulta más conveniente la implementación de un modelo de datos vectorial.

4.3.4 Diseño de base de datos geográfica

4.3.4.1 Escala, Elipsoide y Proyección.

Para que un mapa sea útil, a propósitos muy específicos, tenemos que elegir *la escala*. La escala es la relación constante entre las medidas del terreno y las del modelo, mapa. Por ejemplo. Una escala 1:100 esta haciendo una referencia de la representación en unidades de medida, generalmente en centímetros. Donde un Centímetro en el plano representa 100 centímetros en el terreno.

En el SIG, es importante definir una escala de los elementos base, es decir, los mapas que se ocuparan como fuente o como referencia para todas los demás capas: Los predios.

Los predios o lotes están digitalizados, y por lo tanto se presentan, a escala 1:1000. Por lo tanto, todos los elementos susceptibles a ser integrados al sistema tendrán que ser reescalados.

La escala del proyecto entonces será de 1:1000.

Uno de los aspectos mas importantes en los mapas es la referencia precisa de estos con respecto al espacio geográfico, para esto será necesario determinar la forma y dimensión de la tierra, lo que estudia la geodesia¹.

La tierra tiene una forma similar a una esfera, este modelo puede ser útil en alguna medida; incluso ciertas áreas muy pequeñas pueden ser consideradas como planas². Pero la verdadera forma de la tierra es el Geoide que se define como la superficie perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad, materializada por el hilo de la plomada. Esta

¹ Vid. Silva, Gilberto; et. al. (2001) Elementos de Cartografía Geológica, D. F., México, UNAM, Facultad de Ingeniería

² Op. Cit. Blauch (1979)

superficie ideal coincide con el nivel medio del mar, prolongado por debajo de los continentes³.

El *elipsoide* de referencia. Las masas continentales tienen una distribución uniforme, esto provoca una actuación irregular sobre la dirección de la gravedad y dado que la superficie del geoide es en todos sus puntos perpendicular a esta, se comprende que no tenga una forma regular y por lo tanto su figura es inexpresable matemáticamente. Para solucionar este problema se recurre a otra figura que solucione el problema, este es el elipsoide de revolución; una figura que engendrada por una elipse que gira alrededor de su eje menor.

No existe correspondencia entre el geoide y el elipsoide, pero para efectos de representación se han construido elipsoides para las diferentes regiones del mundo. Para México⁴ se usa el ITRF00 que es un modelo definido por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS). Este modelo es el oficial, pero los Sistemas de Información Geográfica no cuentan con este Modelo, así que en sustitución es valido usar el modelo WGS84⁵ con los siguientes parámetros, para la delegación Miguel Hidalgo:

Elipsoide: WGS84
Datum: WGS84
Falso este: 500000
Falso Norte: 0
Meridiano Primario: Greenwich
Meridiano central: -99
Meridiano Paralelo: 0
Factor escala: .9996
Radio Ecuatorial: 6 378 137. 00
Radio Polar: 6 356 752. 3142
Achatamiento: 0.003352
Excentricidad: 0.08181

La proyección hace referencia a la representación del modelo elipsoidal, o en algún caso del geoide, en un plano. Existen 3 modelos diferentes (cilíndrica, cónica y azimutal.) y con varias modificaciones, que no veremos aquí, solo vamos a decir que usaremos una

³ Op Cit. Silva (2001)

⁴ Cfr. *Proyecto*: Sistema Geodésico Nacional [en línea] *Responsable*: INEGI *URL*: http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/comites/ctcg/sistema_geodesico_nacional.doc [*Consulta*: 7 Agosto 2005]

⁵ *Proyecto*: Convenciones [en línea] *Responsable*: INEGI *URL*: http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/eventos/geo/convencion/memoriapdf/cng_02.pdf [*Consulta*: 7 Agosto 2005] pg. 84

proyección cilíndrica, UTM, pues presenta pocas deformaciones y las unidades de medición son adecuadas para los proyectos urbanos.

4.3.4.2 Relaciones temáticas – cartográficas.

ODBC: Conexión entre Bases de datos temática y cartográfica.

Para establecer las relaciones temáticas entre la base cartográfica y el sistema gestor de datos, expresaremos que este se hará mediante la conexión a los motores de la base de datos que se conocidos como ODBC (Open DataBase Connectivity), que es utilizado para acceder a los sistemas administradores de bases de datos.

En segundo lugar el gestor de datos temáticos, será administrado externamente por un programa como *MySQL*, que mas adelante explicaremos el porque de su inclusión. Esto con el objetivo de centralizar toda la información, figura 4.1.

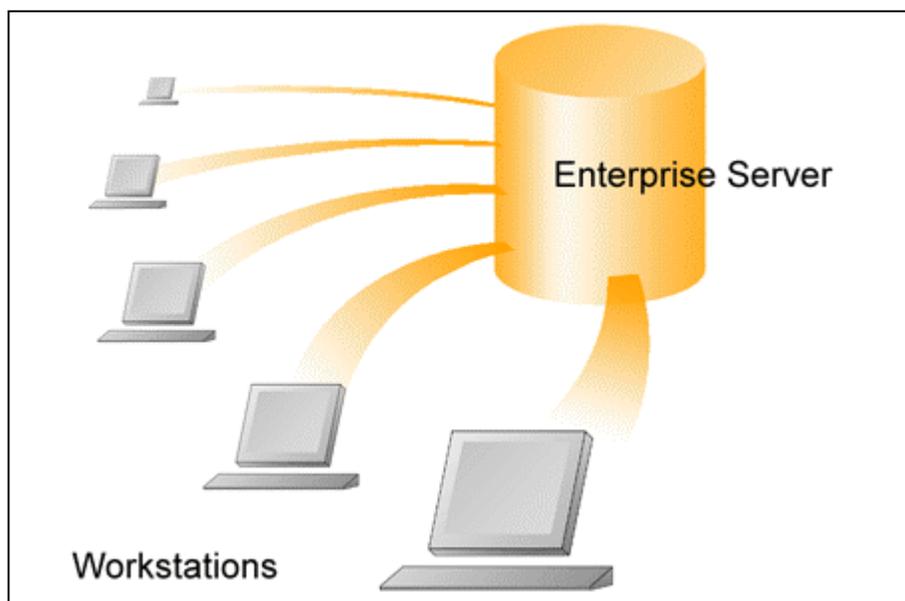


Figura 4.1. Centralización de datos en una base de datos geográfica corporativa, conectada mediante las conexiones ODBC. Fuente <http://exchange.manifold.net>

El *ODBC*⁶ será la plataforma para establecer las relaciones de la base de datos temática y la Cartográfica. Por eso es muy importante definirlo en este momento. Lo primero que

⁶ Para usar este elemento se tiene que descargar de la página de Internet de MySQL. Versión 3.5 <http://www.mysql.com/products/connector/odbc/>

tenemos que hacer es definir una base de datos en *MySQL*⁷ (a manera de ejemplo, mas adelante definiremos cual es el sistema). Para ejecutar la base de datos se pueden utilizar varios procedimientos, como *MSDOS* u otros programas gráficos, como *MySQL Control Center*, Figura. 4.2. Con este programa se gestionaran los datos del sistema y los accesos al mismo, colocando contraseñas y permisos para el uso de los datos.

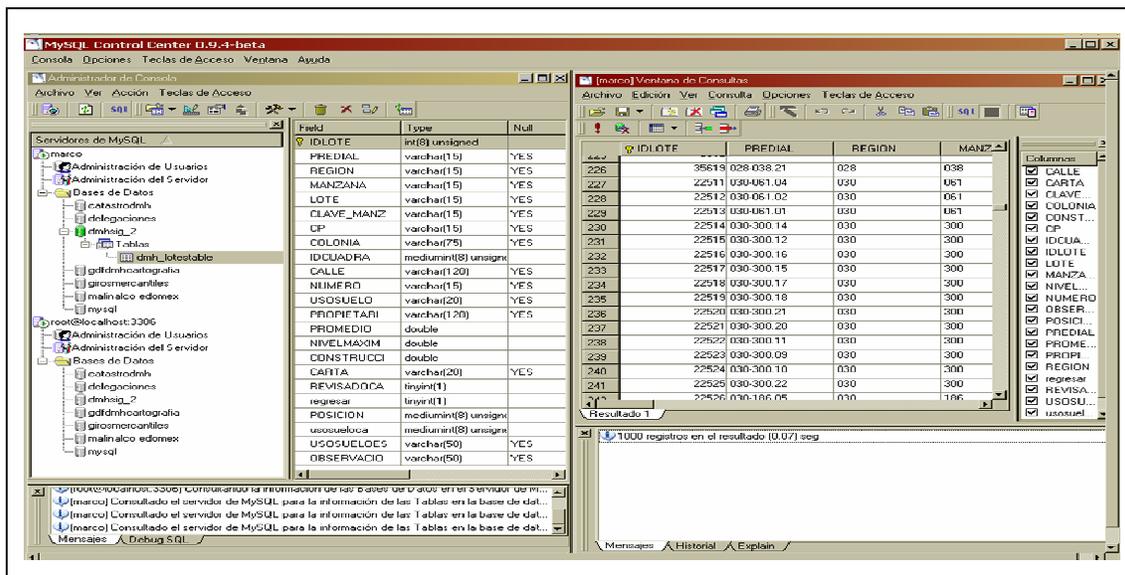


Figura 4.2. MySQL. Control Center, e el programa gestor de la base de datos temática.

Este programa sirve de Interfas grafica para acceder y construir las bases, una vez definida la base de datos, y las restricciones de los usuarios, pasamos a crear el acceso a los datos o puente entre la cartografía y la base de datos temática. En la Figura 4.3, definimos el procedimiento de creación de ODBC, que sirve de puente entre el programa manejador de cartografía y la base de datos temática.

⁷ vid. <http://www.mysql.com/>

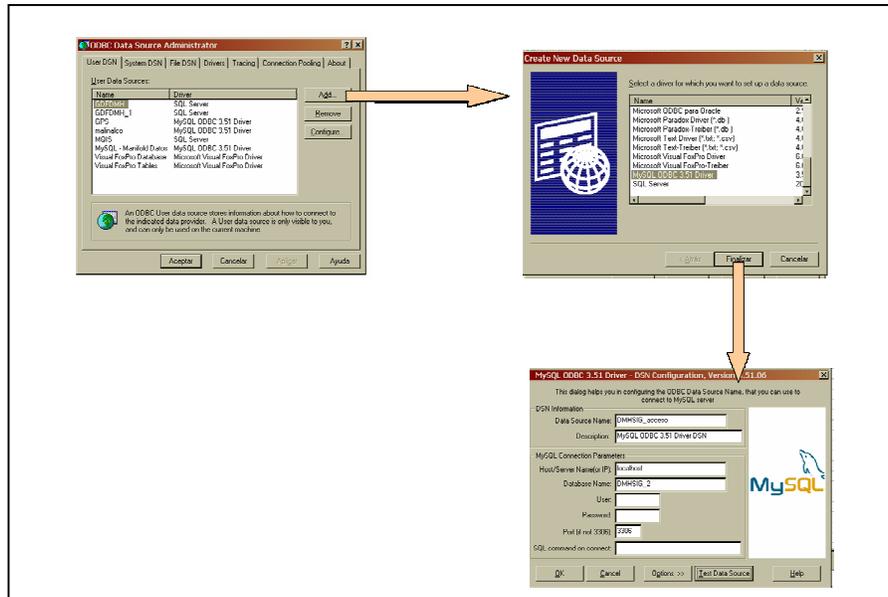


Figura. 4.3 Procedimiento para la creación del ODBC

El procedimiento se inicia con el acceso a los orígenes de datos ODBC (Panel de control > Herramientas Administrativas > orígenes ODBC) esta opción genera una ventana similar a la situada en la parte superior derecha, luego se selecciona la opción *ADD* para seleccionar el origen de datos (ODBC MySQL 3.51), una vez seleccionado aparece la ventana del controlador ODBC MySQL que controla el acceso a la base de datos construida. Esta Base de Datos se llamará *DMHSIG_2*.

Lo que hemos presentado en las líneas anteriores es el procedimiento generalizado para conectar dos bases de datos, cartográfica y temática. Para la conexión de la base de datos temáticos, o de atributos, que estará almacenada en un Administrador de Datos Temáticos y la cartografía en un Sistema especializado de cartografía, generando la relación vía ODBC.

Esta forma de almacenar los datos es impuesta por dos razones, la primera que se refiere a la capacidad de actualizar y administrar datos en una base de datos convencional, tablas y relaciones entre estas, y la segunda que no todas las tablas constituyen capas o variables en los mapas, sino que resultan atributos de estos.

Modelo General:

Como decíamos en líneas atrás, el modelo de datos general será el siguiente:

- Cartografía con un solo identificador único e irrepetible.
- Se establecerá las conexiones con la mediante ODBC para las capas de datos geográficos y los atributos.
- La base de datos relacional administrara los datos temáticos y establecerá las relaciones con otras tablas y catálogos.

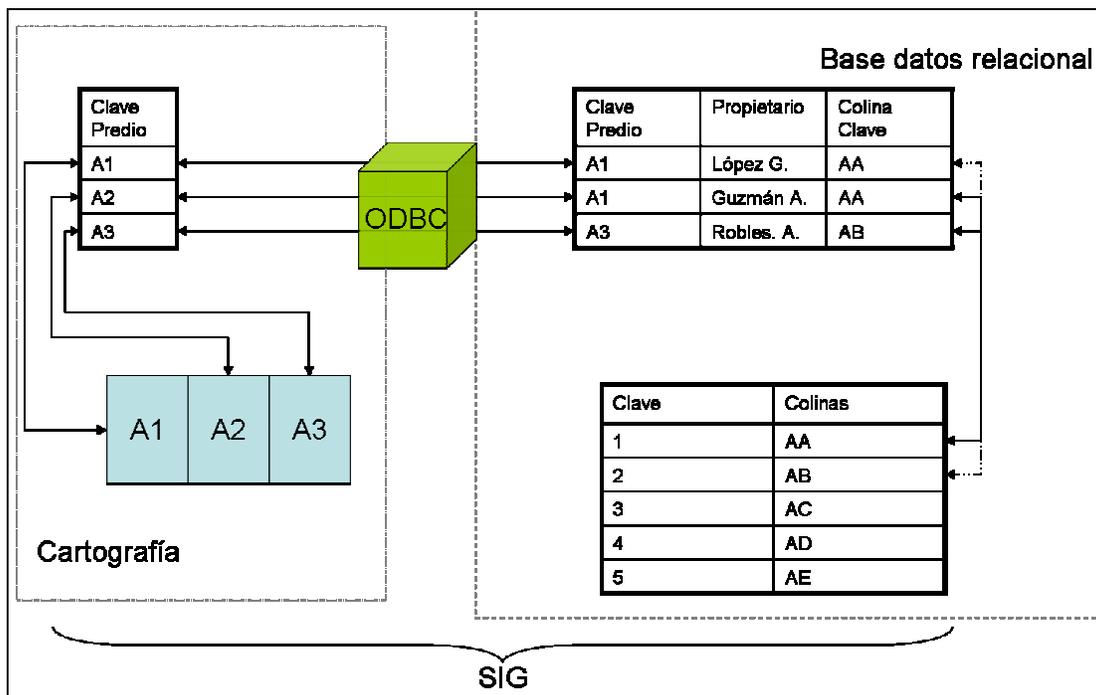


Figura 4.4 Modelo de relación, cartografía – base de datos temático externa.

Las ventajas de este modelo son:

- Sistema tabular de consulta de datos.
- Procesos de actualización, modificación, agregado de registros; orientado a servicios de redes.
- Capacidad de compartir datos.

Estas características del sistema permitirán determinar relaciones de datos de manera simple, pero potencian las capacidades de trabajo al hacer eficiente la actualización de atributos, que se relaciona con las solicitudes y trámites en la delegación, figura 4.4.

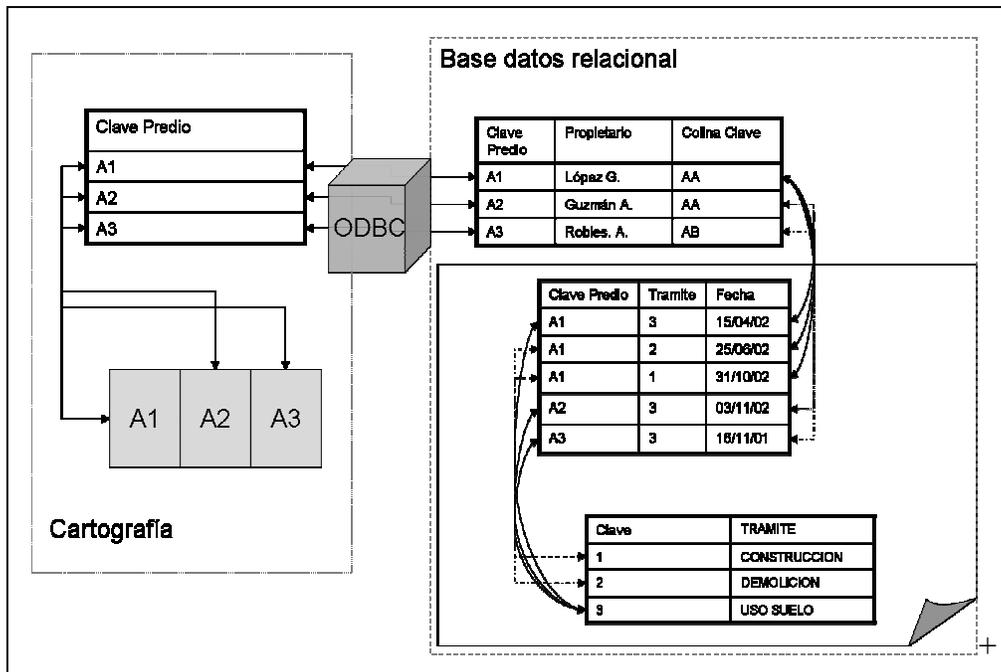


Figura 4.5 Se muestran las relaciones entre la cartografía, la base de datos relacional y el sistema de transacciones (lado derecho inferior, dentro de la sección oscura).

En la figura 4.5, se muestran las relaciones cartográficas – base temática, con un sistema de transacciones que se implementará en la red local, mediante una aplicación ASP y HTML⁸ para el acceso a los datos, consulta y modificación de los mismos.

Este esquema de manejo de datos se generalizara donde sea posible establecer estas relaciones, como el caso de los predios y muchos tramites. En los siguientes subtemas describiremos cada una de las relaciones, los datos que serán mapas y atributos, así como las propiedades de cada uno de los elementos.

4.3.4.3 Diagramas Entidad – Relación.

Para elaborar el diseño de la base de datos nos vamos a auxiliar de un programa de diseño grafico de bases de datos, este es conocido como DBDesigner⁹. DBDesigner es un sistema para el diseño visual de bases de datos que integra en un entorno unificado las fases de diseño, modelado, creación y mantenimiento, figura 4.6.

⁸ ASP Paginas Activas en Servidor, una tecnología que permite acceder a las bases de datos mediante navegadores de Internet, lo que facilita la consulta y modificación de los datos.

HTML Hypertext markup language, que es un código para la creación de paginas en Internet.

⁹ Desarrollado por la empresa fabFORCE puede ser descargado de <http://fabforce.net/dbdesigner4/>

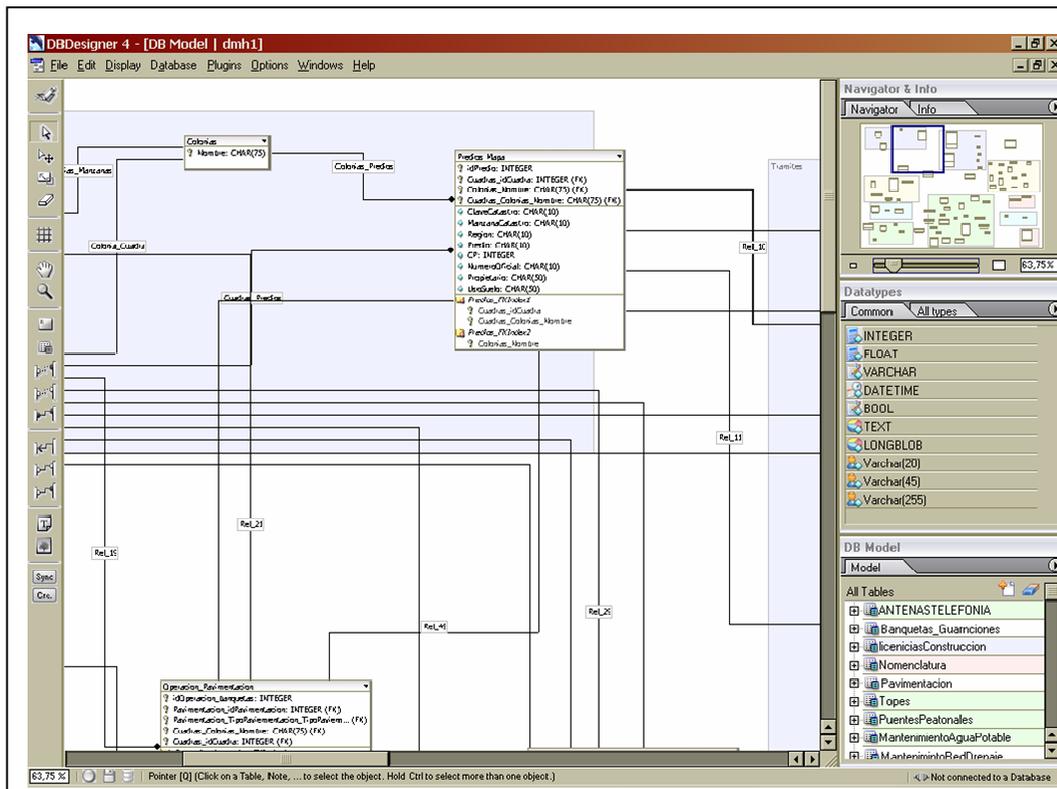


Figura 4.6. DBDesigner, entrada vista principal de datos. Diseño de tablas y relaciones.

El proceso de diseño se basa en las necesidades de datos e información de la organización y en la concepción territorial administrativa que se ha generado. El resultado es un modelo entidad relación.

Este modelo presenta las estructuras de las tablas y las relaciones que se establecen entre ellas. Para dar a conocer esta estructura lo haremos mediante un grafico anexo, *vea anexo III*.

El resultado es una base de datos estructurada. Resaltando las tabla con representación cartográfica, las tablas alfanuméricas, las relaciones y el sistema de transacciones.

4.4 Definición de restricciones.

Las restricciones para el sistema sirven para evitar errores en la colección, administración y uso de los datos. Por eso será imprescindible definir cuatro restricciones básicas, que son:

- Transacciones.

- Métodos de verificación y validación de datos.
- Accesos controlados al sistema.

Las transacciones:

Como definimos en las tablas de la base de datos existen un grupo de transacciones, las cuales son indispensables para llevar un control de los datos. Este sistema de transacciones debe ser protegido en 3 aspectos.

1. Ingreso de datos.
2. Consultas.
3. Actualizaciones.

El sistema de transacciones solo afecta a las tablas de este rubro, por lo que los datos fuentes¹⁰ del sistema no corren ningún riesgo de ser perdidos o alterados, pero es muy importante que el sistema de transacciones no se vea corrompido por errores. Entonces el sistema de transacciones debe:

1. Manejarse independiente.
2. Usará los datos fuente solo como consulta.
3. Restringir el uso a personas ajenas a la organización, clasificando y responsabilizando a los operadores del sistema.

Ingreso de datos.

En la figura 4.7 presentamos un diagrama de flujo general para todas las transacciones. Este diagrama, esta generalizado para todos los procesos, relativos a las transacciones, dentro de la delegación.

¹⁰ Vid. Esquema Base de Datos en el anexo III

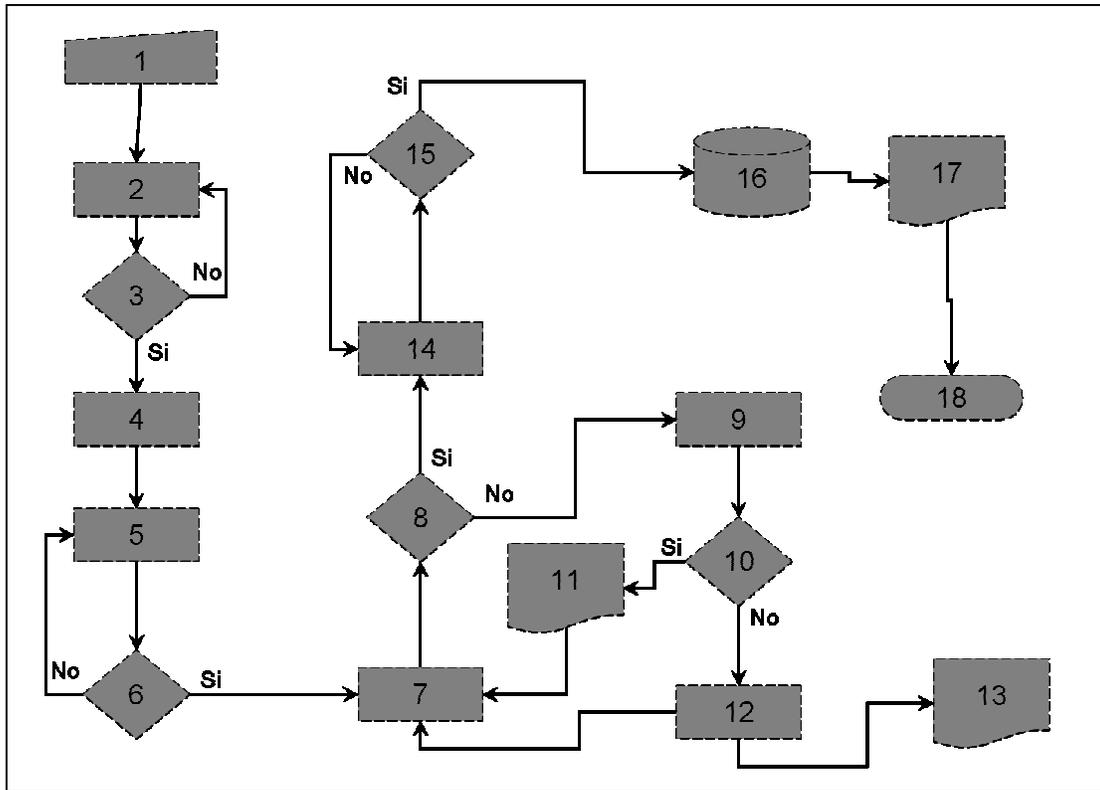


Figura 4.7. Diagrama de Flujo

1. Inicio del Sistema.
2. Orientación sobre la solicitud deseada.
3. ¿Lugar adecuado del trámite?
4. Recepción en el lugar del trámite.
5. Clasificación de la solicitud, selección de formato.
6. ¿Formato adecuado?
7. Asignación de identificador de localización en el mapa de predios. Mediante la consulta de los datos, por cuenta catastral en primer termino. Cuando los datos vienen del paso once se pasa al punto 8.
8. ¿Localización precisa, identificador de los mapas fuente correcto?
9. Identificación visual del predio, buscando el solicitante el polígono que representa su predio.
10. ¿Se localizo el predio?
11. Generar reporte de corrección de datos, para los administradores del sistema base explicitando cuales son los atributos a corregir.
12. Predio no localizado o identificado, se genera la localización mediante la clave catastral de la manzana y su identificador, para continuar el trámite.
13. Reporte de revisión de las delimitaciones para el predio en cuestión. Corrección geométrica y tabular.
14. Registro de datos del formato de solicitud y revisión de requisitos.
15. Datos y requisitos completos.
16. Almacenaje en la base de datos.
17. Asignación de numero de folio, transacción.
18. Fin del proceso con la solicitud guardada, para su evaluación de rechazo o aprobación.

Este diagrama es la guía para las transacciones en el sistema. Las transacciones que no se realice por este medio no serán incluidas, por lo tanto no tendrán reporte, y no serán validas.

Consultas

Las consultas de las transacciones se harán mediante una Interfas que no permite cambios de registros, en formatos de salida estáticos como PDF o HTML. Esto protege los datos, pues no permite la modificación sino simplemente la visualización de las operaciones realizadas.

Actualizaciones

La actualización de las operaciones realizadas en el sistema de transacciones permite la edición de los registros de la base de datos, pero esto se hace en el nivel de los atributos. Por otro lado se identifica al usuario del sistema, a fin de evitar los descuidos e identificar los responsables de los movimientos.

Métodos de Verificación y validación de datos.

La *verificación* de los datos es un tema muy importante, pues determina, en cierta medida, la calidad de los datos que nuestro sistema utiliza. En este caso hacemos referencia a que los datos tengan concordancia con la realidad.

Los datos introducidos en el sistema deben ser verificados. La verificación en un número pequeño de registros, supongamos 100, puede realizarse revisando todo el universo de los mismos, es decir, todos los registros se verifican. Para el caso de poblaciones muy grandes, como el número de transacciones realizadas en un periodo de tiempo considerable suele ser muy elevado. El método mas eficiente es el muestreo de los datos, por lo que se deberá utilizar esta metodología para verificar los datos.

La verificación se realiza en dos planos diferentes: En gabinete, contrastando los datos con el archivo de las solicitudes y los inventarios; el otro plano es la verificación de los datos en campo.

La *validación* de los datos se hará cuando los datos ingresados al sistema cubran con las siguientes características:

- Los datos indispensables (ver estructura de las tablas).
- Los datos cumplan las reglas de normalización, según los catálogos de datos (explicito en el diagrama entidad relación de la base de datos).
- El muestro de los datos arroje una confianza mayor al noventa y siete por cien.

Accesos controlados al sistema.

El control que se hace al acceso del sistema es mediante la asignación de claves y contraseñas para el ingreso. Existen dos niveles de acceso, es decir, tipos de usuarios:

Los administradores del sistema y los usuarios de secciones del sistema. Los primeros cuentan con los permisos para ingresar a todos los bloques del sistema pues ellos son quienes asignan contraseñas y son quienes administran los datos. El segundo bloque se subdivide en dos. El primer grupo son los usuarios que pueden editar una tabla o grupo de tablas y el segundo grupo, usuarios que solo pueden hacer consultas de datos del sistema.

Para generar estos controles internos se asignan contraseñas para los usuarios que ingresan al sistema, permitiendo o restringiendo el uso de ciertas tablas de datos, según la adscripción del usuario.

4.5 Actividades de procesamiento de datos

Las actividades de procesamiento hace referencia a las tareas que se realizan para manipular, administrar y agregar datos al sistema.

Para lograr este procedimiento se debe considerar que hacemos 4 tipos de actividades de procesamiento de datos, las cuales son:

- Transformar datos de un Sistema CAD a un sistema SIG.
- Recolección de datos en diversos formatos.
- Actualizar la base de datos geográfica.
- Registro de transacciones.

El procesamiento de datos se revisará desde dos perspectivas, en el tema sobre análisis de formatos de entrada y salida, así como en los métodos de procesamiento de datos.

4.5.1 Formatos de entrada y salida del sistema

La entrada de datos define los procedimientos y formatos para la integración de los mismos al sistema. Las salidas enmarcan las formas que los datos se extraen del sistema.

En este apartado vamos a expresar en general los esquemas de entrada de datos y sus diferentes fuentes. Por otro lado vamos a referirnos a las formas de extracción de datos para múltiples propósitos. En el próximo apartado definiremos en específico los métodos de procesamiento de datos mas comunes que se presentan en el trabajo de construcción de la base de datos geográfica.

Entradas

Para ingresar datos al sistema debemos considerar que existen tres fuentes posibles de ingreso de datos:

- Datos cartográficos en formatos digitales y análogos.
- Datos tabulares en formatos digitales y análogos.

- Recolección de datos, trabajos de campo, con diferentes mecanismos de apoyo.

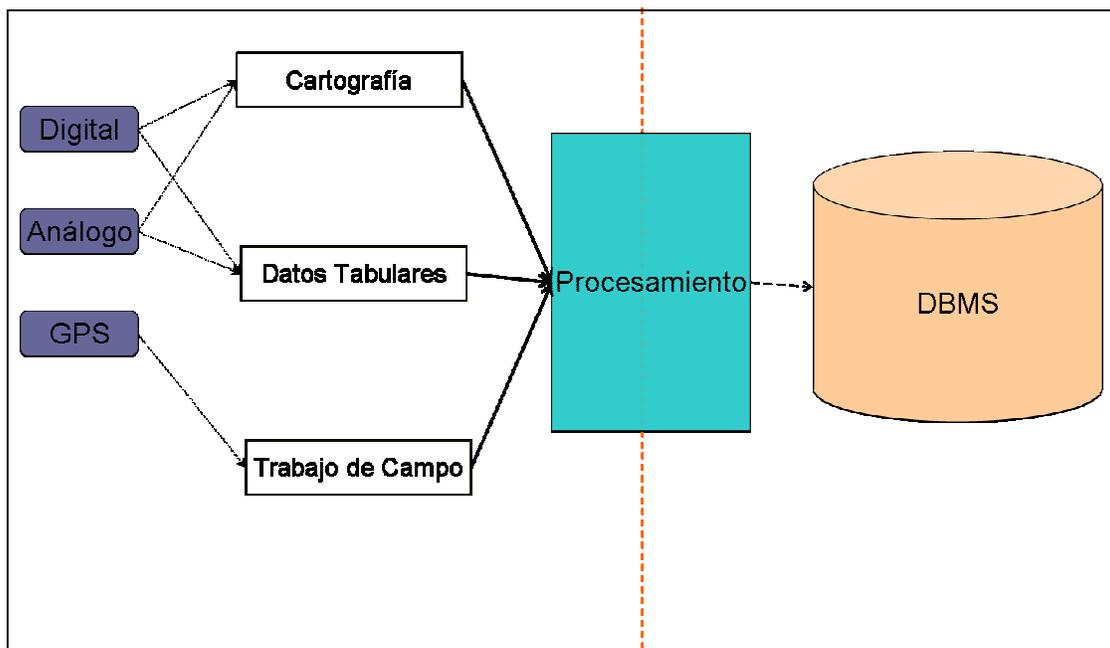


Figura 4.8. Esquema de entrada de datos al sistema.

En la figura 4.8, observamos el esquema de entrada de datos al sistema. En la primera línea de datos, en formato digital, análogo y GPS, estos formatos se clasifican en la segunda línea como cartográficos, tabulares y de trabajo de campo. Esto sirve para elegir el proceso general de integración definitiva al sistema de almacenamiento de datos, DBMS.

Los datos cartográficos digitales provienen de fuentes diversas, como el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Instituto Federal Electoral (IFE) y muchos otros; pero en particular existe una fuente, que por la naturaleza de la aplicación a implementar, es indispensable, nos referimos a la Secretaría de Finanzas, del Gobierno del Distrito Federal, en específico por: la Subtesorería de Catastro y Padrón Territorial (SCPT) que proporciona información Cartográfica Catastral con escala 1:1000.

Esta cartografía está implementada en un sistema CAD, y conectado a una base de datos, con lo que se emula un SIG. Este sistema resulta adecuado porque la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Distrito Federal (SFGDF) administra el sistema catastral en el Distrito Federal (DF), realizando el cobro de impuestos y la dimisión de controversias por la posesión de inmuebles.

Pero en las Delegaciones Políticas del DF, estas funciones, cobro y dimisión de controversias por la posesión de inmuebles, no representan ninguna responsabilidad. Las funciones que precisan de una capacidad de actualización de datos, por tanto de manejo de bases de datos, y funciones de análisis (ordenamiento territorial, programas de desarrollo urbano y análisis del crimen.), una de las mayores ventajas de un SIG.

La cartografía Catastral, que proporciona la SFGDF, tiene un formato CAD (PCF) para su lectura en Microstation¹¹. Los datos se proveen en capas de información y en cartas que cubren un área 4Km², figura 4.9.

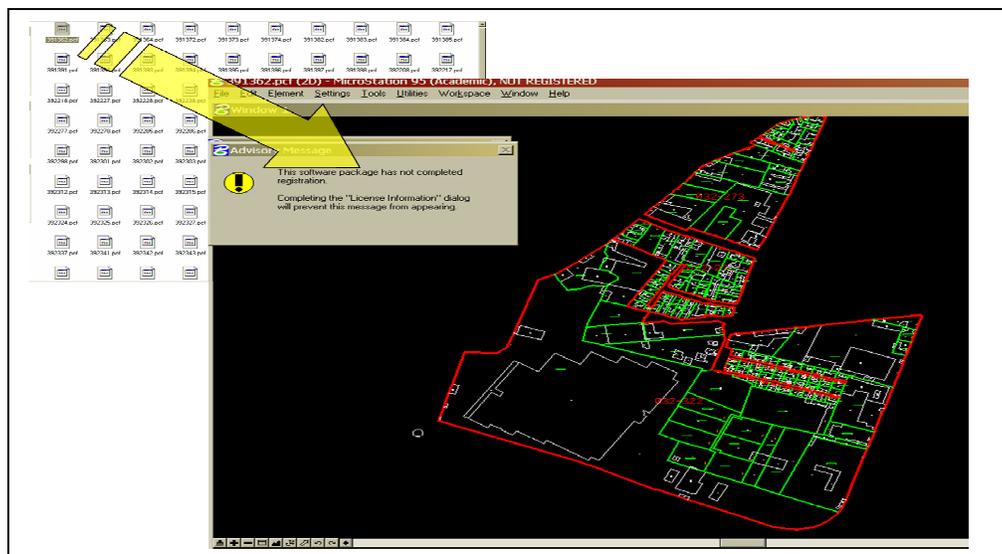


Figura 4.9. Carta Catastral. Formato de los archivos proporcionados por la SFGDF

Los parámetros cartográficos son:

Longitud Origen = 99° 10'
 Latitud origen = 19° 02'
 Paralelo Base Norte = 19° 13'
 Paralelo Base Sur = 19° 29'
 Falso Este = 40 000 m.
 El elipsoide
 Radio Mayor = 6380439.600
 Radio Menor = 6359052.314
 Achatamiento = 0.003352008
 Excentricidad = 0.08180941562642
 Unidades de Trabajo en Metros
 Formato DGN - PCF¹²

¹¹ Microstation un producto de la empresa *Bentley* <http://www.bentley.com/en-us/>

¹² Cfr. http://foros.ci.df.gob.mx/grupos/lineam_SIG_220803.php

Proyección: Cónica Conforme de Lambert.

Estos parámetros cartográficos se transformaran, conforme a lo definido en la sección “Construcción de la base de datos geográfica, elipsoide”, pues nos parece que la proyección que mejor ajusta al modelo propuesto por INEGI.

Los archivos proporcionados por la tesorería son¹³, tabla 4.1:

CODIGO	NOMBRE	TIPO	NIVEL	DESCRIPCION	TABLA ASOCIADA
1.0	Clasificación Construcción	Label	3	Texto de la Clasificación de las Construcciones.	
2.0	LimiteManzana	Area Boundary	6	Líneas que Delimitan la Manzana.	
3.0	LimitePredio	AreaBoundary	7	Líneas que conforman el Límite del Predio.	
4.0	LímiteConstrucción	AreaBoundary	8	Líneas que conforman el Límite de la Construcción.	
2.1	ClaveManzana	Area Centroide	10	Texto Identificador de Manzana.	MANZANA
3.1	ClavePredio	Area Centroide	11	Texto Identificador de Predios (RRR- MMM-LL).	PREDIO
4.1	NivelesConstruidos	Area Centroide	12	Texto de Niveles Construidos.	CONSTRUCCIÓN
5.0	No. OficialPredio	Label	13	Texto de Números Oficiales del Predio.	
6.0	UsoCondominio	Area Centroide	17	Clave de Uso de los Condominios.	
7.0	LíneaCondominio	AreaBoundary	18	Líneas que Conforman los Condominios Horizontales.	
7.1	No. OficialCondominio	Area Centroide	20	Texto de Números Oficiales Interiores de Condominio.	

Tabla 4.1 Estructura de los datos por carta catastral.

¹³ Idem

Estos elementos son los que integran cada una de las cartas, siendo la base para el procesamiento de los datos base para el SIG.

Las siguientes tablas son los complementos para la generación de la información base para el proyecto SIG de la delegación.

Archivo DF.pcf, tabla 4.2:

CODIGO	NOMBRE	TIPO	NIVEL	DESCRIPCION	TABLA ASOCIADA
8.0	LimEntidad	Area Boundary	30	Contorno del Distrito Federal	
9.0	LimDelegación	Area Boundary	31	Contorno de Delegaciones	
9.1	Delegación	Area Centroide	32	Nombre de Delegaciones	DELEGACIÓN
10.0	LimTributaria	Area Boundary	33	Límites de Administración Tributaria	
10.1	AT Area	Centroide	34	Nombre de Administración Tributaria	CAT_AT
11.0	LimRegCat	Area Boundary	35	Regiones Catastrales	
11.1	CveRegCat	Area Centroide	36	Identificador de Regiones Catastrales	REGIONES
12.0	LimColCat	Area Boundary	37	Limite de Colonia Catastral	
12.1	CveColCat	Area Centroide	38	Identificador de Colonia Catastral	AREA_VALOR
13.0	LimCodPos	Area Boundary	39	Limite del Código Postal	
13.1	CveCodPos	Area Centroide	40	Clave de Código Postal	CÓDIGO_POSTAL
14.0	LimColNom	Area Boundary	41	Contorno de Colonias Nominales	
14.1	ColNom	Area Centroide	42	Nombre de Colonias Nominales	COLONIAS

Tabla 4.2 Elementos definidos en el archivo DF.pcf

Elementos definidos en cenca01hasta cenca16.pcf, tabla 4.3 :

CODIGO	NOMBRE	TIPO	NIVEL	DESCRIPCION	TABLA ASOCIADA
15.0	VectorCalle	Line	43	Vectores de Calles y Avenidas	CALLES
15.1	NombreCalle	Label	44	Nombre de Calles y Avenidas	
16.0	CorrValor Line	45	Línea de Corredor Valor	CORREDOR	
16.1	CveCorrValor	Label	46	Identificador de Corredor de Valor	
17.0	ClaveInfraUrbana	Label	47	Textos de Claves de Infraestructura Urbana.	

Tabla 4.3 Elementos definidos en cenca01hasta cenca16.pcf

Elementos definidos en el archivo urbano01 hasta urbano16.pcf, tabla 4.4:

CODIGO	NOMBRE	TIPO	NIVEL	DESCRIPCION
18.0	Camellones	Area Boundary	50	Polígonos de Camellones y Áreas Verdes
18.1	CveCamellonAverdes	Area Centroide	51	Claves de Camellones y Áreas Verdes
19.0	EstaciónMetro	Point	52	Estaciones del Metro
19.1	NombreEstacionMetro	Label	53	Nombre de Estación del Metro
20.0	Líneas Férreas	Line	54	Línea de Vías Férreas
21.0	InstDepo	AreaBoundary	55	Albercas y Canchas Deportivas.
22.0	CuerposAgua	Área Boundary	56	Cuerpos de Agua
22.1	CveCuerposAgua	Area Centroide	57	Claves o Nombres de Cuerpos de Agua

Tabla 4.4 Elementos definidos en el archivo urbano01 hasta urbano16.pcf

En la siguiente tabla mostramos las categorías de los datos catastrales que se proporcionan para el desarrollo del proyecto, tabla 4.5.

Categoría	Compuesto de archivos	descomposición	calve
Catastro	Archivos con extensión pcf, cuyos nombres están definidos por numerales que los ubican en el índice cartográfico, por ejemplo: 392491.pcf	Cartografía que registra la información de la propiedad raíz y su entorno, como manzana, construcción, condominio, etc.	1
	Df.pcf	Cartografía que define los límites políticos del Distrito Federal, de Delegaciones, de las Administraciones Tributarias, de regiones catastrales, de colonias catastrales, de códigos postales y de colonias nominales.	
	Cenca01.pcf, Cenca02.pcf, así hasta Cenca16 (El sufijo numérico indica la delegación.)	Cartografía que contiene los vectores de calles, avenidas, corredores de valor y servicios	
	Urbano01.pcf, Urbano02.pcf, así hasta Urbano16.pcf (El sufijo numérico indica la delegación)	Cartografía que contiene, camellones, áreas verdes, estaciones de metro, líneas férreas, cuerpos de agua, etc.	

Tabla 4.5 Categorías catastrales.

Los datos provenientes de la SFGDF son de gran importancia para el Proyecto SIG de la delegación, pero no son los únicos datos a integrar. Existe otra fuente de datos:

El INEGI aporta datos socio demográfico, que sirven de base para realizar diversos análisis de las condiciones de la población y conocer sus características. El formato de estos datos se provee en formatos CAD, DWG o DXF.

Los datos en formato análogo son escasos, pero aun así los debemos considerar. Este tipo de datos son útiles y necesarios de integrar a un sistema digital, por tal motivo habrá que digitalizarlos. Las formas de hacer este trabajo son mediante el escáner de mapas o la tableta digitalizadora.

Los datos provenientes en estos formatos son:

- Redes de gas natural.
- Limites de código postal.
- Redes de fibra óptica.
- Localización de equipamientos.
- Definición de nomenclatura y vialidades.
- Limites de unidad territorial.
- Infraestructuras en general.

Datos Tabulares

Los datos tabulares se presentan en dos formatos: Digitales y Análogos. Los primeros son listados que generalmente se encuentran en hojas de cálculo o procesadores de texto. Estos datos hacen referencia a localizaciones de ciertos aspectos relevantes para el ejercicio de las funciones delegacionales. Un ejemplo son los datos sobre las localizaciones sobre las licencias otorgadas por el departamento de obras y desarrollo urbano; dicho listado se proporcionó en un formato digital, en una hoja de calculo.

El caso del formato análogo lo representan los listados que se elaboran para presentar una relación sobre las localizaciones, pero en documentos impresos o manuscritos, tabla 4.6.

Tipo de datos	Formato	Base de datos
Giros Mercantiles	Digital	Hoja de calculo
Verificaciones	Análogo	
Licencias de Construcción	Digital	Hoja de Calculo
Inmuebles Patrimoniales	Digital	Hoja de Calculo
Anuncios espectaculares	Digital	Hoja de Calculo
Comercio Vía publica	Digital	Hoja de Calculo
Equipamientos Urbanos	Digital	Hoja de Calculo

Tabla 4.6 Datos tabulares

En esta tabla se presentaron los datos en formato tabular a ser integrados en el sistema. Con la versión definitiva del sistema se pretende eliminar estos datos tabulares para ser integrados a la base de datos geográfica de manera automatizada.

Recolección de datos con trabajo de campo

Los datos recolectados en campo se realizan por la inexistencia de datos o por el mejoramiento de los mismos. Los casos referentes a este proceso son, tabla 4.7:

Dato	Procedimiento
Uso de suelo	Verificar la ocupación de los predios, Verificar y actualizar los números exteriores, verificar los niveles de construcción y la calidad de los inmuebles
Vialidades	Verificar la nomenclatura, materiales de vialidades y calidad de los mismo, clasificación de la vialidad y ancho en metros lineales.
Inventario de mobiliario urbano	
Inventario de infraestructuras visibles	

4.7 Recolecciones de datos en campo

El procesamiento de los datos en todos estos formatos constituye los elementos base del sistema, en la base de datos queda establecido las relaciones entre los elementos.

Salidas

Las salidas del sistema hacen referencia a las formas que se presentarán los datos e información a los usuarios.

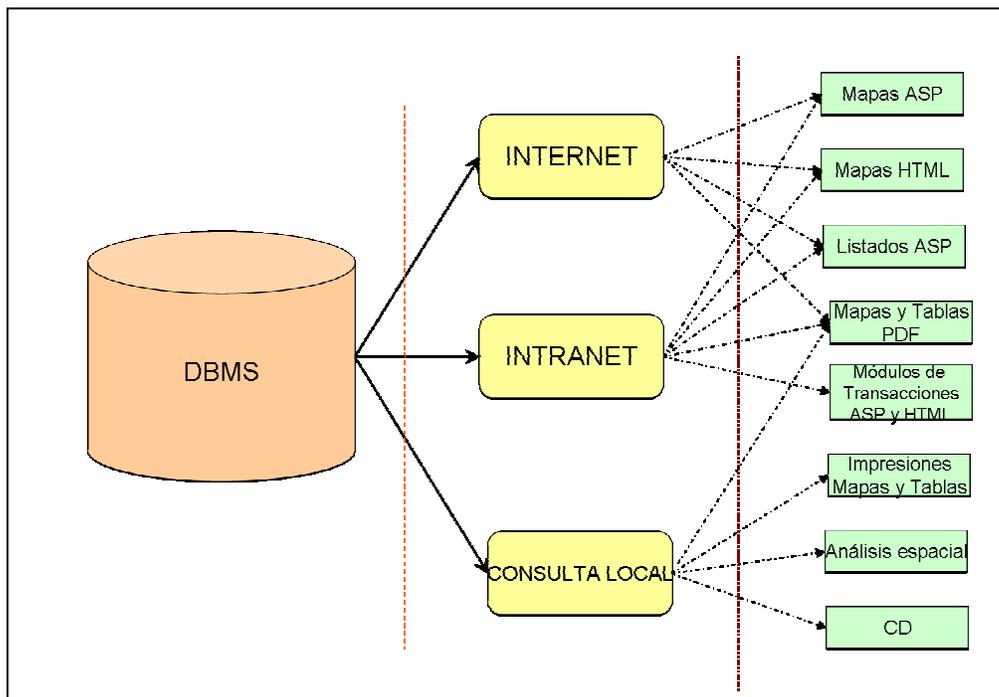


Figura 4.10. Salidas de datos del sistema

En la figura 4.10 observamos la representación del sistema gestor de datos (DBMS), donde están almacenadas las bases de datos geográfica, cartográfica y temática. Este almacenamiento es inútil si no se tienen salidas de los datos e informaciones contenidas en dicho sistema.

Las salidas son tres:

- Internet
- Intranet
- Consulta Local

Las salidas de datos en *Internet*: Esta salida tiene por objetivo presentar datos a la población en general, en dos tipos de formatos de salida. En Páginas Activas en Servidor ASP, HTML y PDF¹⁴.

Para el caso de los documentos ASP y HTML, el requisito indispensable para los usuarios es contar con un navegador de Internet y conexión al servicio. De tal manera que

¹⁴ Portable Document Format - PDF, formato para la lectura de documentos en Adobe Reader <http://www.adobe.es/>

ingresando al portal de la Delegación Miguel Hidalgo (<http://www.miguelhidalgo.gob.mx/>) se podrán hacer las consultas de datos que desee.

Los datos que podrá buscar el usuario serán:

- Búsqueda de direcciones
 - Con las opciones.
 - Colonias.
 - Código Postales.
 - Calles.
 - Domicilio completo: colonia, calle y número.
- Búsqueda de sitios de interés
 - Sitios turísticos.
 - Comercios y servicios.
 - Rutas de transporte publico.
- Equipamientos
 - Educativos, Deportivos, Seguridad, Salud, Oficinas Administrativas.

Estos archivos serán presentados en forma de mapas.

Los archivos PDF se descargarán del sitio mencionado y presentarán la siguiente información:

- Mapas por Colonias
 - Nomenclatura de calles.
 - Limites de colonia.
 - Equipamientos.
 - Sitios de interés.

En el caso de los formatos HTML se obtendrán dos tipos de archivos, listados de ciertos elementos (Listados de colonias, códigos postales, nomenclatura vial y tipos de negocios) y los metadatos¹⁵ de cada una de las capas del sistema.

El caso de *Intranet* utiliza los mismos módulos que Internet, por lo tanto los casos descritos anteriormente, se aplican también a este. Pero se le adiciona los módulos de transacciones y consultas especializadas que incluyen las cuentas catastrales y los niveles de resultados, que implica la base de datos temática en su totalidad.

Los módulos de transacciones operan los movimientos de ingreso de datos y generación de reportes de solicitudes en las diferentes áreas. Su uso está delimitado por las funciones que realizan las diferentes áreas.

Los formatos para los módulos de transacciones son ASP en representación de mapas (a manera de consultas y búsquedas) y como formularios, donde se llenan las solicitudes.

Las *consultas locales* definen consultas desde las estaciones de trabajo, con lo que es posible realizar ciertos análisis espaciales, personalizar las búsquedas y las impresiones de datos. Este tipo de salida de datos se restringe solamente al personal delegacional.

Desde el módulo de consultas locales será posible obtener copias de datos, en Discos Compactos e impresiones en Plotter.

4.5.2 Reglas generales de procesamiento de datos y manejo de errores.

En el apartado anterior se habló de los ingresos de datos y las salidas de los mismos. Ahora corresponde hacer las especificaciones generales de los procesamientos y el manejo de los errores que pueden aparecer en las dos fases, entradas y salidas.

Entradas.

¹⁵ Los metadatos son una descripción sobre los datos específicos. Esta descripción define el contenido, la calidad, el autor, la fecha, las ediciones realizadas y otras características.

Las entradas, como dijimos en el párrafo anterior, pueden ser de tres tipos: Cartográficas, Tabulares y Provenientes de levantamiento en campo. Cada uno de las posibilidades de ingreso se puede presentar en formato digital o formato análogo.

El primer caso lo referimos a las entradas cartográficas. Mencionamos que la base del sistema, en relación a la cartografía digital, esta referida al sistema de archivos PCF que proporciona la SF del Gobierno del Distrito Federal. Dichos datos deben ser tratados para tener una representación en un SIG, pues son archivos para un sistema CAD.

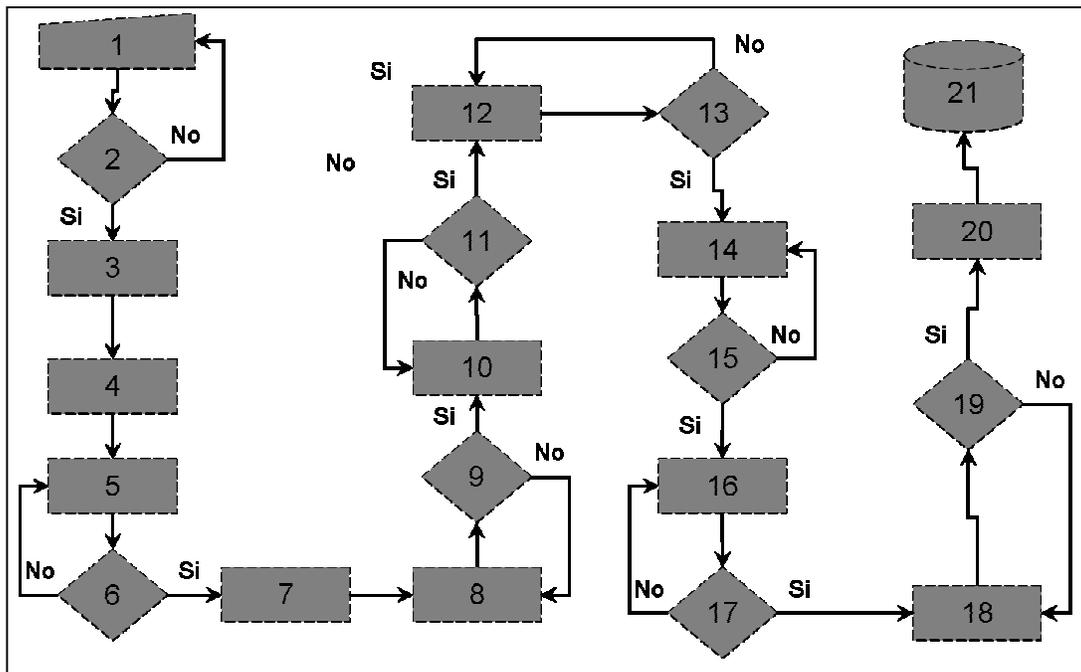


Figura 4.11 Diagrama flujo para la conversión d datos CAD.

En la figura 4.11, se especifica el procedimiento para la conversión de la cartografía del sistema CAD de la tesorería a un formato SIG, vectorial.

1. Solicitud de datos a la secretaria de Finanzas del GDF, en un listado con las claves de las cartas pertinentes.
2. ¿Cartas catastrales completas?
3. Ajuste de formato de PCF a DGN.
4. Importar el formato al programa manejador SIG.
5. Guardar los archivos con la extensión pertinente.
6. ¿Documentos salvados correctamente?
7. Separar capas del formato CAD en el SIG.
8. Limpieza topológica generando elementos según su representación.
9. ¿Objetos topológicamente bien construidos?
10. Transformación de etiquetas pertenecientes a cada una de las capas a como base de datos.
11. ¿Capas de etiquetas totalmente transformadas?

12. Establecer relaciones entre objetos, puntuales (provenientes de las etiquetas) con líneas y polígonos para asignarles valores.
13. ¿Objetos geográficos con datos adecuados provenientes de las etiquetas?
14. Definición de nombres de los campos.
15. ¿Campos con nombres claros y representativos del tema?
16. Cambiar proyección cartográfica.
17. ¿Proyección adecuada, ajuste con otros datos ya proyectados?
18. Carta terminada.
19. ¿Datos temáticos completos para este grupo de objetos geográficos?
20. Integración con otros segmentos de la misma variable.
21. Almacenaje en la Base de datos central.

En el diagrama vemos el procedimiento para la generación de cartografía consultable en el sistema SIG y la integración de los datos a un modelo corporativo.

Los posibles errores en esta integración se refieren a la asignación de atributos a los objetos geográficos, la diferencia de los objetos con la realidad (mayor o menor área o localización) o ausencia de objetos.

El procedimiento que se seguirá para el manejo de los mismos se hará mediante reportes escritos a los administradores, manifestando las unidades geográficas con errores o falta de las mismas, a fin de que el personal encargado de administrar el sistema actualice dichos elementos.

Los elementos cartográficos análogos se procesarán mediante la tableta digitalizadora, con escáner de mapas o trazando en pantalla los datos. El procedimiento a seguir se valorará en función de la naturaleza de las capas a integrar.

Para el caso de los errores se tratarán de igual manera que los datos cartográficos digitales.

Los datos tabulares.

Para integrar datos tabulares se deberán observar dos elementos básicos. El primero es la referencia espacial adecuada, ya sea absoluta o relativa¹⁶. El caso de las referencias absolutas es indispensable establecer el sistema de proyección adecuado, para el caso de las coordenadas relativas debemos establecer los suficientes puntos de referencia que sirvan para determinar sus localizaciones. Por ejemplo, para determinar la localización de un Giro

¹⁶ La referencia absoluta define al menos un par de coordenadas en un sistema de proyección definido. La referencia relativa está asociada a localizaciones de otros objetos, como predios, colonias, etc.

Mercantil, debemos definir la colonia donde esta localizado, la calle y el numero; mejor sería determinar la clave catastral o el identificador del predio. Esto define perfectamente la localización. El requisito es establecer los catálogos de la cartografía base a los que hará referencia la tabla para definir su localización.

El segundo punto es que todos los campos que contengan elementos comunes deben contar con un catálogo y ser normalizados, por ejemplo: si en los giros mercantiles se establece un campo con el nombre giro y dicho campo define la categoría general de la actividad mercantil, deberá existir un catalogo para este campo. Luego se normalizaran los datos según este catalogo, es decir, se limitaran todas las posibilidades de escritura a dicho catalogo.

En el modelo entidad relación se definió si eran elementos con representación geográfica o serian tablas asociadas a los objetos geográficos, estableciendo una serie de relaciones del sistema. Para el ejemplo de los Giros Mercantiles, se determina que se relacionan con los predios y por lo tanto no tendrán representación grafica, aun cuando los negocios se podrán localizar fácilmente.

El manejo de errores de este formato de datos deberá operarse vigilando dos errores, la falta de datos, que simplemente se maneja como la necesidad de integración de datos complementarios. El otro punto esta relacionado con la necesidad de actualizar campos específicos (incluso los de localización). Un tercer punto es la eliminación de registros.

Todos estos puntos se pueden maneja como trabajo de bases de datos temáticas: Actualización, eliminación o anexión de datos.

Salidas

Los errores de las salidas de los datos se minimizan en la medida que sean minimizados los errores de entrada de datos. Los casos que pueden presentar errores quedan acotados con una planificación de los módulos de consultas. Si se presentan errores son producto de las metodologías de programación de dichos módulos.

Si existen deficiencias en las consultas o los resultados, se deberán revisar las necesidades del sistema en el momento que sean detectadas.

4.6 Evaluación y Selección de tecnologías.

El uso de tecnologías específicas está determinado por dos aspectos, los recursos financieros y la disposición de herramientas en el mercado, en su defecto la capacidad de generación de dichas tecnologías por empresas o la misma organización.

Una de las intenciones de este trabajo es el diseño de un sistema reduciendo costos. Esto se logra con un buen inventario, seleccionando los programas adecuados y usando las capacidades del personal.

Programas

Existen dos tipos de programas que vamos a utilizar. Los primeros son complementarios y con estos se realizarán actividades complementarias. El otro tipo de programas constituyen el núcleo central para el soporte del sistema.

Programas complementario.

Estos programas son auxiliares en los procesos de integración de datos y diseño de las interfases para la consulta y actualización del sistema. Tabla 4.8.

Programa	Uso	Costo
Easyedit ¹⁷	Edición documentos ASP y HTML	Gratuito
DBDesigner ¹⁸	Diseño y generación de Bases de datos	Gratuito
GPS utility ¹⁹	Descarga de datos provenientes el GPS	50 dólares
MetaLite ²⁰	Generación de Metadatos	Gratuito
NVU ²¹	Creación de sitio Web para la administración de datos	Gratuito
MySQL Control Center ²²	Gestor de la Base de Datos	Gratuito

Tabla 4.8 Programas complementarios.

Programas Centrales

DBMS Cartográfico

Para realizar la selección del administrador de datos cartográficos haremos un análisis de los programas SIG que pueden apoyar el sistema que estamos diseñando.

Para determinar el peso de cada uno de los programas haremos una comparación en los siguientes rubros:

1. Generalidades del SIG (Tabla 9):
 - a. Requerimientos Físicos.
 - b. Requerimientos Lógicos.
 - c. Modelo de Datos.
2. Funcionalidades (Tabla 10):

¹⁷Cfr <http://www.easyasp.org/index.html>

¹⁸ Cfr <http://www.fabforce.net/>

²⁰ Cfr. <http://gisdata.usgs.net/metalite/>

²¹ Cfr. <http://www.nvu.com/>

²² Cfr. <http://www.mysql.com/products/mysqlcc/index.html>

- a. Gestión de Datos.
 - b. Conexión con datos externos, corporativos.
 - c. Georeferencia.
 - d. Visualización.
 - e. Herramientas de selección.
 - f. Funciones de Edición.
 - g. Funciones de análisis.
 - h. Presentación de resultados.
 - i. Herramientas de desarrollo.
3. Soporte y Precio (Tabla 11):
- a. Actualización.
 - b. Tutoría.
 - c. Programas complementarios.
 - d. Precio.

El análisis evaluará estos tres aspectos generales, calificando como aceptable (1), Bueno (2) y Muy Bueno (3). Cada aspecto recibirá una calificación, después se promediara cada rubro y se obtendrá una calificación final que definirá la magnitud de beneficio.

Generalidades:

	Arcview 3.2 ²³	Arcinfo ²⁴	AutocadMap ²⁵	Geomeia 4 ²⁶	Microstation Geographic ²⁷	Manifold 6 ²⁸	Mapinfo 7 ²⁹	SPRING 4 ³⁰	Idrisi32 ³¹
Requerimientos	3	3	3	3	3	1.33	3	3	2.33
CPU minimo / Recomendable	PIII 512 / PIV 1500 - 3	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 2500 -2	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 1500 -3	PIII 512 / PIV 1500 -3
RAM(MB) Minimo/ Recomendable	64 / 128 - 3	64 / 128 - 3	64 / 128 - 3	64 / 128 - 3	64 / 128 - 3	128/1000 -1	64 / 128 - 3	64 / 128 - 3	128 / 512 - 2
Disco Duro(GB) Requerido mínimo /recomendable	10 / 30 - 3	10 / 30 -3	10 / 30 - 3	10 / 30 - 3	10 / 30 - 3	50 / 256 - 1	10 / 30 - 3	10 / 30 - 3	30 / 50 - 2
Requerimientos equipo lógico	2	3	2	2	2	2	2	3	1
Plataformas: Windows/ UNIX/Linux	1/0/0	1/1/0	1/0/0	1/0/0	1/0/0	1/0/0	1/0/0	1/0/1	1/0/0
Trabajo en RED	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Modelo de Datos	1.75	2	1.75	1.75	1.75	2.75	1.5	2.75	1.75
Vectorial	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Raster	1	1	1	1	1	2	1	3	3
Ambos modelos Directo	1	1	1	1	1	3	1	3	3
Topología	2	3	2	2	2	3	1	2	0
Calificación	2.25	2.66	2.25	2.25	2.25	2.06	2.16	2.91	1.68

Tabla 4.9 Generalidades

²³ Cfr. <http://www.esri.com/>

²⁴ Idem

²⁵ Cfr. <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/home?siteID=123112&id=129446>

²⁶ Cfr. <http://www.intergraph.com/geomeia/>

²⁷ Cfr. [http://www.bentley.com/en-](http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation+GeoGraphics/Overview.htm?market=Geospatial)

[US/Products/MicroStation+GeoGraphics/Overview.htm?market=Geospatial](http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation+GeoGraphics/Overview.htm?market=Geospatial)

²⁸ Cfr. <http://www.manifold.net>

²⁹ Cfr. <http://www.mapinfo.com>

³⁰ Cfr. <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

³¹ Cfr. <http://www.clarklabs.org/>

Funcionalidades:

	Arcview	Arcinfo	AutocadMap	Geomedia	Microstation Geographic	Manifold	Mapinfo	SPRING	Idris32
Gestión de Datos	.25	.75	.37	.25	.25	.62	.37	.37	.50
Gestión de Datos: 2D/3D/Raster/MDT/ Redes/GPS/Raster Vector/Vector a Raster/ (Sin Extensiones compradas)	1/0/0/ 0/ 0/1/0/ 0	1/1/1/0 1/0/1/1	1/1/0/0/ 1/0/0/0	1/1/0/0/ 0/0/0/0	1/1/0/0/ 0/0/0/0	1/1/1/1/ 0/0/1/0	1/1/1/0 0/0/0/0	1/0/1 /1 0/0/0 /0	1/0/1 /1 0/0/1 /1
Conexión datos externos Corporativo	1	1	1	1.66	1	3	1.66	2.66	1.66
Conexión Bases de Datos	1	1	1	1	1	3	1	3	1
Soporte Datos Vectoriales	1	1	1	2	1	3	2	2	1
Soporte de Formatos Raster	1	1	1	2	1	3	2	3	3
Georeferencia	2	3	1	3	1	3	1	2	1
Imágenes/proyecciones/ Registro Vectoriales	2	3	1	3	1	3	1	2	1
Visualización	1.5	1.5	1	2	1	1.5	2	1.5	1
Importación/visualización Directa	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Personalización de objetos geográficos	2	2	1	2	1	2	3	2	1
Herramientas de Selección	2	2	1	2	1	2	2	2	2
SQL/Visuales/SQLespacial	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Herramientas edición	3	3	3	2	3	3	2	3	2
Tableta/COGO/Edición Interactiva/limpieza topológica	3	3	3	2	3	3	2	3	2
Análisis Espacial	2.5	3	1.5	2	1.5	3	2	2	2.5

Mapas temáticos / Super poisición/ Mapas con graficas/ Voronoi Sin Extensiones Compradas	3	3	1	2	1	3	2	2	3
Buffer/ Redes / Soporte Decisional / Interpolación	2	3	2	2	2	3	2	2	2
Resultados	2	2	1	2	1	3	2	2	2
Documentos de Impresión Personalizados / PDF / Hojas de Calculo / Graficas/ impresiones/ web	2	2	1	2	1	3	2	2	2
Herramientas de desarrollo	2	2	2	2	2	3	2	2	2.5
Creación de rutinas / Rutinas C++ / BVscript / Delphi / Plataformas externas	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Creación plataforma integrada	1	1	1	1	1	3	1	1	2
Calificación	1.80	2.02	1.31	1.87	1.30	2.45	1.67	1.94	1.65

Tabla 4.10 Funcionalidades

Soporte y Precio

	Arcview	Arcinfo	AutocadMap	Geomedia	Microstation Geographic	Manifold	Mapinfo	SPRING	Idrisi32
Actualizaciones	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Tutoriales	3	3	2	3	2	2	3	2	2
Programas de Usuarios Gratuitos	3	3	1	2	1	1	1	1	1
Extensiones con costo extra (inverso)	1	1	1	1	1	3	1	3	3
Precio (inverso)	2	1	2	2	2	3	2	3	2
Calificación	2.4	2.2	1.8	2.20	1.8	2.40	2	2.2	2

Tabla 4.11 Soporte y precio.

Calificación Final

	Arcview	Arcinfo	AutocadMap	Geomedia	Microstation Geographic	Manifold	Mapinfo	SPRING	Idrisi32
Calificación Final	2.15	2.29	1.78	2.10	1.78	2.41	1.94	2.35	1.67

Tabla 4.12 Calificación Final

Los resultados de este análisis comparativo, se realizaron con base en la información que cada uno de los firmas presentan en sus sitios de Internet³². Los resultados de calificación se presentan en la tabla 4.12.

El programa con mejor calificación resulto ser el Manifold System, un programa con un buen manejo de los datos, pero con una gran dependencia hacia el soporte físico, es decir, con muchos requerimientos del equipo de trabajo. Lo cual puede ser una limitante para la selección de este programa, con la salvedad del abaratamiento del equipo de cómputo, que se ha dado en los últimos años.

El programa con la peor calificación fue Idrisi32, debido a su naturaleza. Este programa esta orientado al modelo Raster, lo cual lo deja fuera de las posibilidades de implementación en la delegación, por cuestiones de representación.

En cuanto a los programas CAD, con parches para SIG, Autocad Map y Microstation Geographic, obtuvieron calificaciones bajas, pues presentan dificultades en términos analíticos.

Los programas de escritorio Mapinfo y Arcview obtuvieron calificaciones medias debido a que no se consideraron las extensiones para realizar diversas funciones como: Análisis, Publicación de Mapas en Web, análisis de redes y programación. En estos casos el programa que lleva cierta ventaja es Arcview.

Otra gran alternativa es el programa Brasileño SPRING, pues es capaz de realizar diversas funcionalidades, integrando el trabajo en redes y las conexiones vía ODBC a bases de datos temáticas. Además que el costo es gratuito y se pueden adquirir algunas extensiones, como la publicación en WEB de igual manera, gratuitas.

Una consideración que resulta muy importante hacer, es la inversión que se realizo antes de la presentación de este estudio. La Delegación Miguel Hidalgo adquirió una cantidad de 7 licencias de Mapinfo Professional que ha venido actualizando. De considerar el uso de otro

³² El procedimiento se realizo de esta forma por falta al acceso de los programa. En algunos casos se consultaron los manuales y se revisaron los programas directamente (Manifold 6.5, SPRING 4.2, Arcview 3.2, Microstation Geographic y Mapinfo 7).

programa para manejar los datos cartográficos el programa (Mapinfo) se utilizará en estaciones de trabajo para procesar ciertos trabajos, incorporando estos a la plataforma corporativa.

En este estudio se ha propuesto utilizar Manifold System como alternativa de implementación del sistema, debido a sus capacidades y costos.

DBMS temático y Corporativo

Existen diversas posibilidades para la implementación de las bases de datos, todas ellas con muy buenas capacidades, en este caso la elección de la herramienta de gestión de bases de datos se hará por tres parámetros:

- Conexión y compatibilidad con el gestor de datos geográficos.
- Capacidad de administración de datos temáticos.
- Conocimiento para operar el programa.

Las alternativas son:

- SQL Server.
- MySQL.
- Oracle.
- PostgreSQL.

La alternativa que nosotros elegimos es la siguiente:

MySQL debido a que es un gestor de bases de datos rápido, estable y soporta transacciones en módulos cliente servidor³³.

Otra ventaja es que es gratuito y que al combinarse con nuestro gestor de datos geográficos no produce fallos al sistema.

³³ Esta relacionado con la existencia de un equipo de computo que concentra los datos y almacena los procesos que realizan equipos conectados a una red, local o Internet.

El comparativo de esta selección nos parece poco importante, puesto que las necesidades en este sentido hacen referencia a la conexión entre los dos gestores (cartográfico y temático) y el manejo de los datos. En general MySQL resulta una muy buena alternativa para los proyectos pues su capacidad de almacenaje de datos es ilimitada.

Los otros sistemas gestores de bases de datos tienen un costo o tienen poca compatibilidad con nuestro manejador de datos cartográficos.

Equipo de cómputo.

El equipo de cómputo con el que cuenta la delegación (vea capítulo 3 tema 3.5.1 factibilidad técnica), es suficiente para iniciar los trabajos de remodelado de datos.

Sistema Operativo

En cuanto al sistema operativo existen varias posibilidades como Linux, UNIX o Windows. Nosotros nos inclinamos por el uso de Windows, no por ventajas operativas, sino por la existencia de licencias de este sistema operativo en la delegación. Además que el servidor de Mapas, de páginas con formato ASP es soportado por el IIS (Internet Information Server) que el sistema maneja.

4.8 Arquitectura del sistema.

Para completar los esquemas del sistema presentamos la arquitectura que usaremos en el SIG de la delegación Miguel Hidalgo.

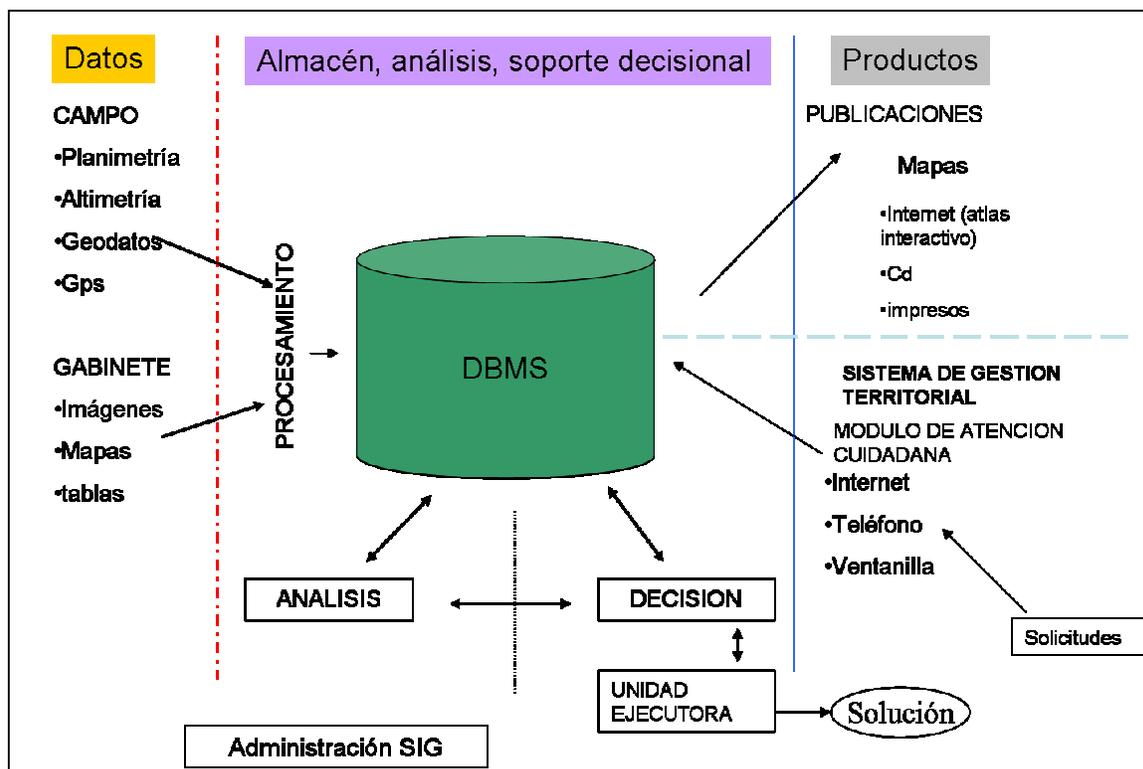


Figura 4.11. Arquitectura del SIG.

En la figura 4.11 vemos la arquitectura del SIG. Del bloque izquierdo encontramos el sistema de ingreso de datos. Esta sección está encargada de recolectar los datos en campo o en gabinete.

Una vez recolectados estos datos pasarán a ser procesados (bloque intermedio de la figura), adecuados para ser compatibles y útiles.

Estos datos se almacenarán en el sistema gestor de bases de datos (DBMS) que es una combinación entre los administradores de datos cartográficos y temáticos, como se explicó anteriormente.

Una de las funcionalidades está prevista en los análisis, estos se fundamentarán en los datos almacenados en DBMS.

En la parte derecha del gráfico encontramos los productos: Las publicaciones y el módulo de gestión territorial. El primero será consultable por todos los usuarios y el segundo es el soporte para el ingreso de demandas al sistema.

4.8 Fases de desarrollo e implementación.

La fase de implementación abre el ciclo de existencia real del sistema, las fases anteriores fueron de generación de esquemas. Si hacemos una analogía del proceso de implementación de un SIG con la construcción de una casa, diremos que la primera fase, la que nosotros realizamos, análisis y diseño del sistema, corresponde a la generación de los planos para la construcción de la misma. La segunda fase hará referencia al trabajo real con datos, varillas y tabiques, los módulos de consulta gestión de datos, detalles de la instalación eléctrica y otros procesos.

El objetivo de este trabajo se centro en la primera fase, el diseño de los planos, tratando de mostrar las posibilidades de uso de estas herramientas en la administración pública. Pero consideramos que es importante esbozar las fases de implementación, a manera de esquema, puesto que la verdadera implementación es un trabajo que requiere tiempo y una serie de ajustes a los planes presentados aquí.

4.8.1 Fases a Seguir

Adquisición Tecnológica

Uno de los primeros paso de esta fase final es adquirir la tecnología definida en los puntos anteriores. Dicha adquisición se hará en dos momentos, mediante la solicitud de los programas al área de adquisiciones del área responsable del proyecto SIG o la descarga de los mismos.

Creación de bases de datos.

La base de datos, como especificamos será creada en MySQL, que requiere del modelo entidad relación (Anexo III), que fue creado en DBDesigner. El programa DBDesigner es capaz de crear una consulta que se ejecuta en el entorno de MySQL y genera la estructura de la base de datos.

En MySQL y su gestor gráfico el MySQL Control Center, instalados en el servidor y las estaciones de trabajo que administran el proyecto se determinarán los permisos de acceso a los diferentes usuarios.

Programación de módulos de entrada y salida de datos.

Definimos a las páginas activas en el servidor, ASP, como la forma que se accederá a las bases de datos geográfica para consultar, actualizar e ingresar muchos de los datos al sistema.

El otro sistema de programación hace referencia a la personalización de programas, que se hace con un estilo de programación en un entorno de desarrollo adecuado, como Visual Basic o C++. Esta personalización, pretende ser marginal pues la idea del sistema es que dependa más de las páginas ASP y HTML.

Migración de datos

Existe una cantidad importante de datos que se reutilizarán en el nuevo sistema, estos datos son cartográficos o tabulares, y están definidos en el diagrama entidad relación. También se debe considerar los cambios de proyección.

Pruebas del sistema

Con los pasos anteriores quedó definida la base del sistema, ahora será importante probar el sistema en términos del rendimiento, velocidad, accesos de datos y cargas. En esta fase es probable que se detecten varios errores, en casi todos los puntos, lo que generará una serie de trabajos para corregirlos.

Capacitación del personal

Cuando el sistema está listo, es necesario capacitar al personal que usará el sistema. Esta capacitación implica el conocimiento general del sistema, las herramientas, los procesos y las contingencias que pueden presentarse. Esta capacitación definirá las tareas a realizar por parte del personal usuario del sistema.

Implementación

Esta es la fase de arranque donde los usuarios proporcionaran el servicio a los solicitantes de servicios en la delegación.

Evaluación

Cuando transcurra cierto tiempo operando el sistema, es posible que este manifieste algunos problemas de funcionamiento o las necesidades de la organización cambien, entonces será pertinente evaluar las mejoras al sistema o el diseño de un nuevo sistema con o sin la base de este sistema propuesto.

La implementación de un Sistema de Información Geográfica requiere un tiempo considerable para ver los resultados esperados, aun cuando funcione desde los primeros días de la implementación, el análisis no podrá realizarse hasta que haya transcurrido un tiempo para que los datos almacenados en el sistema sean suficientes para lograr este propósito.

Pero en general la integración de datos, publicación y los módulos de transacciones podrán ser usados desde el arranque formal del SIG.

Conclusiones

Conclusiones

El Sistema de Información Geográfica

Base teórica metodológica de implementación.

Un Sistema de Información Geográfica es una implementación informática que intenta representar el espacio geográfico. Con lo que es posible interpretar, modelar y analizar, dicha representación; el objetivo es la realización práctica de las diversas actividades de la organización que lo alberga. Manifestándose como datos, programas, equipos, personal, métodos y objetivos institucionales. Nos resulta muy importante decir que los SIG no deben identificarse de ninguna manera con ningún programa en específico, sino son un enfoque organizado en torno a los elementos antes nombrados.

Un Sistema de Información Geográfica se basa en los principios de los Sistemas de Información (SI) generales, en un sentido metodológico, *enfoque de sistemas*. Los SIG guardan un principio básico, que es la representación de la realidad con el fin de comprenderla y gestionar para un fin práctico, resaltando el manejo cartográfico y las posibilidades de análisis espacial.

Como base teórica metodológica, el SIG encuentra un fuerte apoyo en la teoría de sistemas. Debido a la particular forma que este enfoque posibilita para la organización de información y la determinación de las relaciones que se establecen entre los elementos del territorio. Sin embargo, es necesario decir que, los SIG requieren de un segundo nivel teórico. Este nivel teórico es la forma de tratar los problemas sin base en los SIG. Por lo tanto, un SIG, utilizará dos niveles teóricos el primero la teoría de Sistemas, o mejor dicho el enfoque de sistemas, y el segundo la base teórica que deriva de la naturaleza del problema, por ejemplo: Teoría de la renta, teoría del valor y muchas más. Este segundo nivel determinará en cierto sentido la naturaleza del problema y el camino hacia la concepción de enfoque de sistemas, al menos como base técnica, en la descripción de nuestro problema.

En nuestro caso, de alguna manera, los documentos normativos de la organización fueron tomados como base teórica del problema, fueron el fundamento de la organización de los datos, pero el enfoque de sistemas sirvió para analizar el problema que se trataba, organizar datos y presentar un modelo. En otras aplicaciones como mercado inmobiliario o transporte u otros muchos, debemos recurrir a los enfoques teóricos adecuados más el enfoque de sistemas, como base metódica de organización de un SIG.

El SIG en la administración local.

El Sistema de Información Geográfica resulta ser una herramienta indispensable para la realización de muchas tareas de la administración pública: En primer término para la ubicación de elementos importantes en la realización de tareas operativas, que se manifiestan en la generación de inventarios confiables; en segundo lugar para la administración de trámites relacionados con los objetos espaciales y por último para el análisis de datos geográficos, base de la toma de decisiones y la planificación (programas de desarrollo urbano).

El SIG es un apoyo de todas las tareas relacionadas con la gestión pública, pero requieren un cambio sustancial de toda la organización, se requiere una gran conciencia de este cambio, por parte de los gerentes, para lograr los ajustes adecuados en la organización. Por lo tanto consideramos al SIG: no como una serie de programas sino una forma de organización en torno de una institución, que implica Datos, Personal, Objetivos, Métodos, Programas y Equipos.

En la delegación Miguel Hidalgo, y nos atrevemos a generalizar para todas las Delegaciones, que es factible implementar un SIG con varias funcionalidades, que son:

- Localización de diversos elementos del espacio: Predios, negocios, equipamientos e infraestructuras, por mencionar algunos.
- Gestión de tramites en una base cartográfica: licencias de construcción, demolición, apertura y muchos mas.
- Sistemas de Consulta: Servidores de Mapas, discos compactos con aplicaciones de consulta, tablas de datos y mapas impresos.

- Análisis: Como base para la realización de documentos previos para la toma de decisiones. Como Programas de Desarrollo Urbano, Economía, Seguridad y otros.

Para lograr este trabajo es necesario analizar las formas de organización propuesta por los administradores de mas alto rango, manifestados en los programas de acción de cada administración. También es necesario revisar la documentación que da fundamento a la organización y determinar las formas que se realizan los trabajos en la misma.

Uno de los principales problemas a los que nos enfrentamos fue el de la falta de visión integral que se tiene en la organización con un enfoque de estructura de árbol, ver tema estructura de un sistema en el capitulo primero. Donde la información y su organización no son compartidas. Resulta necesario generar formas de organización de los datos para poder cambiar la forma de su utilización en función de los beneficios colectivos, dentro y fuera de la organización

De los objetivos

El diseño del sistema de Información Geográfica de la Delegación Miguel Hidalgo, se concluyo de manera satisfactoria, construyendo los elementos necesarios y sus especificaciones para lograr su manifestación en una base de datos geográfica. Que es la base del SIG que proponemos.

El siguiente paso lógico es la implementación, que definirá una serie de actividades que darán cuerpo al proyecto aquí realizado.

Por parte de la construcción de un modelo adecuado para tratar metodológicamente la implementación de un SIG, podemos decir, que se comparo una metodología de generación de sistemas de información en general, con la que algunos autores especialistas en SIG tratan. Con esto se recorrió un camino, que nos parece adecuado, para la generación de SIG (tema 2.7 de este trabajo).

Existen otras metodologías de diseño de sistemas, pero nosotros consideramos una totalmente explicita para facilitar el proceso de aprendizaje para nosotros mismos, quizás

en un tiempo adoptemos otra visión al respecto pero el ejercicio realizado sirve de base conceptual para la implementación de un SIG.

La solución Propuesta

El sistema propuesto, esta listo para la implementación, la cual deberá ser probada, es decir, llevar a la practica el sistema precisado, a fin de hacer una evaluación de dicha propuesta y del procedimiento usado. Esta implementación se esta ejecutando a cabo en este momento, pero sus resultados se verán manifestados en los próximos meses, por lo que no nos es posible decir mucho sobre la solución final, su evaluación definitiva y del proceso de rediseño o generación de ajustes necesarios de todo sistema de información.

De las formas para el futuro

Los Sistemas de Información Geográfica, son elaborados para múltiples fines lo cual lógicamente generará derivaciones, algunas ya son conocidas. Una de estas derivaciones es lo conocido como sistemas de gestión territorial, algo similar a lo que nosotros proponemos.

Estos sistemas de gestión territorial se caracterizan básicamente por ser la base de las transacciones de las organizaciones, con una base de datos geográfica y un sin numero de referentes espaciales. Quizá deberíamos llamar a el sistema propuesto Sistema de Gestión Territorial de la Delegación Miguel Hidalgo, pero decidimos no hacerlo por efectos didácticos.

Por el lado de las tecnologías asociadas a este tipo de herramientas, los SIG, debemos decir que hoy en día estos sistemas se están integrando con otras plataformas, formando híbridos, como el que proponemos, aumentando la capacidad de gestionar datos de diversa índole.

Fuentes de consulta

Fuentes de consulta.

Bibliografía

- Afanasiev, Valerii. (1967) Fundamentos de Filosofía Trad. V. Uribes, México, D.F., Editores Unidos Mexicanos.
- Alexander, Christopher. (1971) La Estructura del Medio Ambiente, España, Barcelona, Tusquetes.
- Anderson, Ronald Gordon. (1990) Proceso de datos y sistemas de informacion de gestion Trad. Linares Andres, España, Madrid, Rueda – Edaf.
- Aronoff, Stand. (1989) Georgaphic Information System: A management Perspective, Canada, Ottawa, WDL.
- Batty, Michael y Longley, Paul. (1996) Spatial analysis : modelling in a GIS environment, Inglaterra, Cambridge, editorial GeoInformation International.
- Blachut, Teodor et. al. (1979) Cartografía y levantamientos urbanos Trad. Dirección General del Territorio Nacional 1980, EU, New York, Sringer – Verlag.
- Boque, Joaquín. (2000) Aplicaciones de la Informatica a la Geografia y la Ciencias Sociales, España, Madrid, SÍNTESIS.
- Boque, Joaquín et. al. (1994) Sistemas de Información Geográfica: Practicas con PC Arc/info e IDRISI, España, Madrid, Ra – Ma.
- Brown, Ll. (1977) The History of Maps, EU, New York, Dover.
- Bruch, John y Strater, Felix. (1974) Sistemas de información: Teoría y práctica Trad. Calvet Ricardo, México, D.F., Limusa.
- Ceballos, Javier. (2000) Curso de Progrmacion en VB6, México, D.F., Alfaomega.
- Chou, Yue Hong. (1996) Exploring Spatial Analysis in GIS, EU, Santa Fe, On Word.
- Churchman, West. (1968) El enfoque de sistemas Trad. García Alberto, México, D.F., Diana.
- Chuvieco, E. (2002) Teledetección Ambiental: la observación de la tierra desde el espacio, España, Barcelona, Ariel.
- Cohen Daniel (1994) Sistemas de información para la toma de decisiones, México, D.F., McGraw – Hill.
- Cohen, Ernesto. (1992) Evaluación de Proyectos Sociales, México, D.F., S XXI.
- Coll-Vinent, Roberto. (1988) Informacion y poder : El futuro de las bases de datos documentales, España, Barcelona, Herder.
- Comas, David y Ruiz Ernest. (1993) Fundamentos de los sistemas de información Geográfica, España, Barcelona, Ariel – Geografia.
- Cornella, Alfons. (1996) Informacion digital para la empresa : una introduccion a los servicios de informacion electronica, España, Barcelona, Marcombo.
- Corral y Beker, Carlos. (1989) Lineamiento de Diseño Urbano, México, D.F., Trillas.

- Crone, Gerald. (1956) Historia de los mapas, México, D.F, FCE.
- Departamento del Distrito Federal. (1982) Sistema Geográfico de información para el Distrito Federal, México, D.F., Secretaria de Obras y Servicios, DGP.
- Dore, Dominique. (1983) Banco de Datos: Utilización y Funcionamiento, España, Barcelona, Mtre.
- García, Pérez Fernando et. al. (2000) Informática de Gestión y Sistemas de Información, España, Madrid, McGraw – Hill.
- Garson, G. David. (1992) Analytic mapping and geographic databases, EU, Newbury park, Sage.
- Gary Lock y Zoran Stancic. (1995) Archaeology and geographical information systems : a European perspective, Inglaterra, Londres, Bristol - Taylor & Francis.
- Gómez, Álvaro y Suárez Carlos. (2004) Sistemas de información: Herramientas practicas para la gestión empresarial, México, D.F., Alfaomega Ra-Ma.
- Gómez, Mendoza Josefina et. al. (1982) El Pensamiento Geográfico: Estudio Imperativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias radicales), España, Madrid, Alianza.
- Greenwood, William. (1978) Teoria de decisiones y sistemas de informacion : Introduccion a la toma de decisiones administrativas Trad. Conti Agustín, México, D.F., Trillas.
- Gutiérrez, Javier y Gould, Michael. (1994) SIG: Sistemas de información geográfica, Espacios y Sociedades, España, Madrid, SÍNTESIS.
- Haggett, Peter. (1976) Análisis Locacional en geografía humana, España, Barcelona, Gustavo Gili.
- Haining, Robert. (1990) Spatial data analysis in the social and environmental sciences, Inglaterra, Cambridge, Cambridge university.
- Huxhold, William. (1994) Managing geographic information system projects, EU, New York, Oxford University.
- Joachim W. Schmidt y Michael L. Brodie. (1983) Relational database systems : Analysis and comparison, Alemania, Berlin, Springer.
- John Pickels.(1994) GIS and Geography, EU, New York, Guilford.
- Konnie, Wescott et. al. (2000) Practical applications of GIS for archaeologists : a predictive modeling toolkit, Inglaterra, Londres, Taylor & Francis.
- Landata Nieves et. al. (2004) Sistemas de información geográfica. Practicas con Arcview, México, D.F., Alfaomega.
- Langefors, Borge. (1985) Informacion y datos en los sistemas, Trad. Salgado Raul, Argentina, Buenos aires, Ateneo.
- Langefors, Borje. (1976) Teoria de los sistemas de información, Trad. Leal Timoteo, Argentina, Buenos aires, Ateneo.

- Ludwig, von Bertalanffy. (1968) Teoría general de los sistemas : fundamentos, desarrollo, aplicaciones, Trad. Almena Juan, México, D.F., FCE.
- Marraud, Huberto. (1998) Introducción a la teoría de los sistemas deductivos, España, Barcelona, Universidad Autónoma de Madrid.
- Martin, David. (1991) Geographic information systems and their socioeconomic applications, Inglaterra, Londres, Routledge.
- Monkhouse, Francis. (1968) Mapas y diagramas Trad. Maria Canals, España, Barcelona, Oikos – Taw.
- Morin, Edgar. (1994) Introducción al pensamiento complejo, España, Barcelona, GEDISA.
- Murdick R. y Roos J. (1974) Sistemas de Información Basados en Computadoras: Para la administración moderna Trad. Jose Meza, México, D.F., Diana.
- Ordóñez Celestino et. al. (2003) Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales, México, D.F., Ra – Ma.
- Riordan, Rebeca. (2000) Diseño de bases de datos relacionales con access y SQL server Trad. Luis Hernández, España, Madrid, McGraw – Hill.
- Rivero Cornelio, Enrique (1988) Bases de datos relacionales, España, Madrid, Paraninfo.
- Rogerson, Peter y Fotheringham, Stewart. (1994) Spatial analysis and GIS, Inglaterra, Londres, Taylor & Francis.
- Sanchez, Alvaro. (1978) Sistemas arquitectónicos y urbanos : Introducción a la teoría de los sistemas aplicada a la arquitectura y al urbanismo, México, D.F., Trillas.
- Sánchez, Eugeni. (1991). Espacio economía y sociedad. España, Madrid, SXXI.
- Senn, James. (1989) Análisis y Diseño de sistemas de información Trad. Urbina Edmundo y Palmas Oscar., México, D.F., McGraw – Hill.
- Silva, Gilberto et. al. (2001) Elementos de Cartografía Geológica, México, D.F., UNAM FI.
- Tomlinson, Roger. (1976) Computer handling of geographical data: An examination of selected geographical information systems, Francia, Paris, UNESCO.
- Unwin, David. (1981) Introductory spatial analysis, Inglaterra, Londres, Methuen.
- Voltes Bou, Pedro. (1978) La teoría general de sistemas, España, Barcelona, Hispano Europea.
- Wesel, Andrew. (1976) The Social use of information ownership and access, EU, New York, J. Wiley.

Documentos y Revistas.

- Gaceta Oficial del Distrito Federal, 14 de Junio de 2004, no. 54 Bis.
- Manual Administrativo Delegación Miguel Hidalgo-Administración Pública del Distrito Federal, Delegación Miguel Hidalgo, 2003.
- aus den Ruthen, Arne. (2003) Manual del vuelo México, D.F., Comunicación Social Delegación Miguel Hidalgo.
- Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de diciembre de 1998.
- Diario Oficial de la Federación 24 de Septiembre de 1984.
- Plan de Gobierno Delegación Miguel Hidalgo 2003 – 2006.
- Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial, 26 julio 1994 modificado 14 octubre de 1999.
- Programa de Desarrollo Urbano Delegación Miguel Hidalgo.
- Abbott, John The use of GIS in informal settlement upgrading: its role and impact on the community and on local government. Revista Habitat International, Pergamos Año 2003 Volumen 27 Numero 4.

Documentos Electrónicos

- *Proyecto:* ISSS International Society for the Systems Sciences [en línea] *Responsable:* Debora Hammond *URL:* <http://www.iss.org/> [*Consulta:* Diciembre 05 2004.]
- *Proyecto:* Palacio de Hierro, pagina principal [en línea] *Responsable* Humberto Farias : *URL:* <http://www.palaciodehierro.com.mx/> [*Consulta:* Enero 21 2005] *Sitio consultado:* http://www.palaciodehierro.com.mx/ph/corporativo/infocorporativa/corp_historia.jhtml?SERV=112
- *Proyecto:* Gobierno del Estado de Campeche [en línea] *Responsable:* Departamento de Sistemas de Información Geográfica *URL:* <http://ecologia.campece.gob.mx/sig.html> [*Consulta:* 17 Enero 2005]
- *Proyecto:* Sistema de Información Geográfica, Universidad de Zaragoza [en línea] *Responsable:* Severino Escolano Utrilla *URL:* http://155.210.60.15/Geo/SIGweb/Tema_1.htm [*Consulta:* 12 Febrero 2005]
- *Proyecto:* Percepción Remota Satelital [en línea] *Responsable:* Teledet S.R.L. *URL:* <http://www.teledet.com.uy/quees.htm> [*Consulta:* 2 Marzo 2005]
- *Proyecto:* Introduccion to ARCGIS data models [en línea] *Responsable:* ESRI *URL:* http://campus.esri.com/acb2000/showdet.cfm?&DID=6&Product_ID=830&CATID=84&CFID=312791&CFTOKEN=86100615 [*Consulta:* 28 Noviembre 2004]
- *Proyecto:* Gestión de información Geográfica [en línea] *Responsable:* Instituto Geográfico Agustín Codazzi *URL:* <http://www.igac.gov.co/temp/> [*Consulta:* 3 Marzo 2005]
- *Proyecto:* Soporte en Línea, Manifold Systems, manuales [en línea] *Responsable:* Manifold Co. *URL:* <http://exchange.manifold.net/manifold/manuals/manifold/manifold.htm> [*Consulta:* 15 Febrero 2005]
- *Proyecto:* Sistema de Información Geográfica, Delegación Miguel Hidalgo [en línea] *Responsable:* Francisco Trujillo *URL:* http://www.miguelhidalgo.gob.mx/a_gobierno/004_sig/b_que.php [*Consulta:* 19 Febrero 2005]
- *Proyecto:* Comité Informática, Gobierno Distrito Federal [en línea] *Responsable:* Emilio Anaya Aguilar *URL:* <http://foros.ci.df.gob.mx/intro/objetivoCi.php> [*Consulta:* 17 Noviembre 2003]
- *Proyecto:* Grupo SIG, Comité Informática, Gobierno Distrito Federal [en línea] *Responsable:* Emilio Anaya Aguilar *URL:* <http://foros.ci.df.gob.mx/grupos/gposig.php> [*Consulta:* 17 Noviembre 2003]
- *Proyecto:* Administrativo Programático 2005 [en línea] *Responsable:* Secretaría de Finanzas GDF Aguilar *URL:*] <http://www.finanzas.df.gob.mx/egresos/2005/bi/j.pdf> [*Consulta:* 21 Julio 2005]
- *Proyecto:* Sistema Geodésico Nacional [en línea] *Responsable:* INEGI *URL:* http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/comites/ctcg/sistema_geodesico_nacional.doc [*Consulta:* 7 Agosto 2005]

- *Proyecto:* Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, Convención Nacional [en línea] *Responsable:* INEGI *URL:* <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/cartcat/convencion/inicio.htm> [*Consulta:* 8 Agosto 2005]
- *Proyecto:* Gestión de Bases de Datos [en línea] *Responsable:* MySQL AB *URL:* [*Consulta:* 3 Noviembre 2004]
- *Proyecto:* Diseño de Base de Datos Relacionales [en línea] *Responsable:* Michael Zinner *URL:* <http://fabforce.net/dbdesigner4/> [*Consulta:* Enero 2004]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Bentley [en línea] *Responsable:* Bentley Systems Incorporated *URL:* <http://www.bentley.com/en-us/> [*Consulta:* 16 Noviembre 2004]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Adobe [en línea] *Responsable:* Adobe Systems Incorporated *URL:* <http://www.adobe.es/> [*Consulta:* 7 Febrero 2005]
- *Proyecto:* Generación de Paginas Dinamicas en Servidor, ASP [en línea] *Responsable:* Easyasp org *URL:* <http://www.easyasp.org/index.html> [*Consulta:* 16 Diciembre 2004]
- *Proyecto:* Metadatos Geográficos [en línea] *Responsable:* Departament of the Interior & Geological Survey *URL:* <http://gisdata.usgs.net/metalite/> [*Consulta:* 28 Noviembre 2004]
- *Proyecto:* Diseño WEB [en línea] *Responsable:* Linspiere Inc.; Daniel Glazman *URL:* <http://www.nvu.com/> [*Consulta:* 14 Marzo 2005]
- *Proyecto:* Pagina Comercial Autodesk [en línea] *Responsable:* Autodek inc. *URL:* <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/home?siteID=123112&id=129446> [*Consulta:* Abril 2005]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Intergraph[en línea] *Responsable:* Intergraph Corporation *URL:* <http://www.intergraph.com/geomedia/> [*Consulta:* Abril 2005]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Manifold [en línea] *Responsable:* CDA International Ltd *URL:* <http://www.manifold.net/> [*Consulta:* Marzo 2004]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Mapinfo [en línea] *Responsable:* Mapinfo Corportation. *URL:* <http://www.mapinfo.com/> [*Consulta:* Marzo 2004]
- *Proyecto:* SPRING [en línea] *Responsable:* Ministerio de Ciencia y Tecnología, División de Procesamiento de Imágenes, Brasil. *URL:* <http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/index.html> [*Consulta:* Julio 2003]
- *Proyecto:* Pagina Comercial, Clark Labs. IDRISI [en línea] *Responsable:* Universidad Clark *URL:* <http://www.clarklabs.org/Home.asp> [*Consulta:* Abril 2005]
- *Proyecto:* Geografía y Cartografía, Libros Electrónicos [en línea] *Responsable:* Universidad Nacional de Colombia, Medellín *URL:* <http://www.unalmed.edu.co/~jramirez/libro/cartografiaygeografia.htm> [*Consulta:* Marzo 2004]
- *Proyecto:* Comparación y Desarrollo, Manifold y Arcgis. [en línea] *Responsable:* Lembo Arthur *URL:* [*Consulta:* 19 Marzo 2005]

- *Proyecto:* Análisis del Crimen [en línea] *Responsable:* Crimen Mapping Research Center *URL:* <http://www.ncjrs.org/html/nij/mapping/index.html> [*Consulta:* Febrero 2003]
- *Proyecto:* Revista Internacional de Ciencias de la tierra [en línea] *Responsable:* Revista Mapping S.L. *URL:* <http://www.mappinginteractivo.com/> [*Consulta:* Diciembre 2002]
- *Proyecto:* SIGMur [en línea] *Responsable:* Universidad de Murcia. *URL:* <http://www.um.es/geograf/sigmur/> [*Consulta:* Julio 2006]

Anexos

Anexo I

Entrevista a Trabajadores

1.- ¿Considera que las formas actuales de trabajos son las más adecuadas?

- a) Si b) No

2.- ¿En la siguiente escala como califica la eficiencia de los procesos en su trabajo?

- a) Mala b) Buena c) Muy buena d) Excelente

3.- ¿El proceso que UD. Realiza requiere de mapas, al menos como apoyo o parte de su trabajo?

- a) Si b) No

4.- ¿Usa equipo de cómputo para realizar sus actividades?

- a) Si (pase a pregunta 7) b) No

5.- ¿Sabe manejar el equipo de computo?

- a) Si (pase a pregunta 7) b) No

6.- ¿Estaría dispuesto a aprender a usar el equipo de computo? (Solo si se contesto negativo en la pregunta 5)

- a) Si b) No

7.- ¿Se adaptaría usted a un nuevo sistema para hacer el proceso que actualmente realiza?

- a) Si b) No

8.- ¿Cree que los mapas son un recurso importante para la delegación?

- a) Si b) No

9.- ¿Dónde realiza principalmente las actividades?

- a) Oficina b) Calles c) Combinado

Anexo II

Listado de Servicios Delegacionales

Servicios	Clave	Dirección	Servicio
1	1101	CPC	Auxilio en accidentes viales
2	1103	CPC	Derrumbe de vivienda
3	1105	CPC	Evaluación de vivienda en riesgo
4	1106	CPC	Eventos especiales, programas especiales de protección civil
5	1107	CPC	Hundimientos, inundaciones y encharcamientos
6	1109	CPC	Asesoría para el desarrollo del programa interno de protección
7	1110	CPC	Retiro de enjambre de abejas
8	1111	CPC	Riesgo o amenaza de bomba
9	1112	CPC	Supervisión de fugas y/o solventes
10	1114	CPC	Verificación de espectaculares en riesgo
11	1115	CPC	Capacitación de primeros auxilios
12	1116	CPC	Capacitación de combate a incendios
13	1117	CPC	Capacitación de formación de brigadas
14	1119	CPC	Asesoría a empresas o negocios
15	1201	DGSU	Barrido manual en la vía pública
16	1202	DGSU	Barrido mecánico en vías rápidas
17	1203	DGSU	Campaña de limpieza o fuera triques
18	1204	DGSU	Colocación de letreros con leyendas de Prohibido tirar basura
19	1205	DGSU	Limpieza a lotes baldíos
20	1206	DGSU	Limpieza de vías de ferrocarril
21	1207	DGSU	Recolección de basura domiciliaria
22	1208	DGSU	Recolección de basura en vía pública
23	1209	DGSU	Reporte de conducta del personal de limpia
24	1210	DGSU	Retiro de animal muerto
25	1211	DGSU	Solicitud de tambos recolectores de basura en escuelas o edificios públicos
26	1212	DGSU	Solicitud de retiro o reubicación de papeleras
27	1213	DGSU	Reposición de papeleras
28	1214	DGSU	Reporte de accidente vial en papeleras
29	1217	DGSU	Solicitud de Instalación de papeleras
30	1218	DGSU	Falta de recolección de basura en papeleras
31	1219	DGSU	Levantamiento de basura y desecho alrededor de papeleras
32	1221	DGSU	Solicitud de composta para áreas verdes públicas
33	1301	DGSU	Cambio de poste y/o de luminaria dañados
34	1302	DGSU	Reparación de lámparas o luminarias
35	1303	DGSU	Instalación de alumbrado público
36	1304	DGSU	Reposición de poste de metal color verde
37	1305	DGSU	Retiro de postes de metal verde tirado y abandonados en la vía pública
38	1306	DGSU	Retiro de poste de concreto (gris) tirado y abandonado en la vía pública
39	1307	DGSU	Reposición de tapas de poste
40	1308	DGSU	Reposición de tapas de registro
41	1401	DGSU	Autorización para colocación de jardineras
42	1402	DGSU	Autorización para poda de árboles o derribo de árboles dentro
43	1403	DGSU	Corte de raíz de árboles

44	1404	DGSU	Derribo de árbol en vía pública
45	1405	DGSU	Poda de árboles
46	1406	DGSU	Donación de árboles
47	1407	DGSU	Evaluación de daños ocasionados a árboles
48	1408	DGSU	Mantenimiento de áreas verdes
49	1409	DGSU	Mantenimiento de áreas verdes en escuelas públicas
50	1414	DGSU	Recolección de ramas y/o troncos en vía pública
51	1415	DGSU	Reforestación
52	1418	DGSU	Autorización para poda de árbol en la vía pública
53	1419	DGSU	Retiro de tocón
54	1420	DGSU	Recepción de árboles por donación
55	1421	DGSU	Solicitud de composta para áreas verdes públicas
56	1422	DGSU	Autorización para trasplante de sujeto forestal dentro de p
57	1423	DGSU	Reporte de árboles en riesgo de caer y / o peligrosos
58	2101	DGODU	Revisión a tomas de agua y/o medidores
59	2102	DGODU	Reparación de fuga de agua
60	2103	DGODU	Retiro de cascajo y / o reparación de banqueta
61	2104	DGODU	Suministro de agua potable en pipas
62	2105	DGODU	Falta de agua
63	2106	DGODU	Renivelación de cajas de válvulas (Fierro fundido)
64	2107	DGODU	Reparación de banqueta estampada
65	2201	DGODU	Inspección y / o retiro de anuncio en vía pública
66	2301	DGODU	Renivelación de coladera
67	2302	DGODU	Reposición de tapas de coladera
68	2303	DGODU	Retiro de cascajo por reparación de drenaje
69	2304	DGODU	Limpieza y desazolve de accesorios de drenaje
70	2305	DGODU	Desazolve de red de drenaje y retiro de azolve
71	2306	DGODU	Retiro de azolve
72	2401	DGODU	Autorización para construir rampas para discapacitados
73	2402	DGODU	Autorización para reparación de banqueta y/o guarnición
74	2403	DGODU	Balizamiento vehicular y peatonal (marcas)
75	2405	DGODU	Mantenimiento a tope o reductor de velocidad
76	2406	DGODU	Reparación de banqueta
77	2407	DGODU	Reparación de guarniciones (orilla de la banqueta)
78	2408	DGODU	Retiro de cascajo por corte de raíz
79	2409	DGODU	Solicitud de bacheo
80	2410	DGODU	Mantenimiento a los postes de nomenclatura
81	2501	DGODU	Retiro de cascajo en la vía pública
82	2502	DGODU	Evaluación técnica ocular de falla en el subsuelo (Minas)
83	2503	DGODU	Mantenimiento a bibliotecas
84	2504	DGODU	Mantenimiento a escuelas públicas
85	2505	DGODU	Mantenimiento preventivo y/o correctivo a centros de atención ciudadana
86	2506	DGODU	Solicita mantenimiento a área de juegos infantiles
87	2507	DGODU	Trabajos de mantenimiento a fuentes
88	2508	DGODU	Mantenimiento a mercados públicos
89	2509	DGODU	Mantenimiento de edificios públicos
90	2510	DGODU	Mantenimiento a deportivos
91	2511	DGODU	Mantenimiento a módulos de vigilancia
92	2512	DGODU	Mantenimiento a CENDIS

93	2514	DGODU	Mantenimiento a puentes peatonales
94	2515	DGODU	Reparación de mallas ciclónicas
95	2516	DGODU	Reparación de protecciones metálicas
96	2517	DGODU	Mantenimiento prioritario a inmuebles públicos
97	2518	DGODU	Mantenimiento normal a inmuebles públicos
98	2601	DGODU	Colocación de placas de nomenclatura
99	2602	DGODU	Instalación de tope o reductor de velocidad
100	2603	DGODU	Retiro de topes o revos
101	2604	DGODU	Solicita se realice estudio sobre problemas de vialidad
102	2605	DGODU	Instalación de señalamientos viales verticales y / o horizontales
103	2606	DGODU	Retiro de señalización en vialidades secundarias
104	2701	DGODU	Cambio de lugar de toma de agua
105	2702	DGODU	Cambio de ramal de toma de agua potable
106	2704	DGODU	Trámite de instalación de toma de agua
107	2705	DGODU	Trámite de supresión de toma de agua
108	2706	DGODU	Trámite para cancelación de albañal
109	2707	DGODU	Trámite para la conexión de albañal
110	2708	DGODU	Trámite para la reconstrucción de albañal
111	2709	DGODU	Trámite para limpieza de albañal
112	2710	DGODU	Trámite para cambio de lugar de albañal
113	2801	DGODU	Uso de suelo
114	2902	DGODU	Información sobre licencias de construcción
115	2903	DGODU	Quejas de cortes en el asfalto por instalaciones subterránea
116	3000	DGODU	Quejas de obras por contrato
117	3101	DGJG	Asesoría jurídica gratuita de tipo civil, penal, laboral, mercantil
118	3102	DGJG	Asuntos jurídicos
119	3201	DGJG	Solicitud de permiso para venta de romerías en vía pública
120	3202	DGJG	Autorización para venta en la vía pública
121	3203	DGJG	Retiro de ambulantes en la vía pública
122	3301	DGJG	Asuntos relacionados con el funcionamiento de los panteones
123	3302	DGJG	Solicita traslado, exhumación, inhumación, incineración
124	3401	DGJG	Verificación de giros mercantiles
125	3402	DGJG	Verificación de obra
126	3403	DGJG	Verificación de uso de suelo
127	3404	DGJG	Verificación de anuncios
128	3405	DGJG	Verificación de antenas
129	3501	DGJG	Quejas de licencias de manejo y control vehicular
130	3502	DGJG	Felicitaciones y sugerencias de licencias por cita
131	3601	DGJG	Mercados públicos (Locatarios)
132	3602	DGJG	Mercados públicos (Ciudadanos)
133	3701	DGJG	Reportes de establecimientos mercantiles
134	3702	DGJG	Solicitud de carreras deportivas
135	3703	DGJG	Solicitud de fiestas conmemorativas (Cívicas, religiosas, escolares)
136	3704	DGJG	Solicitud de eventos
137	3705	DGJG	Quejas contra ferias
138	3999	DGJG	Solicitud de información pública
139	4101	DGDS	La Delegación Miguel Hidalgo y tu imaginación Actividades culturales
140	4111	DGDS	Nuestras tradiciones
141	4112	DGDS	Actividades culturales

142	4202	DGDS	Eventos deportivos
143	4203	DGDS	Actividades deportivas
144	4204	DGDS	Quejas en instalaciones deportivas
145	4301	DGDS	Apoyo logístico
146	4702	DGDS	Apoyo para la conclusión de la primaria o secundaria abierta
147	4703	DGDS	Cursos de preparación para el ingreso al bachillerato
148	4704	DGDS	Servicios educativos "CENDIS"
149	4705	DGDS	Apoyo escolar (Primaria)
150	4707	DGDS	Talleres de escuela para padres
151	4708	DGDS	Faros del Saber
152	4801	DGDS	Redadas caninas
153	4802	DGDS	Atención a discapacitados
154	4803	DGDS	Atención médica
155	4804	DGDS	Atención odontológica
156	4805	DGDS	Atención psicológica
157	4806	DGDS	Atención veterinaria
158	4807	DGDS	Realización de estudio socioeconómico para recibir atención medica
159	4810	DGDS	Fumigación
160	4811	DGDS	Asesoría y orientación en salud
161	4813	DGDS	Cursos de primeros auxilios
162	4814	DGDS	Apoyo medico a eventos masivos
163	4815	DGDS	Supervisiones de fauna urbana
164	4816	DGDS	Pláticas de fauna urbana
165	4817	DGDS	Pláticas de fauna nociva
166	4818	DGDS	Platicas de salud
167	4902	DGDS	Actividades para las personas adultas mayores
168	4903	DGDS	Atención a niños y niñas de 45 días de nacidos a 6 años de edad
169	4904	DGDS	Atención a niños, niñas y jóvenes de la calle
170	4905	DGDS	Actividades y talleres a la comunidad en: corte y confección
171	4907	DGDS	Traslado de indigentes a albergues
172	4909	DGDS	Apoyo social a la mujer
173	4910	DGDS	Estudios socioeconómicos
174	4999	DGDS	Solicitud de información pública
175	5101	DGDD	Contaminación a mantos acuíferos
176	5102	DGDD	Contaminación atmosférica
177	5103	DGDD	Contaminación de barrancas
178	5104	DGDD	Contaminación por ruido
179	5105	DGDD	Asesoría de separación de basura
180	5106	DGDD	Talleres de educación ambiental
181	5107	DGDD	Supervisiones de fauna urbana
182	5108	DGDD	Pláticas de fauna urbana
183	5109	DGDD	Pláticas de fauna nociva
184	5110	DGDD	Fumigación
185	5111	DGDD	Redadas caninas
186	5112	DGDD	Atención veterinaria
187	5113	DGDD	Autorización para poda de árboles o derribo de árboles dentro de la delegación
188	5114	DGDD	Autorización para poda de árbol en la vía pública
189	5115	DGDD	Autorización para transplante de sujeto forestal dentro de la delegación
190	5201	DGDD	Asesoría para obtención de crédito

191	5202	DGDD	Asesoría para negocios
192	5301	DGDD	Recorridos turísticos
193	5401	DGDD	Solicitud de empleo
194	6101	DGA	Empleo en la Delegación Miguel Hidalgo
195	6201	DGA	Solicita ser proveedor de la Delegación
196	6301	DGA	Realización de servicio social
197	6501	DGA	Pago de daños en vehículos o propiedad privada
198	6502	DGA	Quejas del estacionamiento público delegacional
199	6601	DGA	Información del Presupuesto Delegacional
200	6602	DGA	Autorización para colocación de módulos de venta y expedición
201	6999	DGA	Solicitud de información pública
202	7000	CPCGS	Solicitud de estudios socioeconómicos para el programa 1000
203	7101	CPCGS	Asesoría condominal
204	7104	CPCGS	Mantenimiento a unidades habitacionales
205	7201	CPCGS	Apoyos comunitarios
206	7301	CPCGS	Estudio socioeconómico para poda o derribo de árbol en interno
207	7302	CPCGS	Estudio socioeconómico para retiro de escombros en viviendas
208	7401	CPCGS	Demolición de vivienda por alto riesgo
209	7402	CPCGS	Donación de material para techumbre de vivienda
210	7403	CPCGS	Donación de material para vivienda
211	7404	CPCGS	Donación de pintura e impermeabilizante para vivienda
212	7405	CPCGS	1000 Familias Donación de material para vivienda
213	7502	CPCGS	Concertación ciudadana
214	7601	CPCGS	Asesoría jurídica para vivienda
215	7602	CPCGS	Demolición total y acarreo de escombros de viviendas para construcción
216	7603	CPCGS	Gestión de crédito para vivienda ante el Instituto de vivienda
217	7604	CPCGS	Asesoría notarial
218	7605	CPCGS	1000 Familias Asesoría para la gestión de vivienda
219	7701	CPCGS	Luminarias en vías primarias
220	7702	CPCGS	Poda de árbol en vías primarias
221	7703	CPCGS	Mantenimiento a camellones en vías primarias
222	7707	CPCGS	Reporte de semáforos
223	7708	CPCGS	Gestión de peritajes
224	7709	CPCGS	Gestión ante otras dependencias
225	7710	CPCGS	Orientación, información, quejas
226	7801	CPCGS	Quejas del programa Miércoles Ciudadano
227	7901	CPCGS	Información y asesoría del programa Presupuesto Participativo
228	7999	CPCGS	Solicitud de información pública
229	8101	CSP	Grupos delictivos (pandilleros)
230	8102	CSP	Operativos viales para dar fluidez vehicular
231	8103	CSP	Refugio de grupos delictivos
232	8104	CSP	Reporte de fiestas y sonidos callejeros
233	8105	CSP	Retiro de hojalateros o mecánicos en vía pública
234	8106	CSP	Retiro de traperos y lavacoques
235	8107	CSP	Rondines de la policía (Código Águila)
236	8109	CSP	Seguridad en eventos sociales, culturales, deportivos y religioso
237	8110	CSP	Retiro de vehículos abandonados en la vía pública
238	8111	CSP	Vehículos mal estacionados
239	8112	CSP	Venta y consumo de drogas

240	8113	CSP	Vigilancia a escuelas
241	8114	CSP	Vigilancia con elementos pie a tierra
242	8115	CSP	Vigilancia con patrullas
243	8116	CSP	Vigilancia de policías en bicicleta
244	8117	CSP	Un foco mas un robo menos
245	8118	CSP	Queja en contra de elementos de Seguridad Pública
246	8119	CSP	Solicitud de patrulla por talas clandestinas
247	8120	CSP	Operativos de Vecino Cochino
248	8199	CSP	Solicitud de alarma vecinal
249	9102	CA	Ideas, propuestas y sugerencias al Jefe Delegacional
250	9103	CA	Denuncias anónimas
251	9106	CA	Ingreso al programa 1000 Familias

