

El Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el Ordenamiento Territorial Municipal

Lic. Noel Bonfilio Pineda Jaimes
M. en C. Roberto Franco Plata
Facultad de Geografía. UAEM.
Toluca, México
nbpj@uaemex.mx
rfp@uaemex.mx

Justificación

Es preciso señalar que la mayor parte de este trabajo, pertenece a la investigación que se realiza actualmente a nivel de posgrado en la Maestría en Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, por lo que aún no se cuenta con gran parte de los resultados de la misma, sin embargo, se cree importante presentar la parte teórica-metodológica de la misma, ya que en cuanto al ámbito municipal, en lo que respecta al Estado de México existen sólo algunos casos de Ordenamiento Territorial Municipal, los cuales carecen en gran medida de un marco metodológico, ya que la mayoría de ellos sólo describen a manera de monografía el medio natural, por lo anterior, consideramos de gran importancia trabajar en propuestas metodológicas de ordenamiento territorial a nivel municipal, ya que si en el ámbito nacional, regional y estatal existen deficiencias en el local se amplifican aún más.

En México se establece dentro del marco de la Constitución Política, que el municipio es autónomo y libre en la administración de sus intereses, se considera como la entidad territorial principal de la división político-administrativa del Estado, entre sus finalidades fundamentales está la de generar bienestar social y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Lo anterior es un aspecto primordial en todo proceso de desarrollo local, es por ello que ahora se plantea una muy poca explorada perspectiva de hacer planificación a este nivel: el Ordenamiento Territorial Municipal, instrumento que pretende apoyar en la solución de problemas de competitividad, desequilibrio ecológico y planificación de usos de la tierra, pero sobre todo propone un marco orientador y específico de desarrollo a través de una serie de escenarios a corto, mediano y largo plazo.

Esta situación obliga de alguna forma a proponer diferentes alternativas de uso y gestión del territorio, que permitan lograr y alcanzar un mejor desarrollo económico y social en

armonía con la naturaleza, para lo cual es necesario implementar nuevas tecnologías, métodos y modelos que sirvan de apoyo para alcanzar el aprovechamiento óptimo de los recursos.

Estas tecnologías son básicamente dos: los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, que se complementan en sus procesos de incorporación y adquisición de datos con otras técnicas. Ambas herramientas tienen un alto componente informático, de manera que su mayor o menor funcionalidad queda condicionada por los propios desarrollos de software y el rendimiento del hardware que las soportan.

Estas tecnologías representan un desafío para los planificadores y estudiosos del espacio, con la advertencia de que no debemos considerarlas como el único medio para resolver problemas a veces insolubles para la economía territorial. No obstante, la necesidad de incorporar estas herramientas a la resolución de problemas medioambientales y territoriales me ha impulsado a proponer en este trabajo una nueva forma de ordenar y planificar un espacio local, sobre todo considerando que en México a nivel municipal este tipo de metodologías son casi inexistentes.

Asimismo, consideramos también que plantear una delimitación político-administrativa como es el municipio, estamos garantizando que efectivamente sirva de referencia obligada a políticas de aplicación e implementación práctica.

El alcance y objetivo principal del estudio es proponer una metodología de Ordenamiento Territorial Municipal usando Sistemas de Información Geográfica que sirva de guía para la mejor distribución de las actividades en el espacio local, lo cual permitirá generar un instrumento de planificación que sirva como base para una mejor organización funcional del territorio y la posibilidad de diversificar sus usos.

Finalmente, se deben hacer dos observaciones respecto a su posible aplicación: en primer lugar, es preciso tener en cuenta el surgimiento de nuevos conocimientos en este campo y, en segundo lugar, se requiere tener presente una flexibilidad en su uso, de modo tal que permita adaptarla a la realidad del país y de las circunstancias de cada municipio.

Marco Conceptual

El Ordenamiento Territorial

El ordenamiento territorial en México es un concepto reciente, la mayoría de los planes de ordenamiento territorial que se realizan en el país (aunque consideran otros aspectos) tienen un fuerte sesgo al aspecto ambiental, lo anterior debido en parte a que el Estado considera diferentes en el marco de la planeación de usos del suelo los conceptos de ordenamiento, ordenamiento territorial y ordenamiento ecológico.

El concepto de ordenamiento territorial está referido a la regulación y orientación de la disposición geográfica, en un espacio determinado ubicado en el territorio nacional, de las actividades productivas, así como a las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales y de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población. El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos es competencia de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), mientras que el ordenamiento ecológico del territorio está a cargo de la SEMARNAT a través del Instituto Nacional de Ecología (INE). Sin embargo, el INE (2000), reconoce que el ordenamiento ecológico del territorio se constituye, en herramienta fundamental e imprescindible del ordenamiento territorial, pues la orientación de los procesos de usos y ocupación del territorio deberá considerar la evaluación de las posibles afectaciones al ambiente. El ordenamiento ecológico proporciona al ordenamiento territorial un diagnóstico de la estructura y dinámica del estado de los recursos naturales, así como una evaluación de los conflictos, las potencialidades y las propuestas de uso de suelo, con sus políticas y criterios ambientales. El ordenamiento ecológico es, también, un instrumento normativo básico sobre el cual debe descansar la evaluación del impacto ambiental. La consolidación operativa de los dos instrumentos permite un acercamiento a los criterios de sustentabilidad del desarrollo regional. En general, el ordenamiento ecológico es la base para los planes y programas de desarrollo.

En el caso de este trabajo, se considera que el término de ordenamiento territorial integra de manera sistemática los aspectos sociales, económicos y ecológicos sin ningún conflicto conceptual. Incluso proponemos que se debe llamar ordenamiento territorial ya sea nacional, estatal, regional y municipal a esta forma de planificación territorial.

Es indudable que el concepto de ordenamiento territorial tiene una estrecha relación con el desarrollo sustentable, gran parte de las definiciones de ordenamiento territorial tienen una bases ambiental o ecológica, sin embargo, la gran mayoría coinciden en que es un proceso encaminado al bienestar social, con medios y formas diversas.

Coam, (1993) considera que es un acto de referir una estrategia socio-económica a un espacio geográfico o territorio, por su parte Fals Borda, (1993), establece que es un conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su desarrollo socioeconómico, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población, las potencialidades del territorio y considerando la armonía con el medio ambiente.

Echevarria (1993), plantea que si el ordenamiento territorial opta por contemplar”objetivos con realismo y precisión y se concentra en resolver problemas de desarrollo, entonces si se puede hacer una contribución esencial para maximizar el crecimiento económico y el grado de equidad social en los procesos de desarrollo”, es decir, no se debe negar que la ocupación del territorio en cualquier circunstancia es el resultado de una serie de políticas macro económicas y sectoriales específicas de un modelo de desarrollo económico.

Otro enfoque interesante es el Gómez Orea (1992), quien menciona que “...la ordenación del territorio es la proyección en el espacio de las políticas social, cultural, ambiental y económica de una sociedad” plantea la necesidad de integrar la planificación socioeconómica con la física, para el autor, ordenar el territorio significa vincular las actividades humanas al territorio, y menciona que se está haciendo ordenación territorial cuando se toma en cuenta el territorio en la definición de la estrategia de desarrollo y cuando se vinculan a él las actividades que configuran dicha estrategia.

La Comisión de Ordenamiento Territorial de Colombia, lo define como “un conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su desarrollo socio económico y teniendo en cuenta las necesidades de la población, las potencialidades del territorio y la armonía con el medio ambiente”. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi considera el ordenamiento territorial como “...una política del Estado que permite una apropiada organización político

administrativa de la Nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, proponiendo un nivel de vida adecuado de la población y la conservación del ambiente” (Andrade, 1999).

Por su parte, en México el Ordenamiento Ecológico del Territorio es uno de los instrumentos de planificación que ha adquirido mayor importancia en los últimos años, brinda un diagnóstico integral del uso territorial y ofrece los elementos necesarios para definir políticas y criterios que den sustento técnico a la toma de decisiones y apoyen la planeación del desarrollo de una región. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) lo define como “...el instrumento de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos” (INE, 2000).

La Planificación Municipal

El municipio se concibe como una porción del territorio nacional con límites establecidos, con características naturales específicas y con condiciones económicas y sociales particulares, que además requiere de un ordenamiento territorial particular, con la finalidad de modificar las actuales hábitos y tendencias del uso y abuso de nuestros recursos naturales, de prácticas agrícolas, ganadera e industriales que propician el deterioro ambiental así como para tener una visión de conservación y aprovechamiento del territorio en beneficio de los habitantes del municipio.

Sin embargo, en la actualidad, México afronta nuevos paradigmas con el llamado nuevo federalismo, los municipios pasan a constituir entidades funcional y territorialmente descentralizadas, dotadas de autonomía para administrar sus propios negocios, con capacidad normativa y administrativa para definir su propia legislación y organización interna. Este nuevo escenario se refiere a la conformación de espacios privilegiados para impulsar cambios a nivel local que hagan posible reducir las desigualdades sociales, fortalecer la democracia participativa, distribuir el poder político, generar oportunidades de

empleo y renta y, al mismo tiempo, apoyar a los ecosistemas de los cuales depende la economía local.

Sin embargo, estamos también ante el escenario de un municipio débil y vulnerable, ya que aunque se estimula la autonomía municipal, aún no se elimina el riesgo de la transferencia de responsabilidades a los municipios, abandonándolos a su propia suerte. De ese modo, el proceso de descentralización se expresa como una forma silenciosa del Estado de abandonar sus funciones y reducir el gasto social, depositando nuevas tareas en el gobierno local, que carece de capacidades de gestión, información, recursos técnicos y financieros.

Otra de las debilidades que afloran en los municipios mexicanos y en su mayoría latinoamericanos, es la forma de planeación de las instituciones, quienes reflejan en mayor o menor grado, los valores, premisas y principios del modelo de desarrollo vigente. La planeación convencional, generalmente reduccionista, ve el espacio municipal sólo como un cuerpo productivo o como una formación económica que precisa crecer rápidamente. Las administraciones locales y los planificadores dependen mucho de la racionalidad de los economistas, concentrándose principalmente en los valores cuantificables de la realidad, ignorando el hecho de que la pobreza y la exclusión social dependen de la interacción de factores físicos, culturales, económicos, ambientales y políticos. Esta planeación convencional, vertical, centralizada, seudoparticipativa, ha contribuido a la orientación de los procesos de desarrollo local en términos estrictamente económicos y de manera comprometida con determinadas esferas competitivas de la producción regional, con frecuencia sin mecanismos que puedan garantizar la sostenibilidad social de los beneficios.

Como consecuencia de la adopción de un abordaje economicista de la realidad municipal, los planificadores convencionales generalmente acaban definiendo las propuestas solo en términos financieros y técnicos, sin entender las interconexiones que existen entre los diversos subsistemas, ni tampoco las expectativas culturales de los actores involucrados. El municipio, como la parte del Estado más próxima al ciudadano y a sus problemas más comunes, necesita un instrumento que permitan orientar la toma de decisiones y que definan, no sólo objetivos y prioridades, sino también programas y proyectos a ser desarrollados localmente, capaces de accionar los mecanismos de financiamiento y

movilizar los recursos técnicos y materiales para la ejecución de actividades. En este sentido el Ordenamiento Territorial Municipal se plantea como un instrumento capaz de posibilitar el conocimiento de las condiciones de vida y producción, recursos naturales, carencias sociales, fortalezas y debilidades y, al mismo tiempo, permite visualizar perspectivas de desarrollo, generando una imagen realista del futuro.

Los Sistemas de Información Geográfica

Una de las herramientas que constituye la metodología moderna más importante para el análisis integral de la información espacial son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), cuyo primer diseño en el mundo fue realizado en Canadá en 1962 y su comercialización comenzó a partir de la década de los años 80's. Desde entonces, estos sistemas han pasado del total desconocimiento a la utilización cotidiana en el mundo de los negocios, universidades y administraciones públicas.

Los Sistemas de Información Geográfica son una nueva tecnología surgida en la era de la información, administran y analizan datos de tipo espacial con rapidez y flexibilidad, permiten concentrar información, muchas veces dispersa, descrita y almacenada en diversos formatos. Además, los Sistemas de Información Geográfica constituyen una herramienta novedosa de apoyo en la toma de decisiones en temas de ordenamiento territorial, dado que permiten la rápida manipulación digital de mapas y bases de datos con grandes volúmenes de información

En los análisis de ordenamiento territorial se obtienen por su naturaleza una gran cantidad de datos que pueden provenir de diversas fuentes: fotografías aéreas, imágenes de satélite, encuestas socioeconómicas, censos y múltiples análisis de información estadística. Se puede afirmar que la eficiencia de almacenamiento, procesamiento y despliegue de estos datos crece considerablemente cuando se emplean herramientas como la computadora.

La aparición de los llamados Sistemas de Información Geográfica introdujo la componente espacial en las bases de datos de los estudios geográficos, estableciendo así las llamadas bases de datos geográficas. Los SIG son una herramienta lo suficientemente eficaz para analizar el territorio, dicha técnica ha evolucionado notablemente en sus

aportes, métodos y criterios empleados (García, 1999). Ahora bien, se trata de una disciplina joven, ciertamente compleja, todavía inmadura, sin embargo, posee un núcleo teórico importante, ya establecido, que contiene cuestiones conceptuales interesantes, así como una metodología propia bien diferenciada.

Sobre definiciones de SIG, se encuentra una amplia variedad en la literatura especializada; esto no nos debe llevar al relativismo de quienes llegan a exponer que cada profesional tiene su propio concepto de SIG en función de sus necesidades particulares y, por tanto, no se puede establecer una definición única. Lo que sí es incierto es que hay algunas definiciones erróneas o incompletas en circulación, debido a la citada falta de claridad en los conceptos fundamentales.

Una de las definiciones más prácticas y cómodas por ser concreta y clara, la propone Burrough, (1988), quien establece que un SIG es el “conjunto de herramientas integradas, capaz de capturar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y mostrar datos espacialmente referenciados a la Tierra”. Por su parte Aronof, (1989), define el SIG como “un conjunto poderoso de herramientas para la recolección, almacenamiento, recuperación, transformación y presentación de información espacial del mundo real”. Rodríguez, (1993), propone un concepto interesante, basado en una idea original de Bouillé, un SIG es un “modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia geográfico, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo, del mejor modo posible, a un conjunto de preguntas concretas”. Otros autores como el profesor David Rhind (1989) citado por Franco (2001), sostiene que un SIG constituye un sistema para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial.

En términos generales se puede sintetizar como un “sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georeferenciados), para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial”.

Su objetivo primordial es el almacenamiento de los datos georeferenciados para convertirlos en información geográfica a través de sus opciones de consultas, análisis

espacial y elaboración de cartografía temática en diversas formas y escalas, como sustento a la interpretación, conocimiento y toma de decisiones territoriales (Figura 1.1).

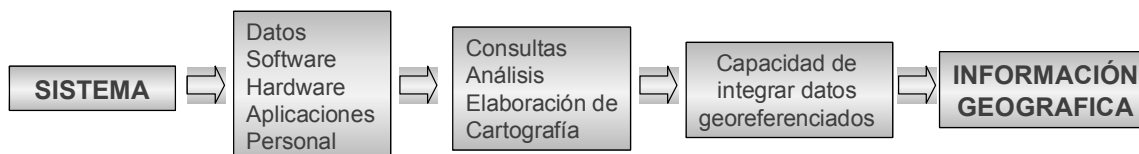


Figura 1.1 Conceptualización de un SIG

Podemos decir entonces que en un SIG actúan dos elementos muy importantes que son la principal diferencia con lo sistemas de información convencionales, un elemento geográfico que conforma la base de datos espacial y otro de atributos que conforma la base de datos relacionada con propiedades que los hace interactuar en estrecha reciprocidad.

El apoyo que un Sistema de Información Geográfica ofrece al Ordenamiento Territorial va más allá de las necesidades anteriores, pues se parte de una estructuración mental, que queda plasmada en un sistema de bases de datos a través de los diseños conceptual, lógico y físico.

La información que se utiliza en estudios de ordenamiento territorial, es compleja y voluminosa e involucra gran parte de las disciplinas científicas, desde las relacionadas con los aspectos físicos del medio ambiente y de los recursos naturales, hasta con los aspectos bióticos, sociales y económicos y de legislación ambiental, debido a esta diversidad de disciplinas, métodos de análisis y clases de información; la captura, organización, integración y análisis de los datos es cada vez más complicada y es en ese campo, en donde tal vez la aplicación de los SIG es la más clara en cuanto a sus posibilidades de uso de información y de análisis espacial, por lo tanto, el uso efectivo de grandes volúmenes de información espacial o geográfica depende de la existencia de sistemas eficientes que puedan transformar estos datos en información utilizable (López Blanco, 1995).

Los Sistemas de Información Geográfica serían, por tanto, una más de muchas herramientas, pero elegidos por su gran eficacia, para utilizarse en un proyecto de investigación. Sin embargo si los objetivos de la investigación son metodológicos, el papel de los SIG será más relevante, pero incluso en estos términos, estará centrado en el desarrollo de una metodología para utilizar una herramienta (Franco, 2001).

La Información Territorial

En este apartado se pretende resaltar la necesidad e importancia de contar con información para realizar un buen análisis, diagnóstico, prospección y planificación territorial, por esto, es necesario precisar algunos puntos referentes a la recopilación de la información requerida en los estudios de Ordenamiento Territorial.

Retomando la esencia y finalidad de este trabajo, se propone que para realizar un veraz y eficiente Ordenamiento Territorial Municipal se debe ejecutar una búsqueda exhaustiva de información secundaria a nivel municipal, y si no se cuenta con la información, se debe generar sin duda alguna.

Es muy común en nuestro país que en los estudios de planeación municipal se retome información del medio físico con muy poco detalle, y únicamente se transfiere la cartografía que genera el INEGI que en el mejor de los casos corresponde a una escala no mayor a 1:50000, es por esto, que consideramos que para llegar a realizar una verdadera planificación del territorio es necesario llegar a escalas mayores, el problema es que no hay muchas entidades federativas en el país que cuenten con una instancia encargada de generar información geográfica y estadística de su propio estado, y las que lo tienen como el caso del Estado de México, no es utilizada por la mayoría de los ayuntamientos en sus respectivos Planes de Desarrollo.

De esta manera, cuando se consideran las cuestiones relacionadas con la información y el Ordenamiento Territorial, y de modo específico con temas relacionados al medio físico, se concluye que no es suficiente disponer de datos y de estudios dispersos y parciales, sino que es necesario contar con sistemas de datos integrados sobre el espacio geográfico en donde los recursos están localizados. Ahora, si bien existen técnicas tradicionales de manejo de la información, estas no permiten conformar una visión integrada del estado de los recursos, son poco eficientes cuando existen grandes volúmenes de información y tampoco permiten el uso y consulta de las mismas por parte de un mayor número de personas. Al respecto, es necesario dar preferencia al uso de nuevas tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Percepción Remota (PR), ya que posibilitan la implementación o conformación de Sistemas de

Información Territorial, integrados a distintos niveles, que podrán ser aprovechados por equipos multidisciplinarios abocados al ordenamiento territorial del país.

Por otro lado, para subsanar esta deficiencia y así obtener información más detallada de cada uno de los elementos formadores del paisaje y que son insumo básico para conformar un análisis territorial, se pueden aplicar estos métodos y técnicas, pero sin descuidar naturalmente que se debe corroborar perfectamente todo lo generado en campo.

Finalmente, la recopilación de la información secundaria existente puede ser considerada como otro aspecto crucial al iniciar la elaboración de un Ordenamiento Territorial Municipal. En la mayoría de las democracias modernas existen leyes específicas que facilitan el acceso gratuito a la información pública, por lo cual su recopilación no resulta un problema. En México, recientemente el 11 de junio del 2001 se publicó la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, y aunque en teoría la finalidad de la ley es proveer lo necesario para garantizar el acceso de toda persona a la información en posesión de los Poderes de la Unión, los órganos constitucionales autónomos o con autonomía legal, y cualquier otra entidad federal ¹, la información sigue siendo muy restrictiva o conservada como un bien privado, que se comercializa a precios de mercado. Estas circunstancias dificultan este trabajo y conllevan una serie de efectos indeseables como duplicación de esfuerzos, entre otros. Frente a ello, se hace necesario desarrollar una estrategia de gestión pública que facilite esta labor.

Metodología

Una de las herramientas que constituye la metodología moderna más importante para el análisis integral de la información espacial son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para este trabajo, la utilización de estas herramientas sin duda facilitó capturar, almacenar, analizar y desplegar la información o datos de diferentes orígenes, temporalidades, escalas y formatos.

Con el fin de alcanzar el objetivo de un Ordenamiento Territorial Municipal, se diseñó un proyecto SIG formado por los componentes de las fases de análisis, diagnóstico,

¹ Diario Oficial de la Federación. 11 de junio de 2001.

prospectiva y planificación territorial. Los requerimientos de información fueron definidos de acuerdo al enfoque de unidades del paisaje, presentando como premisa que las relaciones de interdependencia entre los diferentes factores formadores del paisaje y la actividad humana, permiten obtener un mejor conocimiento de las condiciones territoriales del municipio, asimismo posibilitó el procesamiento e interpretación automatizada de los datos (análisis), así como la superposición de mapas y construcción de escenarios alternativos (diagnóstico)

Modelo Conceptual del SIG dentro del Ordenamiento Territorial Municipal

Se definen los componentes de la base de datos para el Ordenamiento Territorial Municipal, en este caso se considera el análisis de los subsistemas físico-biótico, económico, social y de funcionamiento espacial.

Se hace la representación del modelo conceptual entendido como el conjunto de conceptos e interrelaciones que forman una imagen del mundo real. Luego se definen las estructuras (formadas por entidades y atributos) identificando las relaciones entre ellas (modelo entidad-relación).

En el modelo se identifican las entidades, sus relaciones y se normalizan con el fin de conocer cual es el número de tablas resultantes con sus respectivos atributos (Figura 1.2).

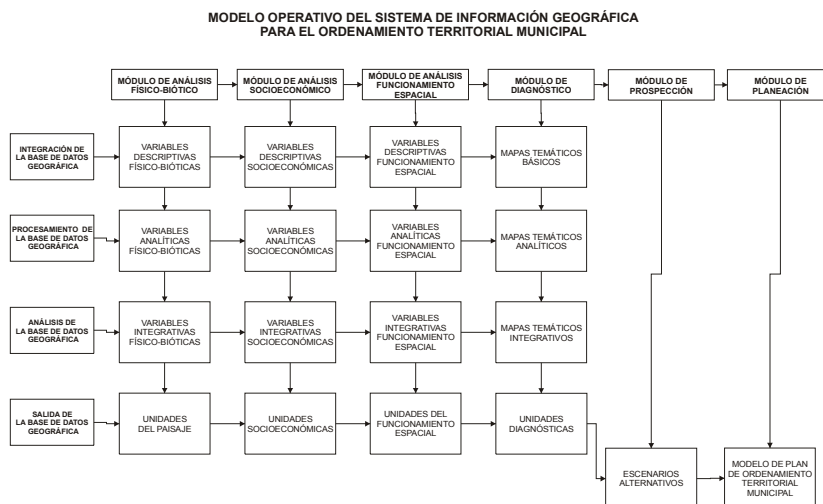


Figura 1.2. Modelo Conceptual

El principal rasgo distintivo de un SIG es la liga que establece entre la parte alfanumérica descriptiva (datos cuantitativos, cualitativos, etc) almacenada en las tablas de los

sistemas manejadores de base de datos (SMBD) con los correspondientes elementos gráficos (puntos, líneas, polígonos o textos) localizados en un dibujo cartográfico determinando, los denominados datos geográficos. Se pueden desarrollar consultas a las tablas y los resultados plasmarse en un mapa. Por el contrario, se puede escoger rasgos en el mapa, por un criterio puramente geográfico y preguntar, sus características descriptivas asociadas (Figura 1.3.).

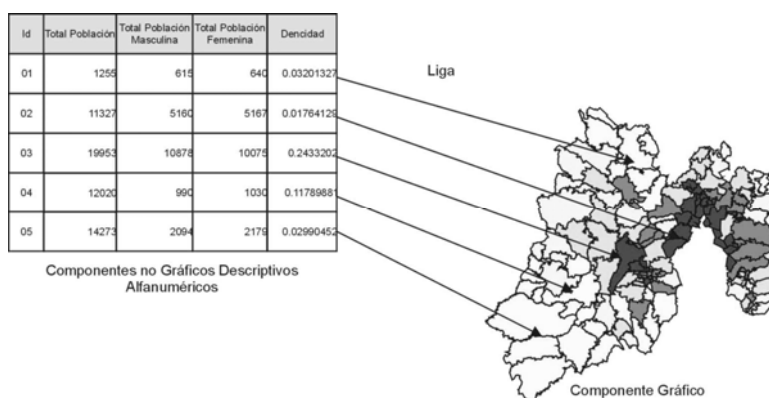


Figura 1.3. Estructura de la información geográfica manejada en un SIG.

Otra cuestión muy poderosa de los SIG son sus opciones de análisis espacial, las cuales generan nueva información no contenida en la base de datos y dan respuestas a innumerables cuestionamientos y problemáticas. Estas opciones son posibles aplicarlas, porque además de las ligas a tablas de atributos, los rasgos geográficos cuentan con topología, que no es más que la información explícita de las relaciones espaciales que ellos establecen con respecto a los demás, por ejemplo, si dos rasgos están dentro de un mismo límite (relación de pertenencia), si sus coordenadas coinciden dentro de un rango o tolerancia de diferencia establecido (coincidencia), si son vecinos adyacentes (contigüidad) y otros.

El proceso para la instrumentación de un proyecto SIG en el Ordenamiento Territorial Municipal incluye una serie de tareas secuenciales que incluso, deben ser mantenidas de forma activa una vez concluida la etapa de implementación y puesta a punto del proyecto. En este caso, se utilizó la tecnología de ESRI y de Autodesk principalmente, aunque también se recurrió a software especializado en imágenes raster como IDRISI y ER Mapper, en términos generales, el diseño metodológico para del proyecto SIG es el siguiente:

1. Integración de la Base de Datos Gráfica

Se capturó y almacenó la parte gráfica compuesta por los datos geográficos a través de procesos de digitalización con tableta y escaneado de mapas ya impresos, se incorporaron a un CAD para proceder a su digitalización a nivel de pantalla, así también, a través de la integración/importación de información cartográfica ya digitalizada. Para este proceso de dibujo se utilizó AutoCAD Map, y de forma simultánea se capturó el identificador único de cada rasgo en un sistema de coordenadas terrestres ya establecido con los parámetros de la proyección UTM (Figura 1.4).

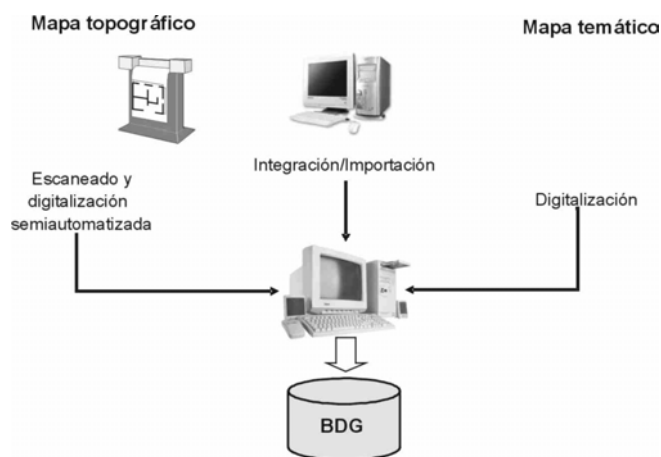


Figura 1.4. Trabajo de Manejo y Edición de Datos Gráficos (BDGr)

2. Integración de la Base de Datos Descriptiva-Alfanumérica

Se construyó utilizando el Sistema Manejador de Base de Datos (SMBD) Access de Microsoft. El resultado fue el almacenamiento en tablas, de los datos que describen a los objetos, procesos y fenómenos que están presentes en el sistema territorial.

Es importante resaltar el uso de las herramientas Case, para garantizar a través de un sólido modelo entidad-relación, consistencia y eficiencia, evitando el almacenamiento redundante y sobre todo, facilitar el desarrollo de aplicaciones a terceros usuarios. (Figura 1.5).

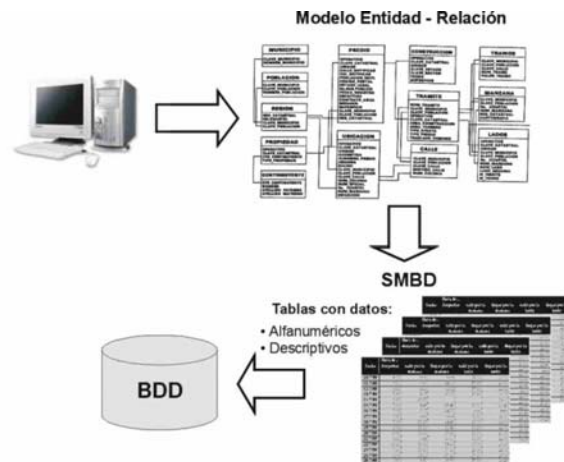


Figura 1.5. Creación, Manejo y Edición de Datos Descriptivos (BDD).

3. Integración de la Base de Datos Geográfica

Se considera una fase especializada del proyecto SIG e incluye los procesos de georeferenciación a los dibujos electrónicos según los parámetros de la proyección cartográfica, limpieza (eliminación de los errores e inconsistencias de la etapa de dibujo), asignación de los identificadores únicos (ID) a las entidades gráficas; establecimiento de las correspondientes ligas a las tablas de atributos alfanuméricos; creación de topologías (de puntos, redes y polígonos) e integración de los resultados de los trabajos de fotoidentificación/fotointerpretación de las imágenes aéreas y satelitales con el software especializados de tratamiento digital de imágenes (Figura 1.6).

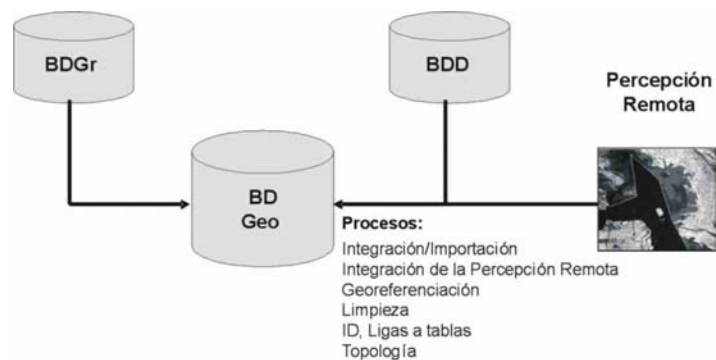


Figura 1.6. Integración de la Base de Datos Geográfica.

4. Desarrollo de las funciones de consultas, análisis y salidas.

Una vez constituida la base de datos geográfica, se pasó a su explotación a través de las opciones de consulta, análisis y elaboración de salidas. Las consultas SIG se generaron

según criterios temáticos, geométricos y espaciales, así como una combinación de los anteriores. Los análisis espaciales utilizados fueron los de sobreposición (overlay), de redes (network) y rutas críticas (short path trace), bandas (buffers), dispersión (dissolving) y otros más. El software utilizado para este fin fue Arc View GIS de ESRI. Por otro lado, las salidas generadas fueron reportes, gráficos estadísticos pero sobre todo mapas, tanto el base (topográfico) como diversos temáticos. La figura 1.7 muestra el resumen del proceso metodológico de integración del proyecto SIG en el ordenamiento territorial municipal:

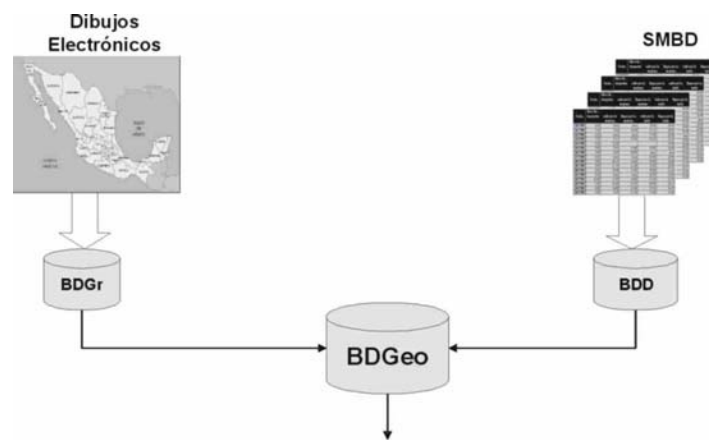


Figura 1.7 Proceso Metodológico del Proyecto SIG aplicado al Ordenamiento Territorial

Bibliografía

- Andrade, A. y Amaya, M. 1999. *El ordenamiento territorial en el IGAC: aproximación conceptual y metodológica*. Revista informativa del proyecto SIG-PAFC, Año, No. 3. IGAC, Santafé de Bogotá.
- Burrough, P.A. 1994. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford Science. Monographs on soil and Resources Survey No. 12
- Echevarria, U. F. 1993. *Memorias Seminario de OT-IGAC*.
- Fals Borda, O. 1993. *Términos de referencia sociológicos para el Ordenamiento Territorial*. En: Misión Local. Año 2, No. 2, ene/mar IDCAP.
- Franco, M.S. 2001. *Algunas reflexiones en torno a la conceptualización de los SIG*. En: gaceta6/7. El Colegio Mexiquense. enero-febrero. 2001.
- García, V. M. 1999. *Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio*. Revista Informarte número 19, Diciembre de 1998/Enero de 1999. México DF
- Gómez Orea, D. 1997. *Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el medio físico*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ed. Agrícola Española, S.A. Serie Ingeniería Geoambiental.
- IGAC. 1997. *Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Departamental.*, Santafé de Bogotá.
- IGAC. 1997. *Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal.*, Santafé de Bogotá.
- IGAC. 1996. *Guía Metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Urbano. Aplicable a Ciudades*. Santafé de Bogotá.
- INE. 2000. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica. 1995-2000.
- Rodríguez P. A. *Topografía y Cartografía*. Revista Oficial del Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía Vol. IX N° 55 Marzo-Abril 1993