

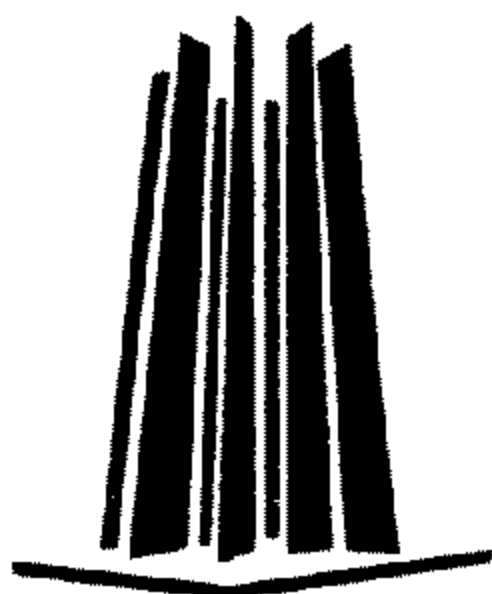


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**“DIPLOMADO EN GEOMÁTICA”**

**T R A B A J O E S C R I T O  
EN LA MODALIDAD DE SEMINARIOS  
Y CURSOS DE ACTUALIZACIÓN Y  
CAPACITACIÓN PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN  
P R E S E N T A :  
R U B É N E M M A N U E L  
R I V E R A R E Y E S**



**ASESOR: ING. RODOLFO VÁZQUEZ MORALES**

**MÉXICO, 2005.**

0352536



Universidad Nacional  
Autónoma de México

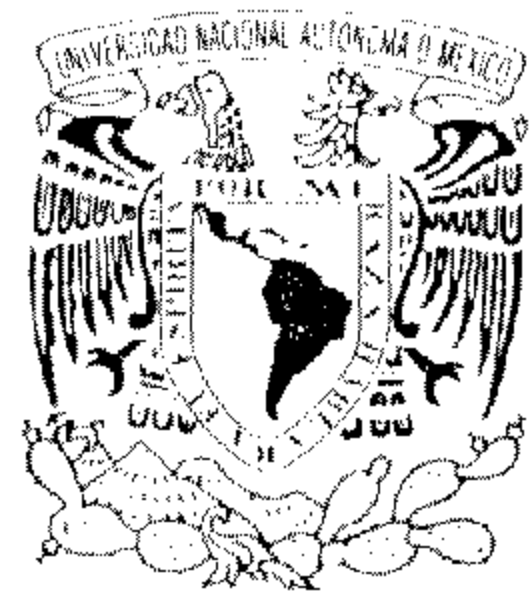


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

RUBEN EMMANUEL RIVERA REYES  
PRESENTE

En contestación a la solicitud de fecha 18 de abril del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. RODOLFO VÁZQUEZ MORALES pueda dirigirle el trabajo de titulación "DIPLOMADO EN GEOMÁTICA" bajo la modalidad de "Seminarios y Cursos de Actualización y Capacitación Profesional", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 28 de ~~abril~~ de 2005

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ

C/p Secretaría Académica.  
C/p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.  
C/p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/cm



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ARAGÓN

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

OFICIO: FESAR/JACO/0837/05.

ASUNTO: Asignación de Jurado

~~LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
SECRETARIO ACADÉMICO  
Presente.~~

Por este conducto me permito presentar a usted el nombre de los profesores que sugiero integren el Sínoo del Examen Profesional del alumno RUBÉN EMMANUEL RIVERA REYES con el trabajo de tesis "DIPLOMADO EN GEOMÁTICA".

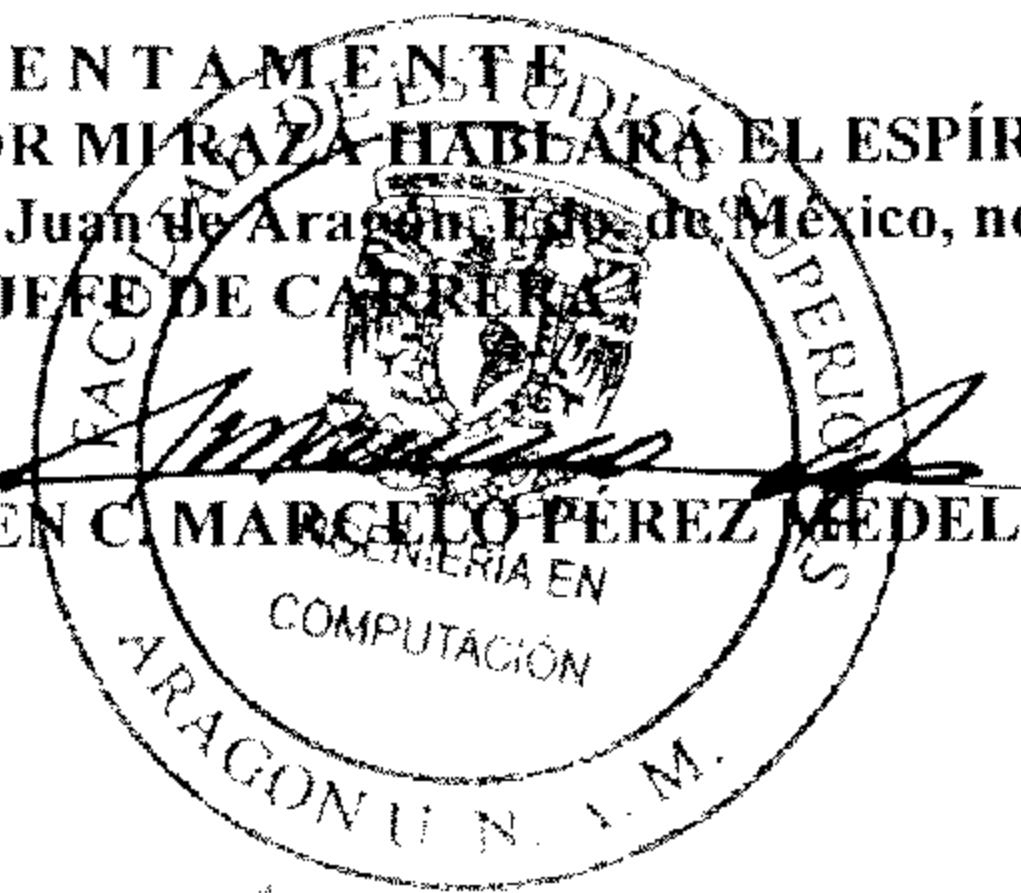
- PRESIDENTE: LIC. MATILDE COLUNGA VÁZQUEZ
- VOCAL: ING. BLANCA ESTELA CRUZ LUÉVANO
- SECRETARIO: ING. RODOLFO VÁZQUEZ MORALES
- SUPLENTE : ING. MARÍA GABRIELA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
- SUPLENTE: M. EN C. MARCELO PÉREZ MEDEL

Quiero subrayar que el director de tesis es el Ing. Rodolfo Vázquez Morales, el cual está incluido con base en lo que reza el reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Sin otro en particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"POR MIRAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, Estado de México, noviembre 14 del 2005.  
EL JEFE DE CARRERA

M. EN C. MARCELO PÉREZ MEDEL



c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares.  
Ing. Rodolfo Vázquez Morales-Asesor.  
Interesado.

MPM\*vjd



## AGRADECIMIENTOS

La vida es difícil, pero la mía es plena y feliz  
porque tengo dos brillantes faros  
que me han guiado por la senda.

Qué fácil es todo cuando hay apoyo  
sin ustedes no sería lo que soy,  
¡No estaría donde estoy!

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer  
una vida de sacrificio y esfuerzo.

Quiero que sientan que el objetivo logrado  
también es de ustedes y que la fuerza  
que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

***Por todo esto... GRACIAS***

Por todo el amor y el apoyo brindado,  
les agradezco la ayuda que me dieron  
para lograr esta meta.

***GRACIAS a Dany, Luis, tía  
Caro, Silvia y José Luis.***

Por darme el amor, apoyo,  
comprensión y la fuerza para  
dar el paso que me faltaba.

***GRACIAS Anahí***

---

## INDICE

Introducción	
Capítulo 1. Introducción a la Geomática.....	1
Capítulo 2. Planeación y Seguimiento de Proyectos.....	6
2.1 Planeación de Proyectos .....	7
2.2 Estructura de Descomposición Tareas.....	8
2.3 Estimación del proyecto .....	11
2.4 Estimación de Riesgos .....	12
2.5 Seguimiento del proyecto .....	14
Capítulo 3. Introducción a la Cartografía .....	16
3.1 ¿Qué es la cartografía? .....	17
3.2 Escala.....	18
3.3 Sistema de coordenadas geográficas o terrestres .....	19
3.3.1 Sistema de coordenadas planas o cartesianas .....	22
Capítulo 4. Percepción Remota y Procesamiento Digital De Imágenes.....	27
4.1 Componentes de un sistema de Percepción Remota .....	28
4.2 Interpretación Visual .....	32
4.3 Criterios visuales para identificar cubiertas.....	34
4.4 Procesamiento Digital de Imágenes.....	35
4.4.1 Extracción de la información temática .....	35
Capítulo 5. Análisis Espacial .....	38
5.1 Lenguaje .....	39
5.2 Riesgo .....	42
5.3 Tipos de amenaza .....	43
5.4 Dimensiones de la vulnerabilidad.....	44
5.5 Identificación del riesgo.....	48
Capítulo 6. Sistemas de Información Geográfica .....	54
6.1 Diseño conceptual de un Sistema de Información Geográfica .....	57
Antecedentes.....	59
Objetivo .....	59
Diseño.....	60
a) Componentes del sistema .....	60
b) Funcionalidades de los componentes del sistema.....	62
Capítulo 7. Desarrollo de Aplicaciones Cliente-servidor de Sistemas de Información Geográfica en Internet.....	71
Capítulo 8. Taller de Geomática Aplicada .....	77
Conclusiones.....	82
Bibliografía.....	85

---



## INTRODUCCIÓN

El objetivo del diplomado en Geomática fue contar con los conceptos fundamentales teóricos y prácticos, para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés, Geographic Information System), ya que a través de ellos, se pueden realizar aplicaciones de elementos espaciales.

En el desarrollo de un GIS se integran varias disciplinas, algunas de ellas tan amplias que el tiempo del seminario no bastaría para abarcar una sola de ellas, como es el caso del tema de Base de Datos, del que existe en el mercado un producto (ORACLE) que por sí solo representa una industria con infinidad de implicaciones.

Por esta razón aclaramos que los temas se presentan únicamente en la parte más importante para su aplicación en un GIS, si se desea profundizar en alguno, será necesario investigar con bibliografía específica del tema deseado.

Los GIS son aplicables en cualquier tema que requiera una representación espacial que son prácticamente todos.

- Caminos.
  - Poblaciones.
  - Redes de distribución de agua potable o gas.
  - Líneas eléctricas.
  - Instalaciones petroleras.
  - Zonas comerciales.
  - Rutas de distribución.
  - Etc.
-



Algunos de estos temas son tan utilizados que se comercializan, pues son imprescindibles en cualquier GIS, como es el tema de poblaciones, división política (países, estados, municipios), hidrología, etc. Al conjunto de estos temas se le conoce como cartografía.

En México existe una institución gubernamental dedicada para la creación de esta cartografía, ha empleado muchas décadas a esta labor, sin terminar de abarcar todo el país en todas las escalas, es el INEGI, quien cuenta con un programa de trabajo y además de completar sus cartas, continuamente realiza trabajos de actualización por este motivo continuará funcionando indefinidamente.

Para los desarrolladores de GIS, este es un gran alivio pues su alcance en cuanto a los temas espaciales se centra en crear el modelo de los componentes de la especialidad en que se encuentran.

Para el levantamiento de las geometrías de los componentes en campo, generalmente lo hace un grupo diferente al diseñador del GIS, este grupo lleva expertos en geoposicionamiento y además expertos del tema del GIS, por ejemplo; si se va a construir un sistema de una red de agua potable, debe ir un especialista en redes de agua potable, pues el podrá resolver las dudas que se presenten durante el levantamiento.

Del mismo modo, para el diseño y desarrollo del GIS de este tema, el diseñador de GIS deberá contar con la colaboración del especialista en redes de agua potable pues el definirá los datos que se deberán incluir en el GIS.

---





El presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: en el primer capítulo se plantea la necesidad de tomar el diplomado y algunos conceptos relacionados a la Geomática.

El capítulo dos aborda las etapas del proceso de planeación de proyectos.

En el tercer capítulo denominado Cartografía se describen los temas imprescindibles en cualquier sistema de información geográfica y que ya están comercializados.

En el capítulo cuatro se describen a grandes rasgos los aspectos básicos de la percepción remota, esta especialidad consiste en obtener información de manera indirecta ya sea mediante el procesamiento de fotografías aéreas o imágenes satelitales digitales.

El capítulo cinco nos describe en que consiste un análisis espacial presentando como ejemplo el riesgo que representa un ducto que transporta hidrocarburos en su entorno geográfico, además propone una manera de cuantificar el riesgo basado en los efectos que tiene en los componentes de su entorno.

Como trabajo final del seminario se contempla entregar el diseño de un GIS, que en este documento corresponde al capítulo seis.

El capítulo siete describe las consideraciones que se deben tener al hacer un diseño de un sistema de información geográfico en ambiente de Web, el diseño prácticamente es el mismo la gran diferencia esta es su implementación, y es en este aspecto en el que se enfoca este capítulo.

El capítulo ocho abarca todo el seminario, consistió en presentar varios ejemplos de aplicación de la geomática a través de sistemas de información geográfica, en este capítulo se presenta el ejemplo de Riesgo Volcánico.

---

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA GEOMÁTICA**



Dentro del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), existe un área que desarrolla Sistemas de Información Geográficos para PEMEX, este grupo esta conformado por especialistas de las siguientes áreas:

- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Computación
- Base de Datos
- Comunicaciones
- Geografía
- CAD
- Programación

Como podemos ver el grupo es heterogéneo, por esta razón la transmisión de ideas y organización del trabajo se complica, requiere mucho tiempo para aclarar conceptos entre especialistas de las diferentes áreas.

Para reducir este problema se plantea homologar el conocimiento de los componentes básicos que intervienen en el desarrollo de GIS, para lograrlo se solicitó al Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C. (CENTROGEO), diseñara un Diplomado que abarcara los fundamentos de GIS y estuviera enfocado en la industria petrolera. A esta petición el CENTROGEO propuso un diplomado con las siguientes características:

El Diplomado consta de siete módulos y un Taller de Geomática, la tabla siguiente muestra el contenido del diplomado.



<b>MODULO</b>	<b>ALCANCE</b>
Introducción a la Geomática	Teoría
Planeación y Seguimiento de Proyectos	Teoría
Introducción a la Cartografía	Teoría
Percepción Remota y Procesamiento Digital de Imágenes	Teoría
Análisis Espacial	Teoría
Sistemas de Información Geográfica	Diseño de un Sistema de Información Geográfico
Desarrollo de Aplicaciones Cliente-Servidor de Sistemas de Información Geográfica en Internet	
Taller de Geomática	

Acompañado a la propuesta del Diplomado, el CENTROGEO aclaró que el Diplomado era en Geomática debido a que un diplomado en GIS abarcaría solamente el manejo de información, espacial y alfanumérica, pero la construcción de los elementos espaciales compete a la Geomática, pues esta ciencia incluye el modelado de componentes que corresponden a la configuración de la tierra, de ahí su raíz geo. A continuación se describe algunos conceptos de geomática.

La Geomática es una ciencia emergente cuyo término surgió en Canadá a principios de los 90's, es una ciencia integradora de otras disciplinas:

- Cartografía
- Percepción remota
- Análisis espacial



- Sistemas de información geográfica
- Fotogrametría

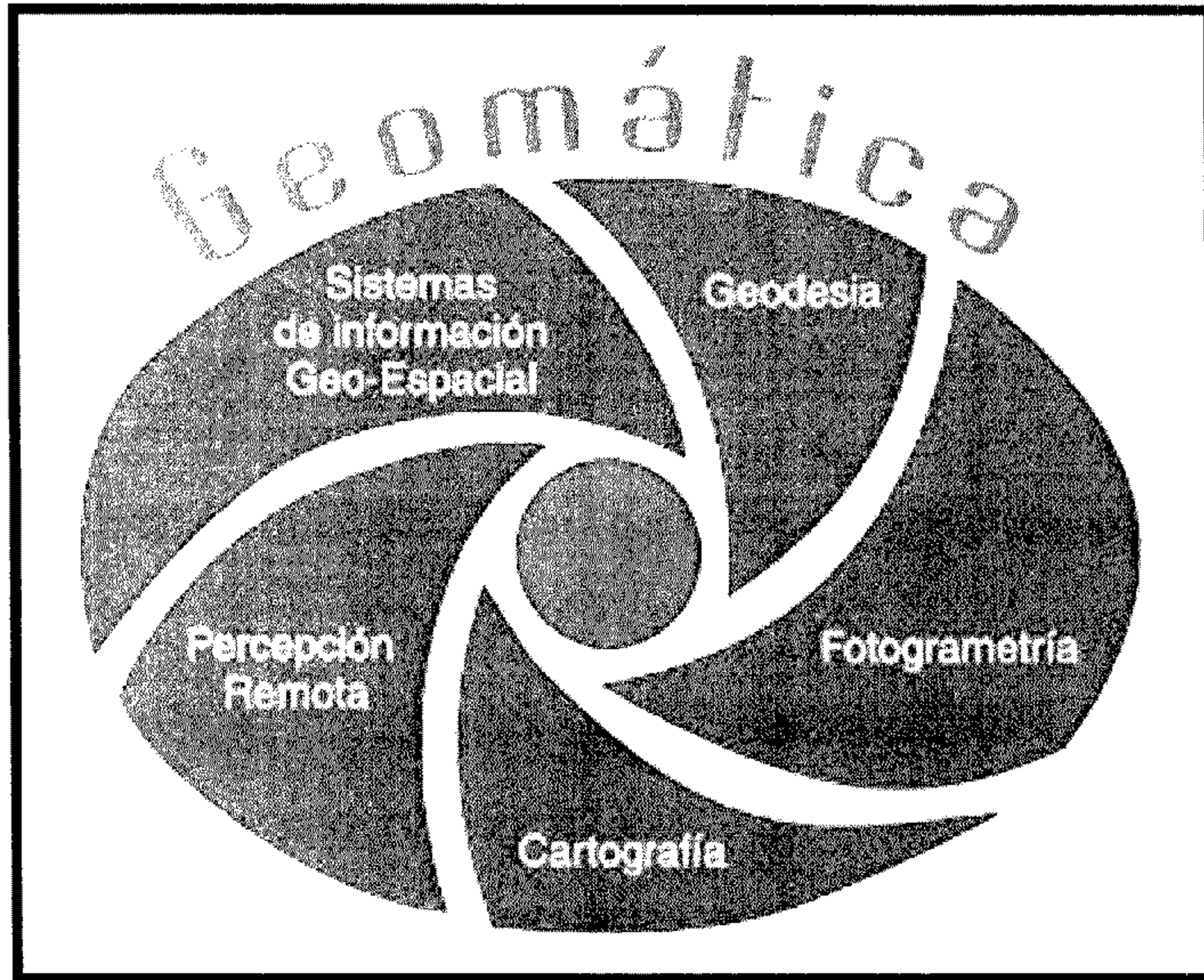


Figura 1. Geomática

Es una ciencia emergente debido a los requerimientos de la sociedad que demanda en términos concretos:

- Herramientas o instrumentos que provean información y conocimiento geo-espacial para propósitos específicos.
- Marcos teóricos que den certeza en la aplicación de las soluciones propuestas.
- Metodologías que se acoplen en procesos de política pública, de estrategias empresariales o de toma de decisiones comunitarias o personales.
- Soluciones con un balance de costo/beneficio positivo.
- Personal especializado en Geomática y con habilidades gerenciales.



El componente fundamental de la geomática son los elementos espaciales, estos elementos deben estar perfectamente ubicados, el término perfectamente es relativo a la precisión que se requiera; un caso simple es cuando lo que se va a revisar es la configuración de un continente o país, no se requiere una precisión al milímetro ni siquiera métrica, ahora que si lo que se desea representar es un predio, aquí si se necesita al menos precisión métrica.

Para los diferentes requerimientos de precisión se define la especialidad que servirá para determinar ubicaciones:

- en grandes extensiones (continentes o países) y con alta precisión: **geodesia**
- en extensiones menores (regiones) y con menor precisión: **topografía**
- a partir de fotografías o imágenes: **fotogrametría**

La definición que tiene la geomática para estas especialidades son:

- **Geodesia**  
Ciencia que tiene por objeto la determinación de la forma y dimensiones de la tierra.
- **Topografía**  
Técnicas y procedimientos para obtener la posición relativa de objetos situados sobre la superficie de tierra.
- **Fotogrametría**  
Técnicas y procesos para tomar fotografías, medir en base a ellas y reducir dichas mediciones a formas útiles, tales como mapas.

Para finalizar, el Diplomado en Geomática se realizó para cubrir una deficiencia en el grupo de desarrollo de GIS, que es no tener homologado en todos los especialistas el nivel básico de conceptos de Geomática aplicados a GIS.

## **CAPÍTULO 2. PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS**



La planeación de proyectos se define como: establecer planes razonables para realizar las tareas de producción o desarrollo del servicio y de administración de proyectos. Sus etapas son:

- Planeación de Proyectos
- Estructura de Descomposición Tareas
- Estimación del Proyecto
- Estimación de Riesgos
- Seguimiento del Proyecto

## **2.1 Planeación de Proyectos**

La planeación del proyecto debe contemplar de manera incuestionable los cuatro puntos siguientes:

- El plan de proyecto deberá estar basado en los requerimientos y los estándares del cliente.
- Los compromisos del proyecto al igual que las estimaciones (tamaño, esfuerzo, recursos y costo) deben ser revisados y negociados con todos los grupos involucrados.
- Los compromisos contraídos con grupos externos deben ser revisados con la administración superior.
- El plan de proyecto deber ser administrado y controlado.

Es importante hacer notar, que el factor primordial son los requerimientos del cliente, pues con estos se define el alcance que tendrá el proyecto y que será plasmado en un contrato.





Este alcance será revisado al final del proyecto, de su cumplimiento dependerá la aceptación de los trabajos realizados, por esta razón, se debe poner especial atención en no dejar indefiniciones ni ambigüedades que provoquen inconformidad de parte del cliente.

Otro aspecto fundamental es la designación del administrador del proyecto, pues será el responsable de la negociación de compromisos y de ejecutar el plan de desarrollo del proyecto.

Algunas de las cualidades que debe tener el administrador del proyecto son:

- Creativo
- Obsesivo
- Intuitivo
- Comunicativo
- Disciplinado
- Retrospectivo
- Hábil
- Organizado
- Adaptable
- Optimista

## **2.2 Estructura de Descomposición Tareas**

Los requerimientos del cliente se transforman en las tareas que se desarrollarán en el proyecto, estos requerimientos se analizan y se identifican.



Se parte del concepto general para ir definiendo las tareas específicas, la Estructura de la Descomposición de Tareas (EDT) se basa en responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se debe hacer?
- ¿Quién debe hacerlo?
- ¿Cuánto tiempo toma hacerlo?
- ¿Cuánto cuesta hacerlo?

El resultado de este cuestionamiento se debe plasmar en un documento que muestre las tareas a desarrollar, la representación de las tareas puede ser de diversas formas, de las que presentaremos dos:

La primera es la forma jerárquica:

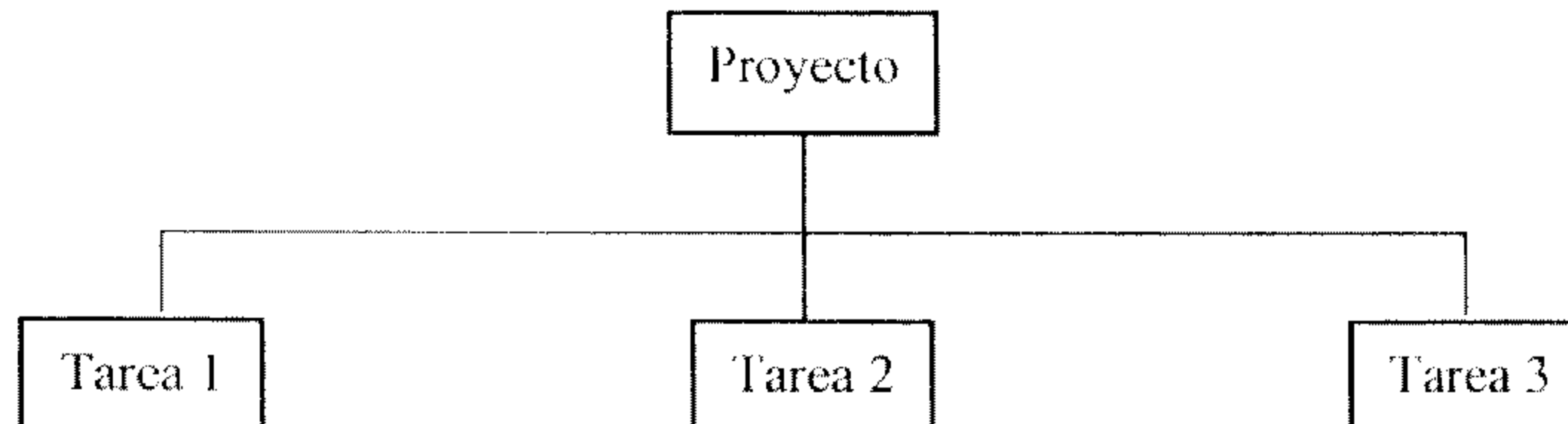


Figura 2. Tareas de forma Jerárquica

La segunda es en forma de lista:

#### 1 Planeación

- 1.1 tarea 1
- 1.2 tarea 2
- 1.3 tarea 3
- 1.4 tarea 4



## 2 Desarrollo

### 2.1 Tarea1

#### 2.1.1 Subtarea 1

#### 2.1.2 Subtarea 2

Un ejemplo de forma jerárquica para un sistema GIS sería:

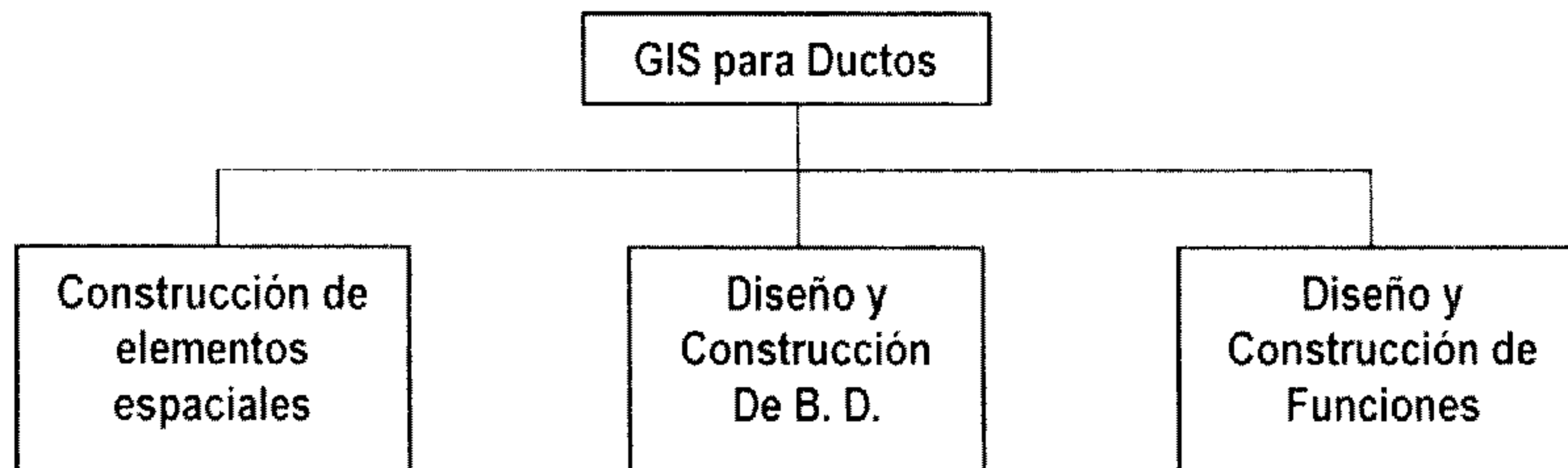


Figura 3. Ejemplo de representación Jerárquica de las Tareas

El ejemplo en forma de lista para un GIS sería:

### 1 Planeación

#### 1.1 Estimación de las tareas

#### 1.2 Revisión

#### 1.3 Ajustes

### 2 Desarrollo

#### 2.1 Construcción de elementos espaciales

##### 2.1.1 Cobertura de ductos

##### 2.1.2 Cobertura de instalaciones

#### 2.2 Diseño de la Base de Datos

##### 2.2.1 Etc. . .



## 2.3 Estimación del proyecto

Para hacer una estimación del proyecto, se utiliza la descomposición de tareas del paso anterior y se efectúan las estimaciones para cada una de ellas, deben ser hechas por las personas que van a realizar el trabajo considerando los siguientes aspectos:

- Tamaño
- Esfuerzo y el costo
- Agenda de actividades
- Recursos críticos
- Evaluar los Riesgos

Una parte muy importante en la estimación del tiempo de duración del proyecto, consiste en identificar las dependencias que existen entre actividades, estas dependencias nos permiten identificar la ruta crítica del proyecto que nos mostrará el tiempo mínimo requerido para su realización, en caso de que se encuentren inconvenientes con el tiempo de desarrollo, se pueden tomar algunas de las acciones siguientes para reducir la duración de las tareas críticas:

- Añadir recursos
- Reducir el alcance de la tarea
- Reducir la calidad del trabajo
- Cambiar el proceso



El resultado de las estimaciones se vaciará en un diagrama de Gantt con lo que se construirá el programa de desarrollo del proyecto:

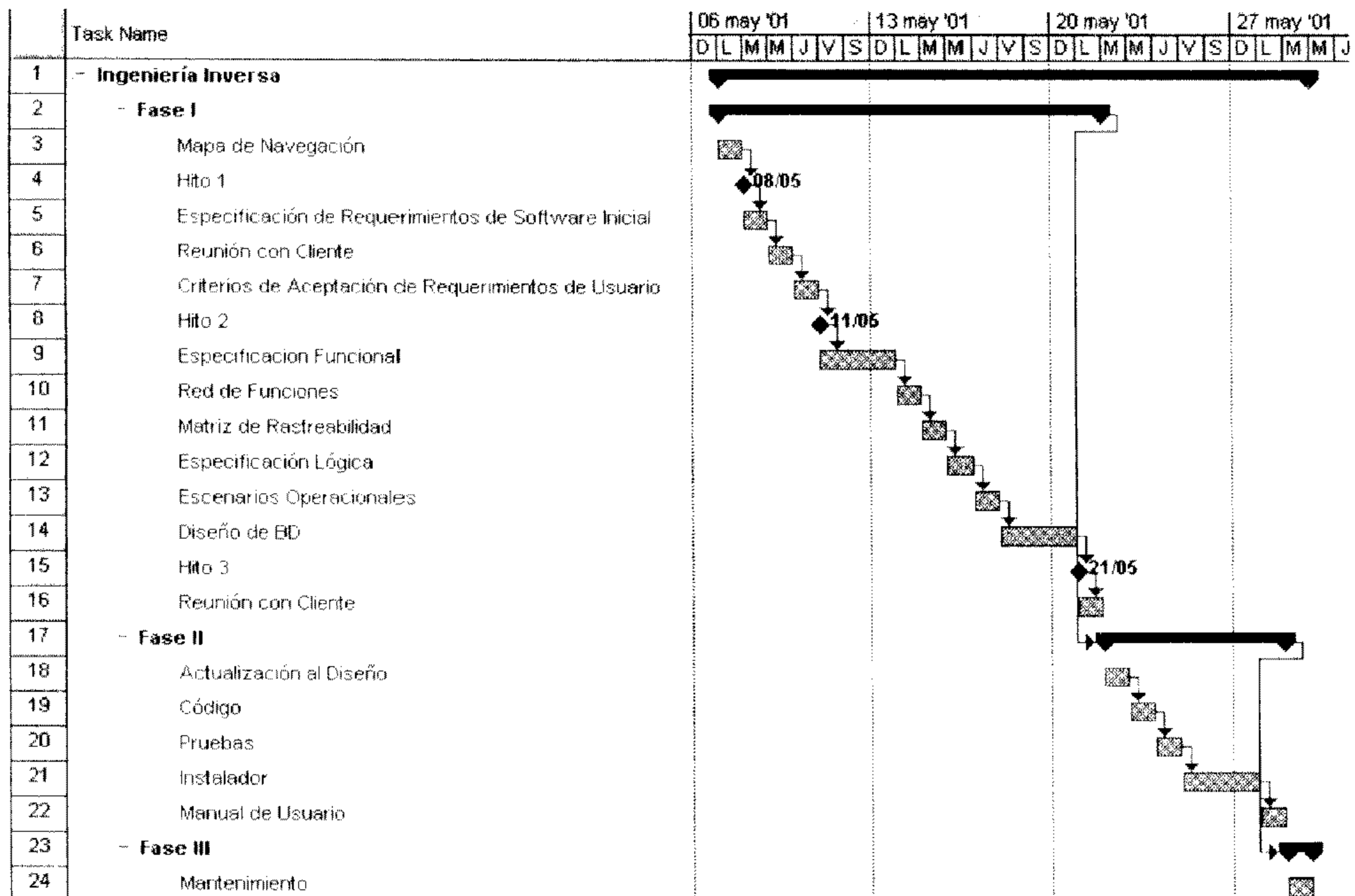


Figura 4. Diagrama de Gantt

## 2.4 Estimación de Riesgos

La estimación de riesgos consiste en identificar, comunicar, analizar y actuar (tomar acciones para prevenir, minimizar o evitar) contra los posibles riesgos que se pudieran presentar. Este proceso se logra examinando la EDT y el diagrama de Gantt para identificar y documentar áreas de riesgo.



El primer paso es asignar una probabilidad de ocurrencia a cada riesgo:

- Alta
- Media
- Baja

El segundo paso es asignar a cada riesgo la SEVERIDAD DE IMPACTO:

- Catastrófico
- Crítico
- Marginal
- Desdeñable

Por último se polarizan los riesgos en una tabla como la siguiente:

Probabilidad	Alta	Media	Baja
Severidad			
Catastrófico	Alto 5	Medio 4	Bajo 3
Crítico	Alto 5	Medio 4	Bajo 3
Marginal	Medio 4	Bajo 3	Bajo 3
Desdeñable	Bajo 3	Bajo 3	Bajo 1

Figura 5. Polarización de Riesgos

Por último se buscan alternativas para minimizar o evitar los riesgos encontrados en base a los siguientes puntos:

- Analizar cuales podrían ser las acciones a tomar para evitar cada uno de los riesgos identificados.
- Balancear el costo de evitar el riesgo contra el costo de que se presente éste.



## 2.5 Seguimiento del proyecto

El objetivo del seguimiento de proyecto es el de proporcionar una adecuada visión del avance real del proyecto, de forma que los administradores puedan tomar acciones efectivas, cuando el rendimiento del proyecto se desvía significativamente de lo planeado.

Las acciones a tomar para garantizar el buen seguimiento del proyecto serían las siguientes:

- Dar seguimiento y comparar los resultados del proyecto contra lo planeado.
- Aplicar acciones correctivas cuando el rendimiento se desvía de lo planeado.
- Acordar los cambios a los compromisos adquiridos con los grupos o individuos afectados.

Para dar seguimiento al proyecto es necesaria la participación de la Dirección, Gerencias, Líder de Proyecto y los trabajadores realizando las siguientes tareas:

- a. Dirección, Gerencias - Recibir reportes, decidir acciones correctivas.
- b. Líder de proyecto - Dar seguimiento al proyecto, realizar actividades de consolidación de la información y presentación de los reportes, así como dar seguimiento a las acciones correctivas hasta su solución.
- c. Trabajadores - Registrar sus actividades, de forma periódica. (Datos reales, objetivos, de acuerdo al tamaño del proyecto)

Con las metodologías de administración de proyectos y las herramientas adecuadas para implantarlas, inclusive puede aumentarse la calidad y disminuir los tiempos y costos. Existen en el mercado diversas herramientas, la solución de Enterprise Project Management Solution de Microsoft es una solución que nos



ayuda a tener éxito en los proyectos, facilita la administración de portafolios de proyectos, la administración de un proyecto individual, la administración de los recursos y la comunicación y colaboración entre el equipo de trabajo. Una de las ventajas de esta suite de aplicaciones es su ambiente colaborativo que permite comunicar equipos de trabajo y compartir tareas y recursos.

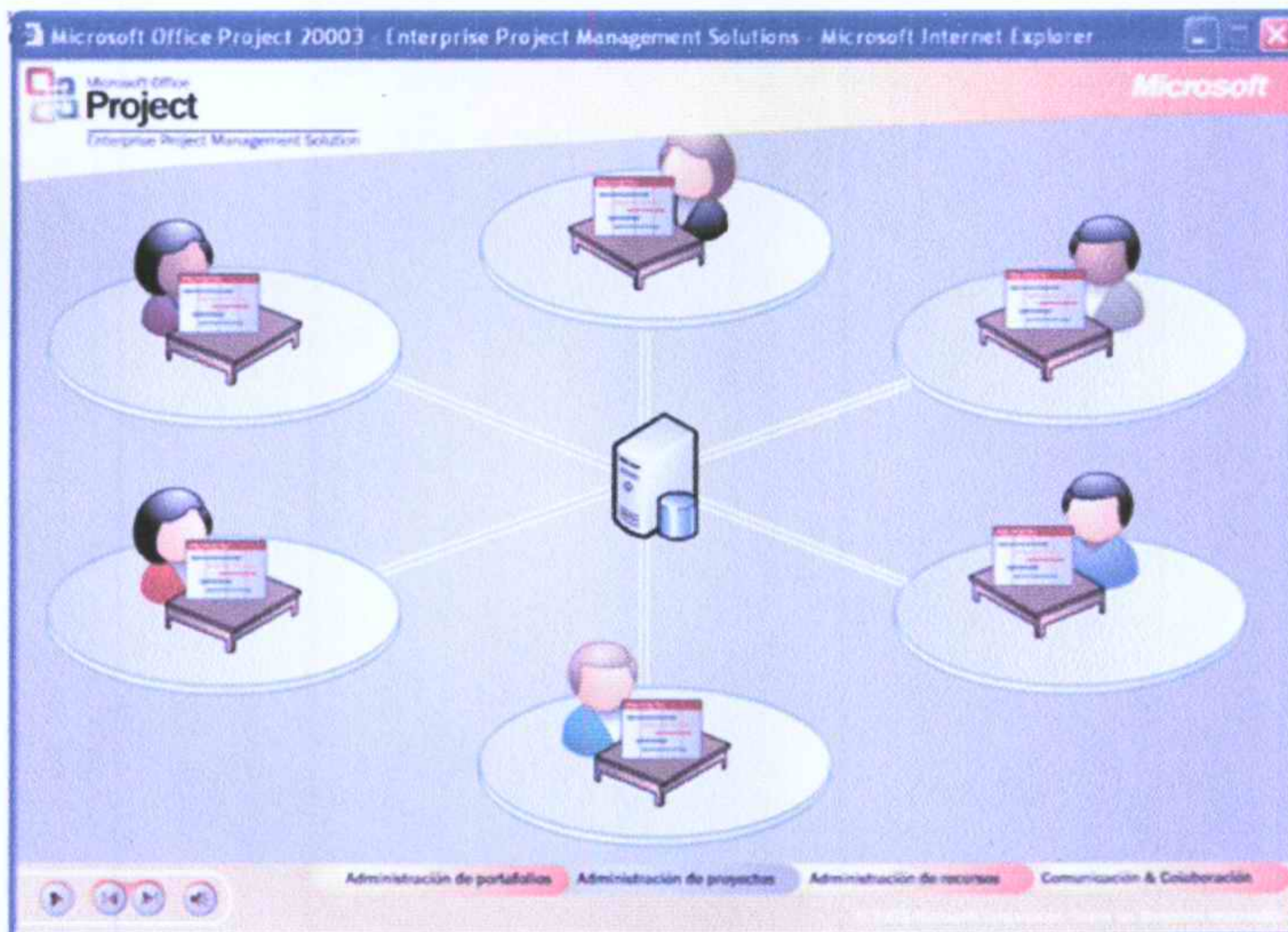


Figura 6. Ambiente Project

Como punto final la planeación y seguimiento de proyectos nos sirve para mejorar tanto el proyecto como la administración, asegurar que la calidad no pasa a segundo plano, descubrir los problemas lo más temprano, tomar acciones correctivas lo más pronto posible, mantener al cliente informado y por último mantener o modificar los compromisos adquiridos para obtener los resultados esperados.



## **CAPÍTULO 3. INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA**



Este módulo proporcionó las bases de lo que son los diferentes sistemas de coordenadas, sus parámetros más importantes para poder pasar de un sistema a otro, además del manejo de la escala dentro de los mapas así como la realización de mapas temáticos que ayuden a tener más clara la información a mostrar.

La cartografía es más antigua que la escritura y tiene por tanto, varios milenios de evolución y continuo perfeccionamiento. Lógicamente la cartografía antigua eran mapas impresos, con la aparición de las computadoras se dio un giro total y actualmente se obtiene la cartografía en formato digital para su utilización en sistemas informáticos.

### **3.1 ¿Qué es la cartografía?**

No es fácil tratar de definir lo que es la cartografía, y la prueba de ello es que encontramos en diversos textos, diferentes maneras de explicar lo que es. Sin pretender dar una definición formal, podemos decir que la cartografía es la disciplina que se encarga de la elaboración, así como también el estudio de los mapas. Es una ciencia y un arte a la vez, e involucra también el uso y aplicación de la tecnología.

Para los efectos de un Sistema de Información Geográfica, la cartografía es la representación de un entorno geográfico, en el que cada componente de este entorno está clasificado de acuerdo a definiciones hechas por especialistas de diferentes ramas de conocimiento, como son: geólogos, topógrafos, cartógrafos, ambientalistas, ingenieros en hidráulica y demás, pero más aún, algunas de estas clasificaciones no tienen identificado un origen puntual en el tiempo pues son parte del desarrollo del mismo lenguaje, por ejemplo el término río, en cuyo caso no se puede identificar su origen, más sin embargo funciona perfectamente en la comunicación de información a través de mapas.



Una de las características de esta representación es la escala, aunque actualmente se puede visualizar en una computadora cualquier carta geográfica (en la corriente francesa es el término general para las representaciones cartográficas, en la corriente anglosajona se aplica para mapas de navegación y mapas meteorológicos), el nivel de detalle que se puede apreciar está en base a la escala de la fuente de la cual se construyó la carta.

### 3.2 Escala

La cartografía comercial generalmente se construye a partir de fotografías aéreas y éstas tienen una escala que está en función de la altura a la que voló el avión para tomarlas.

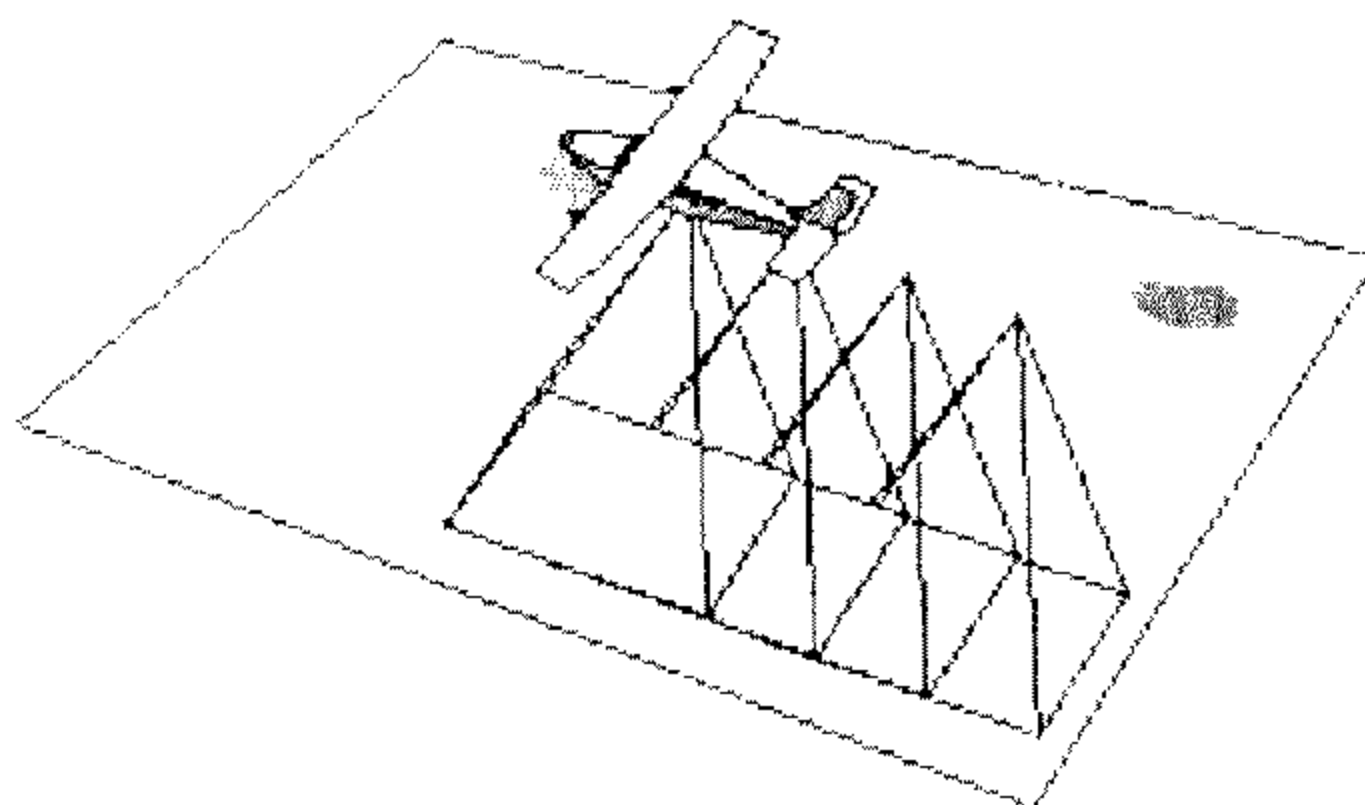


Figura 7. Adquisición de fotografías aéreas

Las escalas comerciales más utilizadas son: 1:250,000, 1:100,000, 1:50,000, 1:25,000 y 1:10,000.

Existen variaciones de estas escalas dependiendo del proveedor y pueden ser 1:200,000, 1:40,000, 1:20,000 y 1:5,000. Lo que nos representa la escala es el número de veces que está reducido un objeto. En la escala 1:50,000 el objeto está



reducido 50,000 veces, para obtener su tamaño real debemos multiplicar la dimensión medida en el mapa por 50,000.

Toda carta de información geográfica necesita de un sistema de ubicación claro, sencillo, inteligible para todos, que sea comunicable y verificable es decir que sea global. Esto es, cualquier objeto geográfico ( una ciudad, el curso de un río, el pico de una montaña, etc.), solamente podrá ser localizado si podemos, describirlo en relación a otro(s) objeto(s) cuya posición sea previamente conocida, o determinando su localización en una red coherente de coordenadas.

Este marco de referencia al que se esta haciendo alusión se denomina Sistema de Coordenadas, existen principalmente de dos tipos, los Sistemas de Coordenadas Geográficas o Terrestres y los de Coordenadas Planas o Cartesianas. A continuación se describen brevemente ambos:

### **3.3 Sistema de coordenadas geográficas o terrestres**

Es el sistema más antiguo de coordenadas. En él, cada punto de la superficie terrestre es localizado en la intersección de un meridiano con un paralelo.

Meridianos son círculos máximos de la esfera cuyos planos contienen el eje de rotación o eje de los polos, corresponde a las líneas que unen los dos polos alrededor de la Tierra, un ejemplo es, el meridiano de origen (también conocido como inicial o fundamental) es aquel que pasa por el antiguo observatorio británico de Greenwich, escogido convencionalmente como el origen (0°) de las longitudes sobre la superficie terrestre y como base para el orden de los husos horarios.



Al este de Greenwich los meridianos son medidos por valores crecientes hasta + 180°. Al oeste, sus medidas son decrecientes hasta el límite mínimo de - 180°.

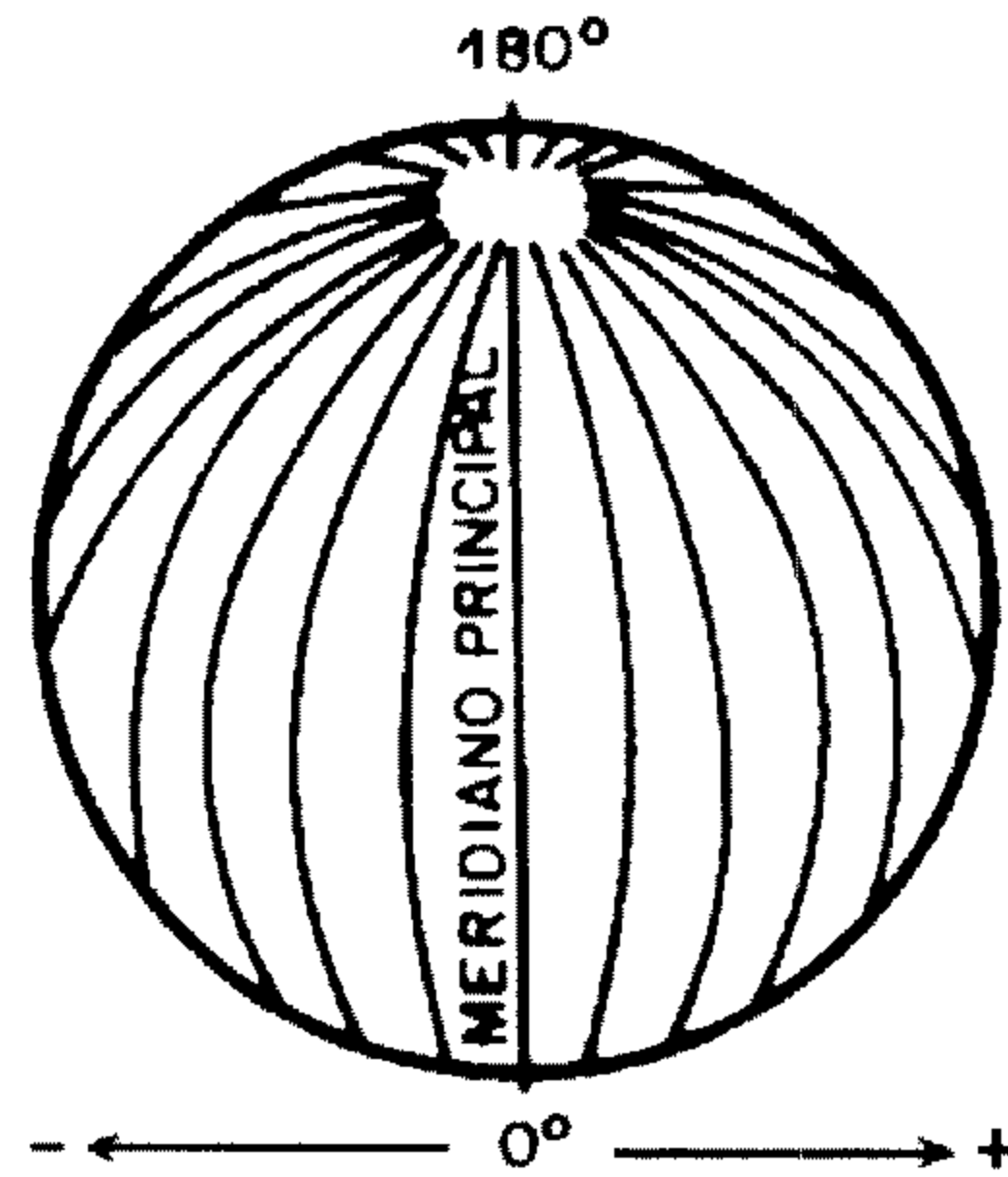


Figura 8. Meridianos

Los paralelos son círculos de la esfera cuyo plano es perpendicular al eje de los polos. El ecuador es el paralelo que divide a la Tierra en dos hemisferios (Norte y Sur), considerado como el paralelo de origen (0°). Partiendo del Ecuador en dirección a los polos, tenemos varios planos paralelos al ecuador, cuyo tamaño va disminuyendo, hasta tornarse un punto en los polos Norte (+90°) y Sur (-90°).

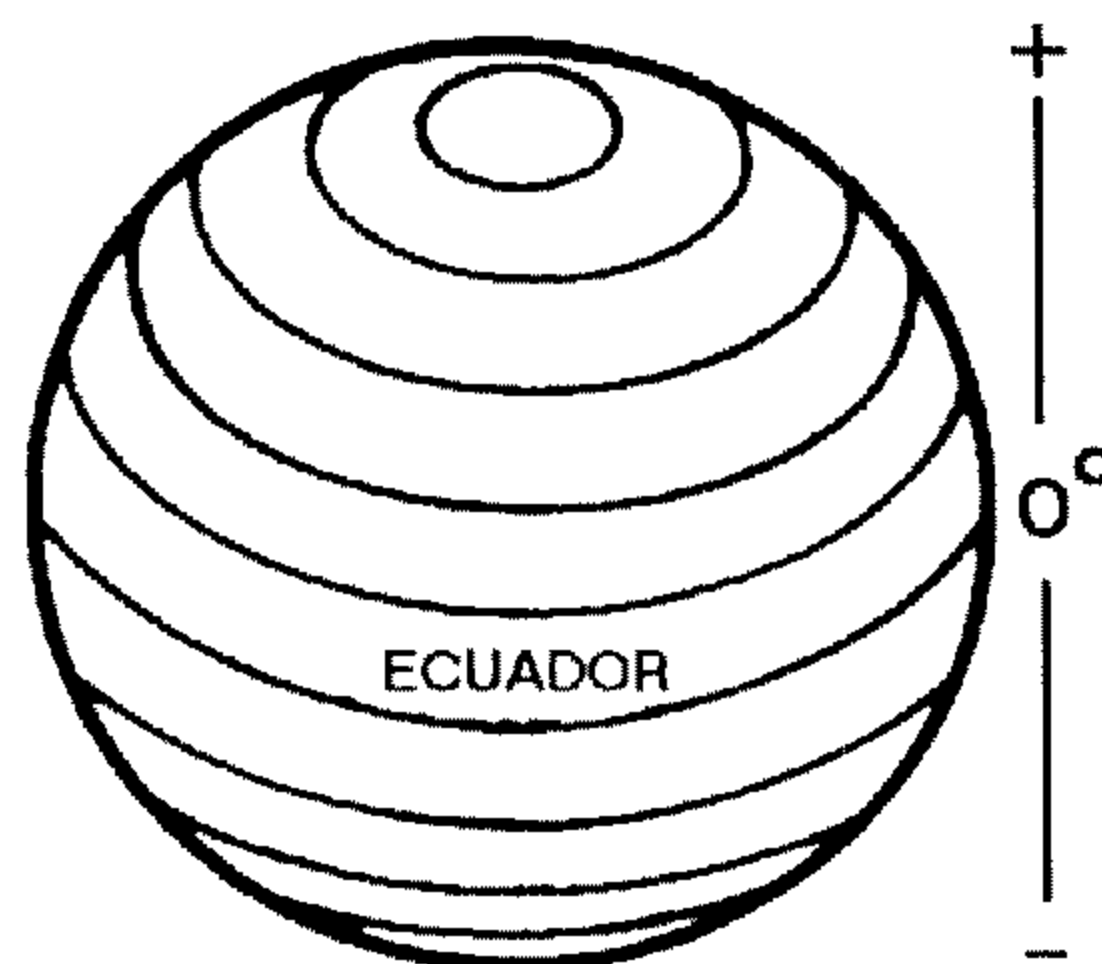


Figura 9. Paralelos



Se representa un punto en la superficie terrestre por un valor de latitud y longitud.

- a) Latitud. Es el ángulo medido sobre el meridiano del punto, desde el Ecuador hacia el polo. La latitud puede ser Norte o Sur, y varía de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  (Norte positiva y Sur negativa)
- b) Longitud. Es el ángulo medido sobre el Ecuador a partir del Meridiano de Greenwich hasta el meridiano del punto. La longitud puede ser Este u Oeste y varía de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  (Este positiva y Oeste negativa)

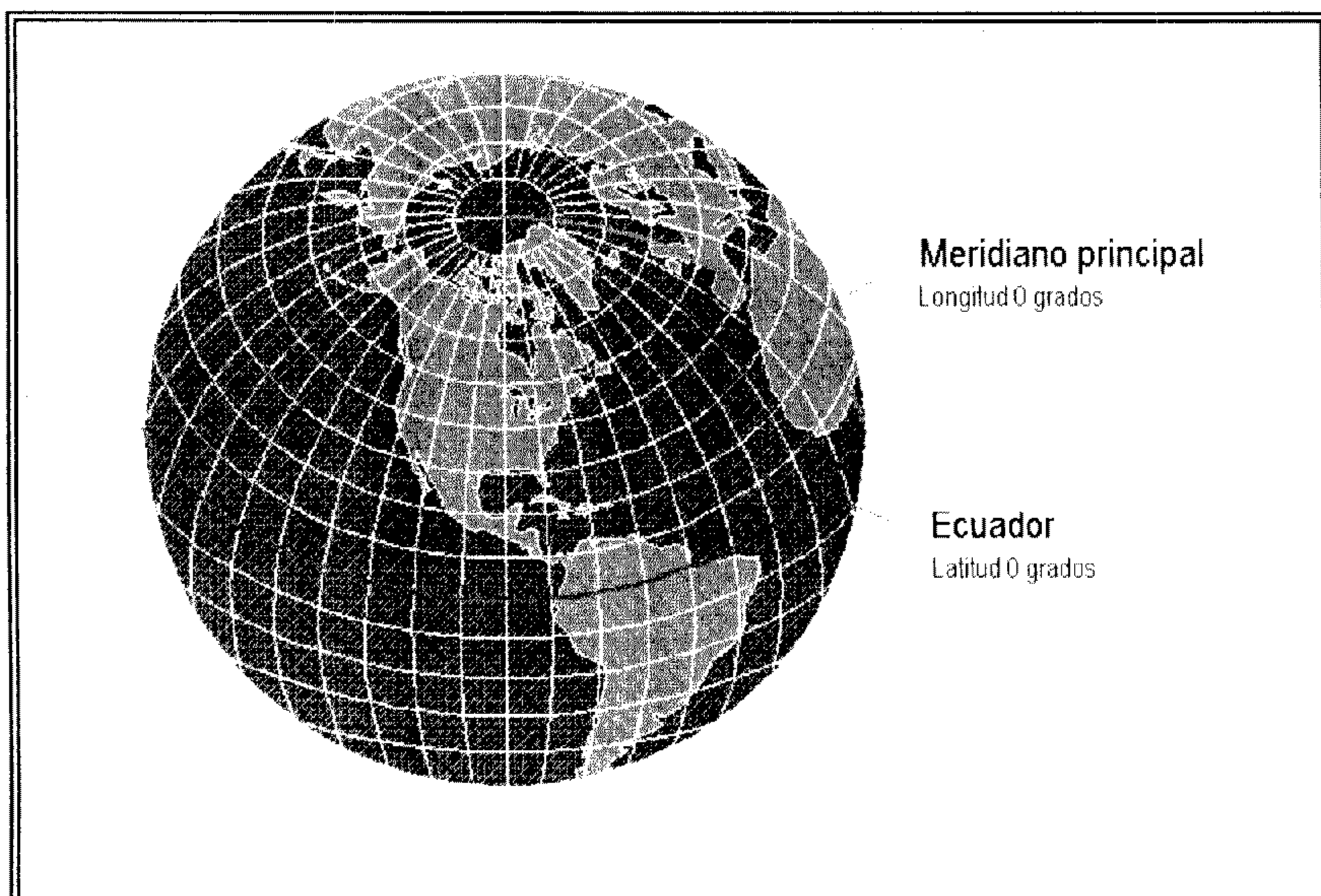


Figura 10. Sistema de coordenadas geográficas: latitud, longitud ( $\varphi$ ,  $\lambda$ )



### 3.3.1 Sistema de coordenadas planas o cartesianas

El sistema de coordenadas planas, también conocido por sistema de coordenadas cartesianas, se basa en la selección de dos ejes perpendiculares, usualmente los ejes horizontal y vertical, cuya intersección es denominada origen y establecida como base para la localización de cualquier punto del plano.

En este sistema de coordenadas, un punto es representado por dos números: uno correspondiente a la proyección sobre el eje x (horizontal), asociado a la longitud y otro correspondiente a la proyección sobre el eje y (vertical), asociado a la latitud.

Los valores de X e Y son referenciados conforme un sistema cartesiano.

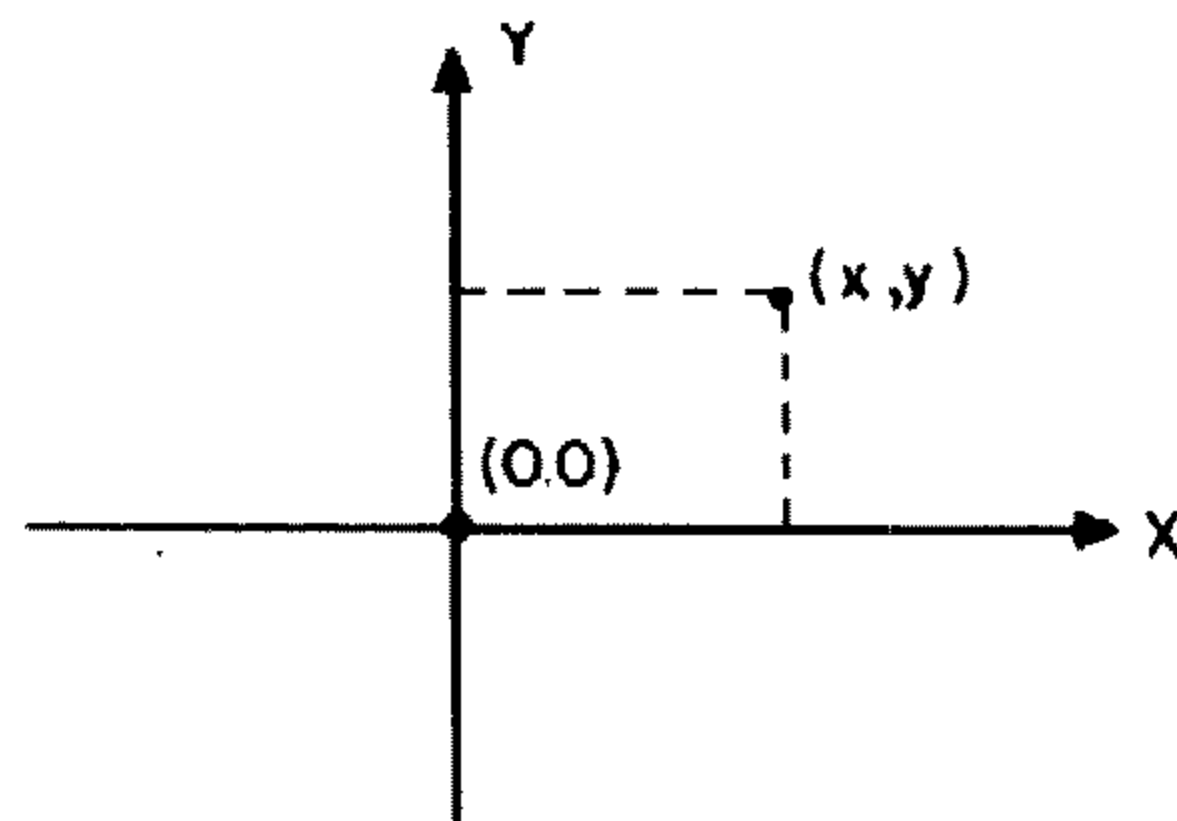


Figura 11. Ejes X y Y del plano cartesiano

Estas coordenadas son relacionadas matemáticamente a las coordenadas geográficas, de manera que unas puedan ser convertidas a las otras.

Este tema es toda una especialidad y el cálculo del modelo a utilizar se basa en ecuaciones complejas, afortunadamente todo este procedimiento ya está implícito en la cartografía comercial, por lo que no es necesario conocer el detalle de los cálculos, y para un desarrollador de GIS se reduce a garantizar que en cada uno de los componentes se utilice el mismo sistema de coordenadas, basados en las



mismas convenciones. Para cualquier zona geográfica el sistema de coordenadas tradicional es el UTM (), en el caso de México utilizamos el Datum NAD 27 ó 83 y al diseñar cualquier sistema en la república mexicana con esta condición garantizamos la congruencia de todos sus elementos.

En el software comercial que se utiliza para el desarrollo de GIS, la definición de sistemas de coordenadas y el datum a utilizar consiste en simplemente seleccionar de un listado cuales son, y el software procesa toda la información de acuerdo a esos parámetros, por lo que no es necesario más información para el diseñador de sistemas que saber cual datum le corresponde.

Las clasificaciones de los elementos espaciales que usamos dentro de un sistema GIS son:

- Poblaciones
- Hidrología
- Tipo de Suelo
- Curvas de nivel
- Vías de comunicación
- División Política

En base a la plataforma que estamos trabajando la cual es ESRI, se hace necesario dividir algunos de los temas pues la estructura ESRI, se basa en tres tipos de componentes, que por su geometría no se pueden mezclar para facilitar su manipulación, estos tipos de componentes son:



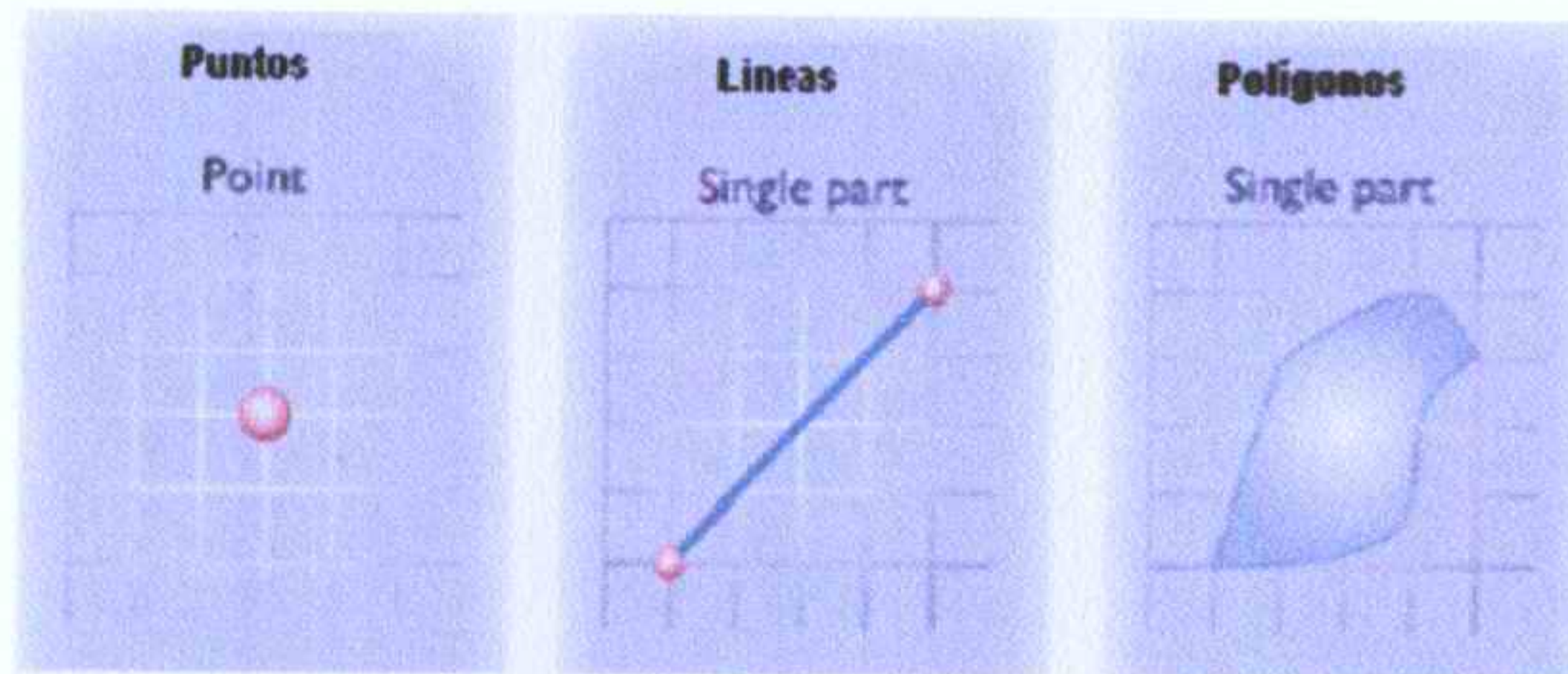


Figura 12. Componentes Espaciales

Para el caso de Población se deben construir dos capas para los dos tipos de representación, la primera capa es de polígonos y nos permite representar a la poblaciones grandes que tienen una geometría reconocible en los mapas, un ejemplo son las ciudades capital de los estados.

La otra capa a construir es de puntos y nos permite representar poblaciones pequeñas, las cuales no tienen bien definida su geometría debido principalmente a que las construcciones están muy dispersas.

Para el caso de Hidrología se deben construir dos capas para los dos tipos de representación, la primera capa es de polígonos y nos permite representar los lagos, lagunas, pantanos, presas y ríos de cause ancho.

La otra capa a construir es de líneas y nos permite representar corrientes perennes (que aparecen y desaparecen en función de la época del año), arroyos, acueductos, incluso los canales de riego y en general cualquier escurrimiento o cause de ancho pequeño que se visualizará en los mapas como una línea.

Para los sistemas GIS se utilizan como referencia las siguientes cartas:

- Población Polígono
- Población Puntual





- Vías de comunicación
- Ríos
- Cuerpos de agua
- Curvas de nivel
- División Política

Un ejemplo de las diferentes capas mencionadas anteriormente es el que muestra el mapa siguiente perteneciente a la región de Tampico, Tamaulipas.

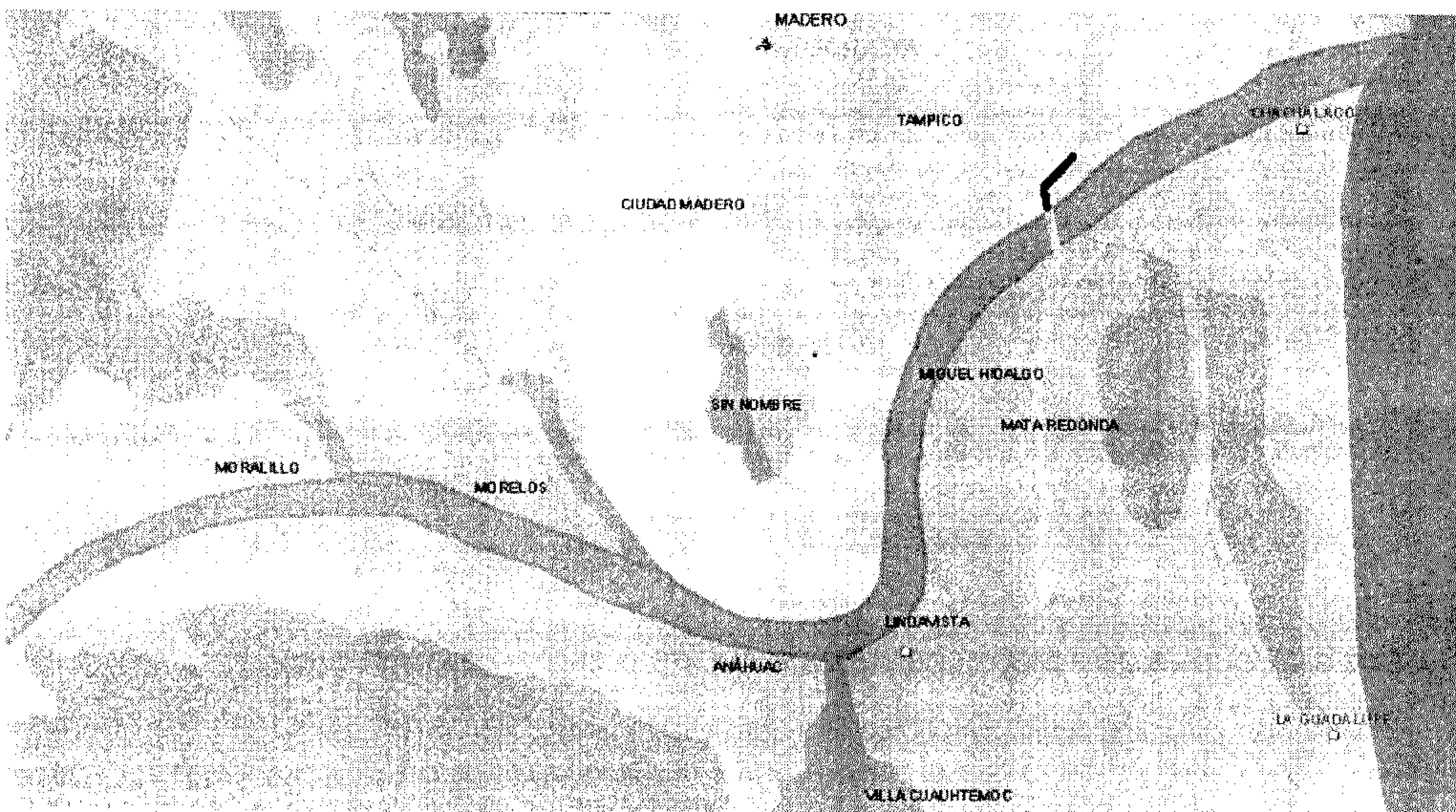


Figura 13. Capas de Información

Los mapas son imágenes, también pueden ser modelos de regiones o de atributos relacionados con variables geográficas. Podemos encontrar ejemplos de mapas



que nos representan lo que se ve en una determinada región, la distribución de uno o de algunos atributos y algún fenómeno espacial.

Los mapas que se realizan tienen como finalidad proporcionar información acerca del área de interés, por lo tanto existen diferentes elementos que podemos utilizar para definir una simbología la cual nos represente de manera más cercana la realidad que se quiere mostrar. A continuación se describen algunos:

- a) Puntos. El punto es el elemento mínimo como símbolo. Se pueden elaborar mapas donde cada punto indique cierto valor, como X Toneladas producidas por Hectárea.
- b) Líneas. Hachures, u otros segmentos rectos o curvos para identificar diversos atributos, por ejemplo, pastos, matorrales, tipo de roca, etc.
- c) Figuras. Circunferencias, triángulos, cuadros, rectángulos, estrellas, etc., para representar diferentes atributos.
- d) Colores. Son el elemento más rico de la simbología, pero no siempre hay libertad para utilizarlos. Las diferentes tonalidades de los diversos colores proporcionan una gama enorme de simbología.
- e) Combinación. Se pueden combinar elementos para aumentar la gama de símbolos.

De esta manera con la utilización de los elementos de simbología descritos, las diferentes cartas geográficas y el sistema de coordenadas específico, se pueden elaborar mapas temáticos los cuales nos acercan más a la realidad resaltando las variables o fenómenos geográficos de nuestro interés.

**CAPÍTULO 4. PERCEPCIÓN REMOTA Y  
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**

---



La percepción remota es una disciplina que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre, esto puede hacerse desde varios metros de la superficie de la tierra ó en la órbita de un satélite a miles de kilómetros arriba de la tierra.

La percepción remota ha permitido al ser humano obtener información acerca de fenómenos u objetos con los cuales no está en contacto directo. Los sistemas de adquisición de imágenes desde los satélites, han permitido que el hombre tenga acceso a información que no podía conocer en el pasado acerca de la superficie terrestre. Pueden deducirse variables biofísicas a partir de imágenes de percepción remota, siendo la característica común que están relacionadas de un modo u otro con las propiedades ópticas de los objetos, con su distancia al sensor o con su posición.

#### 4.1 Componentes de un sistema de Percepción Remota

Un sistema de percepción de imágenes se compone básicamente de una fuente de iluminación, una escena, la cual es capaz de interaccionar de alguna manera con la energía radiante suministrada por la fuente de iluminación; y un sensor remoto el cual captura la luz proveniente de la escena.

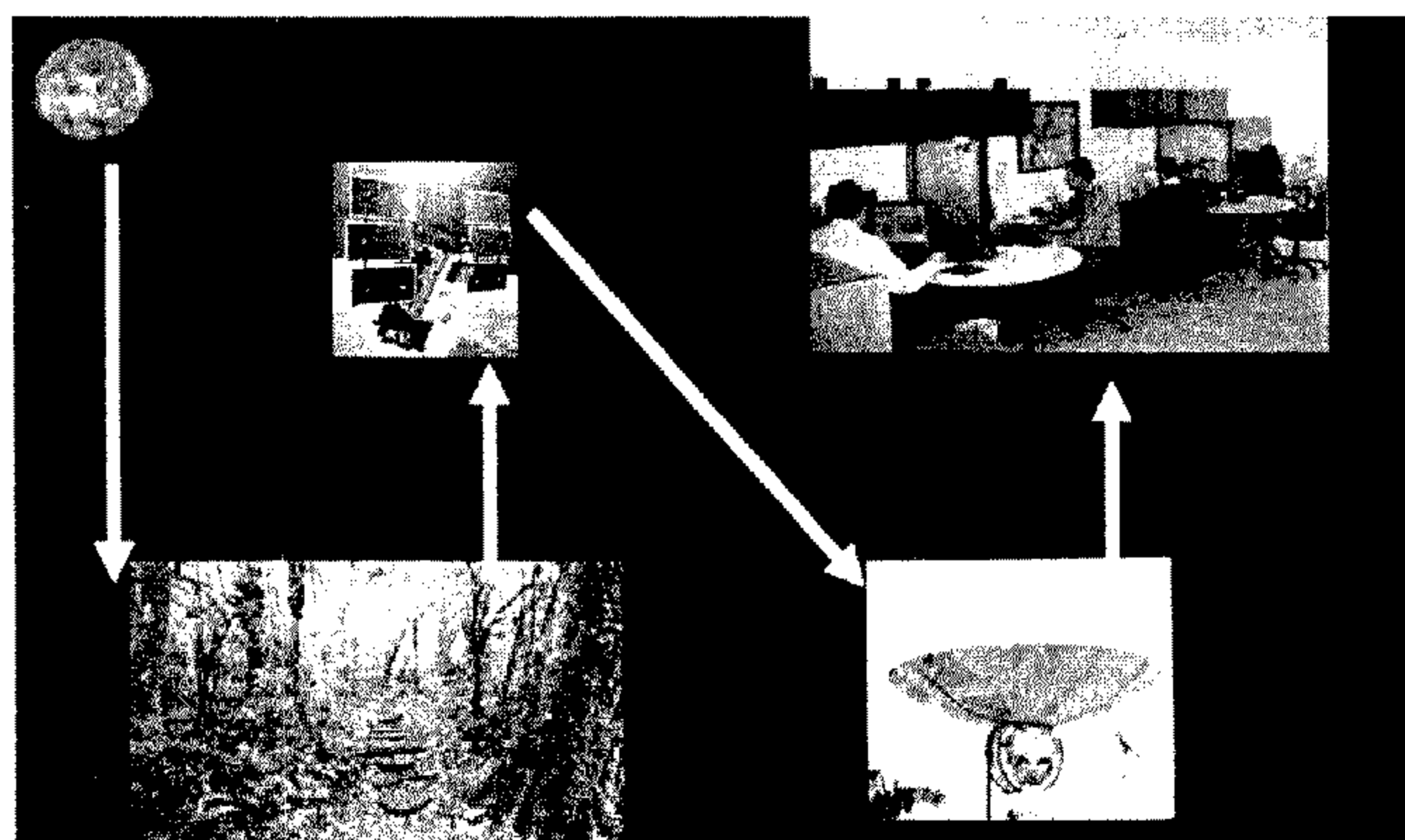


Figura 14. Sistema de Percepción Remota



Un sensor remoto natural es por supuesto el ojo humano. Un sistema artificial de percepción de imágenes sigue los mismos principios, con la diferencia de que puede almacenar permanentemente las imágenes que captura.

La energía electromagnética es el medio por la cual la información es transmitida desde un objeto al sensor, la interacción de las ondas electromagnéticas con la superficie terrestre y la atmósfera es fuertemente dependiente en la frecuencia de las ondas.

El estudio de la Teoría ondulatoria es muy complejo y el especialista que trabaja esta área requiere de una formación matemática, el alcance del diplomado no abarca esta disciplina a detalle, por lo que únicamente se enfoca en la interpretación que es aplicable a los sistemas de información geográfica. Los tipos de radiación electromagnética dependen de la longitud de onda y ésta se puede dividir en diferentes regiones: radio, infrarrojo, ultravioleta, rayos X y rayos gamma, esta clasificación es la que se denomina espectro electromagnético.

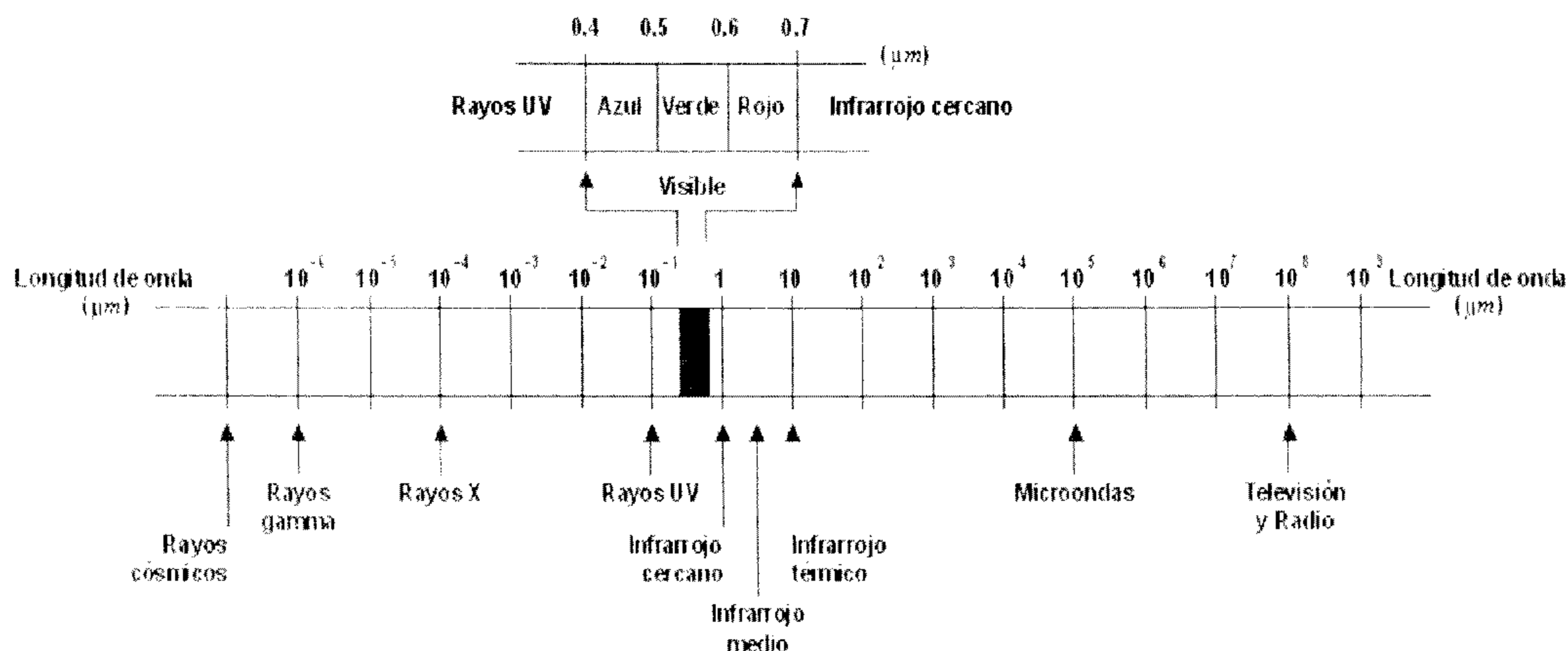


Figura 15. Espectro Electromagnético



Se requiere en Percepción Remota observar en varias longitudes de onda por las siguientes cuestiones:

- Se desea conocer la información que se puede obtener en distintas regiones del espectro electromagnético.
- El desarrollo tecnológico ha superado dificultades, se han desarrollado nuevos detectores para registrar imágenes y mostrarlas de manera que se puedan entender.

Los sistemas de percepción de imágenes satelitales suelen captar la luz en varias bandas del espectro electromagnético. Se utilizan las fotografías satelitales y las aéreas sobre todo en las zonas donde se encuentran los temas de interés. En el mercado existe una diversidad de imágenes que se pueden adquirir, y por lo tanto, hay diversos factores a considerar al momento de su adquisición, pero uno fundamental es la escala de la imagen, en base a esto se muestra la siguiente tabla comparativa que nos explica la relación entre la capacidad para distinguir el objeto más pequeño en la imagen y su escala correspondiente:

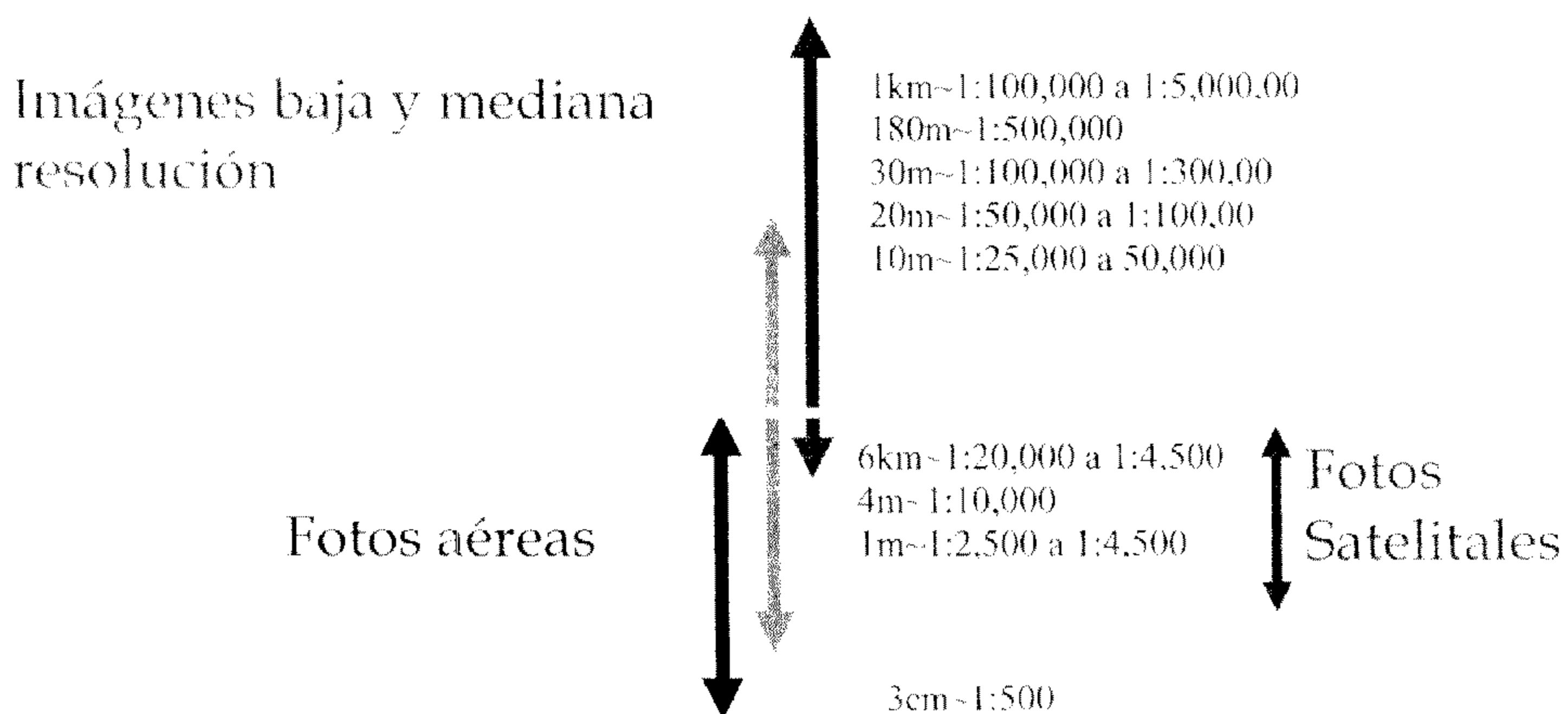
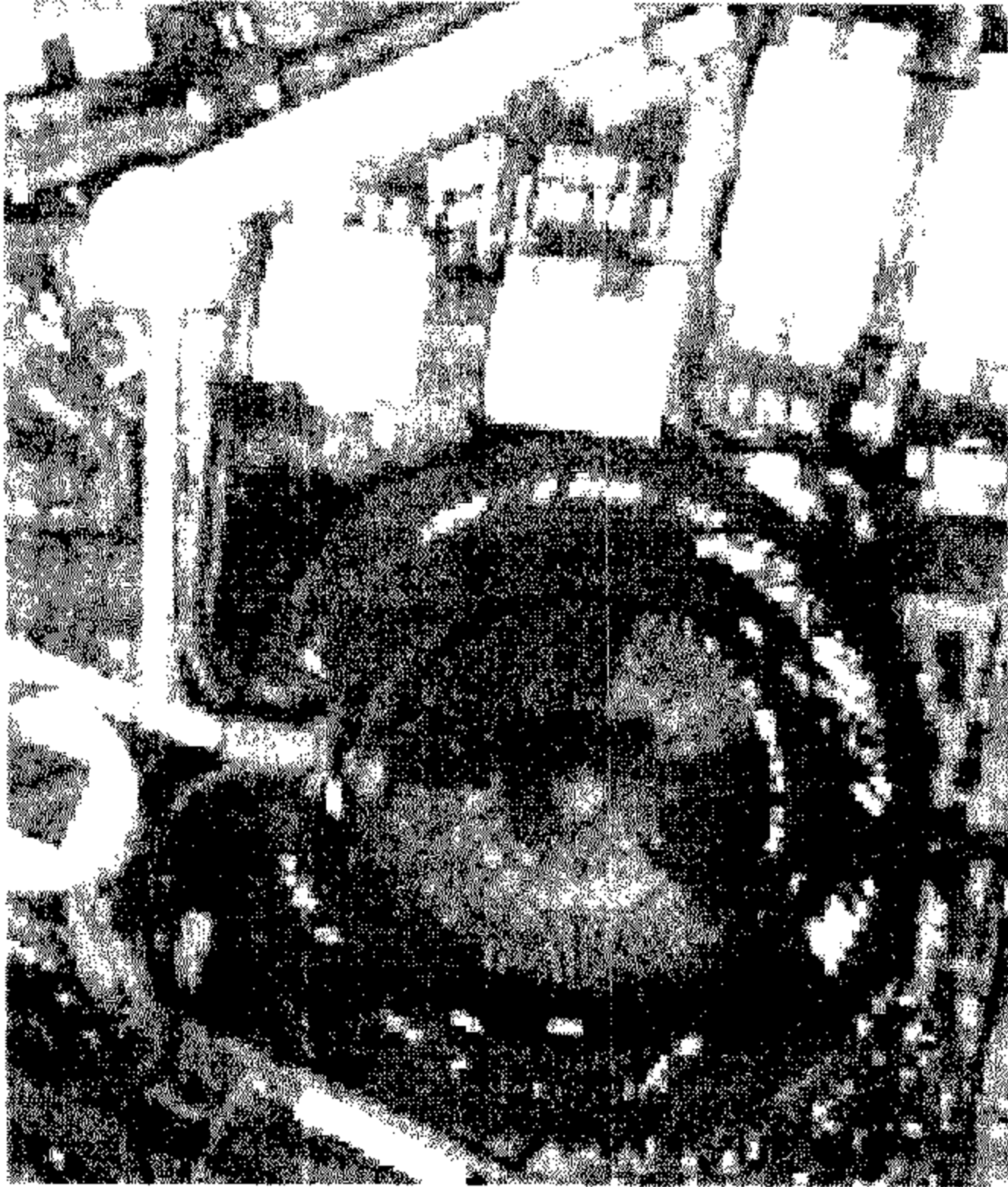


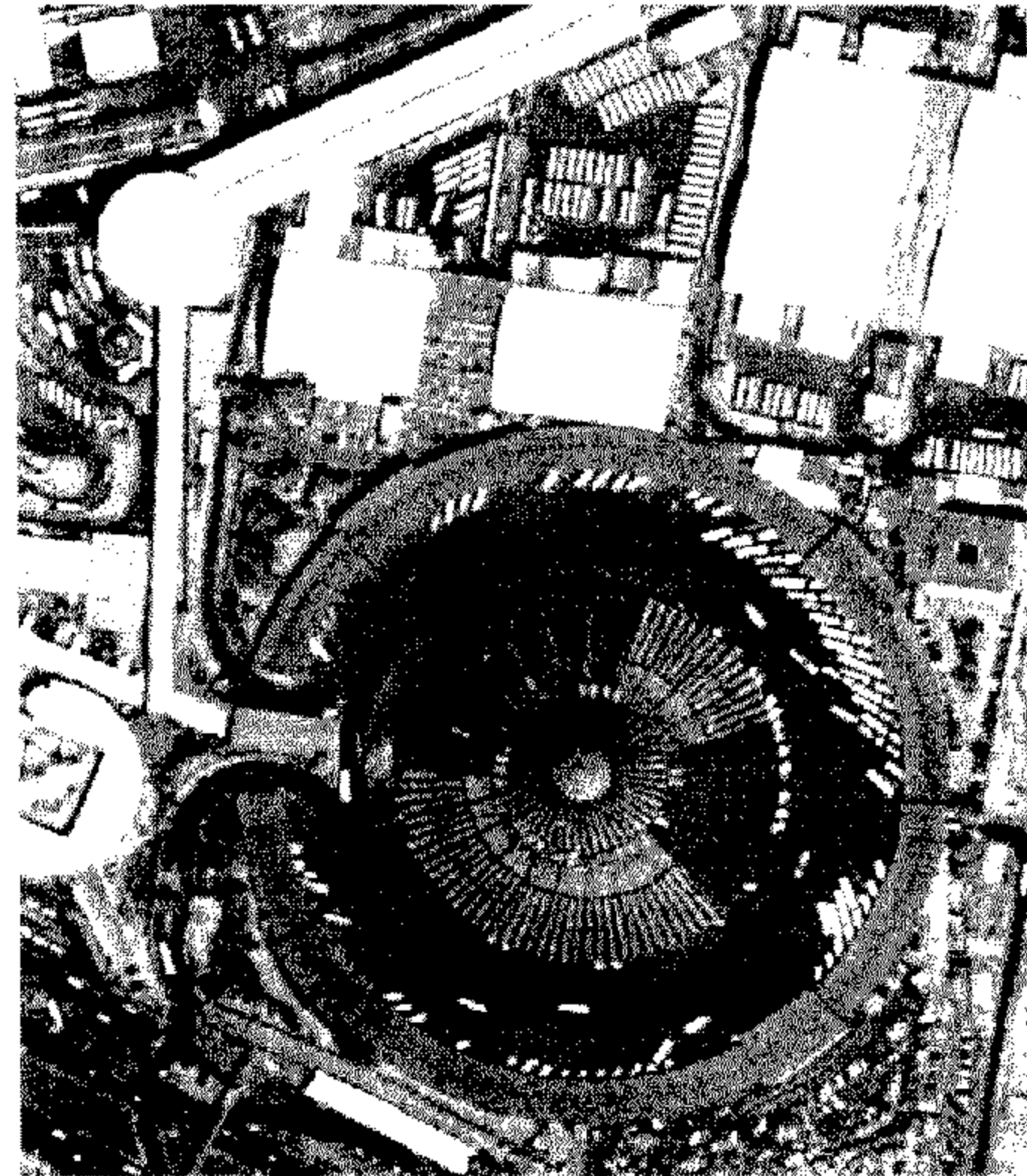
Figura 16. Escalas comparativas fotografía satelital



Un ejemplo de lo visto anteriormente son las siguientes imágenes, las cuales nos representan la misma escena pero a diferente resolución, a 4 y 1 metro.



4 m.



1 m.

Figura 17. Imagen IKONOS con escala 1:10,000 y 1:4,500 respectivamente

En una imagen satelital se pueden obtener variables medidas de modo indirecto como son:

- Contenido de clorofila en las hojas.
- Índice de área foliar.
- Humedad del suelo o de las hojas.
- Materiales en suspensión en el agua.
- Contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- Evapotranspiración o productividad vegetal.





También existen variables que son medidas de modo directo:

- Reflectividad en las bandas del visible e infrarrojo próximo.
- La temperatura en el infrarrojo térmico.
- El coeficiente de retrodispersión en la región de las microondas.
- La altitud a partir de la visión estereoscópica o de la interferometría.

## 4.2 Interpretación Visual

La principal ventaja de la interpretación visual es la posibilidad de incorporar el análisis con criterios complejos.

Existen diferentes variables para poder hacer una interpretación visual los más importantes son:

### Valor

Se define de modo general el valor como el grado de oscuridad de una imagen, esta variable es la consecuencia visual de una magnitud física, como es la intensidad de energía electromagnética detectada por el sensor. Dependiendo de qué cubierta se trate, un píxel concreto presentará un comportamiento diferente en cuanto a valor en relación a otros cuando se estudia en diferentes bandas.

### Tono

Se define el tono como la percepción diferencial por parte del ojo de las distintas longitudes de onda del espectro visible, es un elemento básico que aporta gran cantidad de información.



El tono, hace referencia a la intensidad de energía recibida por el sensor para una determinada banda del espectro, se relaciona estrechamente con el comportamiento espectral de las distintas cubiertas para la banda particular del espectro sobre la que se trabaje. El tono característico de una cubierta varía con la banda del espectro considerada. Una mayor experiencia permite seleccionar las bandas más idóneas para reconocer determinados rasgos de interés:

- modelos de drenaje y morfología (infrarrojo cercano), trazado urbano (verde-rojo),
- turbidez en el agua (azul),
- delimitación tierra/agua (infrarrojo cercano), vegetación (rojo e infrarrojo cercano).

## **Color**

El color que aprecian nuestros ojos es fruto de la reflectividad selectiva de los objetos a distintas longitudes de onda, nuestro ojo sólo percibe las longitudes de onda comprendidas entre 0.4 y 0.7, separando la energía recibida en tres componentes de acuerdo a la sensibilidad espectral de nuestras células sensoras. Esos tres componentes son los denominados colores primarios: azul, verde, y rojo.



### 4.3 Criterios visuales para identificar cubiertas

Las composiciones en falso color son útiles para efectos interpretativos, como se muestra en la tabla siguiente:

<b>Tono</b>	<b>Ocupación de suelo</b>
<b>Rojo-magenta</b>	<b>Vegetación vigorosa (cultivos regados, prados de montaña).</b>
<b>Rosa</b>	<b>Vegetación poco densa y/o vegetación en estado de crecimiento).</b>
<b>Blanco</b>	<b>Vegetación escasa o nula-suelos desnudos -nubes, arenas, depósitos salinos, canteras.</b>
<b>Azul oscuro a negro</b>	<b>Superficies de agua, ríos, lagos, embalses, suelos de roca.</b> <b>Ciudades o áreas pobladas, zona volcánica.</b>
<b>Gris a azul metálico</b>	<b>Zonas urbanas-roca desnuda.</b>
<b>Marrón</b>	<b>Vegetación arbustiva, muy variable en función de la densidad y del tono del sustrato.</b>
<b>Beige-dorado</b>	<b>Identifica zonas de transición: prados secos, frecuentemente asociados con el matorral ralo.</b>



## 4.4 Procesamiento Digital de Imágenes

El Procesamiento Digital de Imágenes nos sirve para que una vez que ya adquirimos la fotografía de la zona de interés, podamos obtener la mayor información de ella, por lo general a partir de imágenes de satélite se pueden generar:

- Cartografía temática, mediante clasificación visual o digital, es decir pretende discriminar cubiertas, etiquetar cada píxel en la clase temática más apropiada.
- Una imagen es una matriz de medida sobre el terreno, la exploración que realizan los equipos sensores se concibe como un procedimiento para muestrear una determinada variable de interés ambiental.

### 4.4.1 Extracción de la información temática

Para analizar el contenido de una imagen se requiere de un proceso de clasificación el cual consta de tres partes:

- a) Aislamiento de objetos.- localizar objetos y separarlo del resto de la imagen.
- b) Extracción de patrones. Se estudia los parámetros medibles del objeto o patrones, obteniéndose un conjunto de medidas (vector de características).
- c) Clasificación. Los patrones son clasificados tomando la decisión de la clase a la que pertenece, cada vector de características es asignado a una clase.



Cuando se procesa una imagen la interpretación visual es importante, la evaluación visual de la calidad de una imagen es un proceso muy subjetivo. Es necesario la verificación de campo.

Por ejemplo, para detectar las áreas verdes de una región en específico la percepción remota nos ayuda a adquirir la imagen satelital de la región (imagen A), el procesamiento digital de imágenes nos ayuda a mostrar la información de reflectividad de la clorofila de las áreas verdes dentro de la imagen de estudio (imagen C).

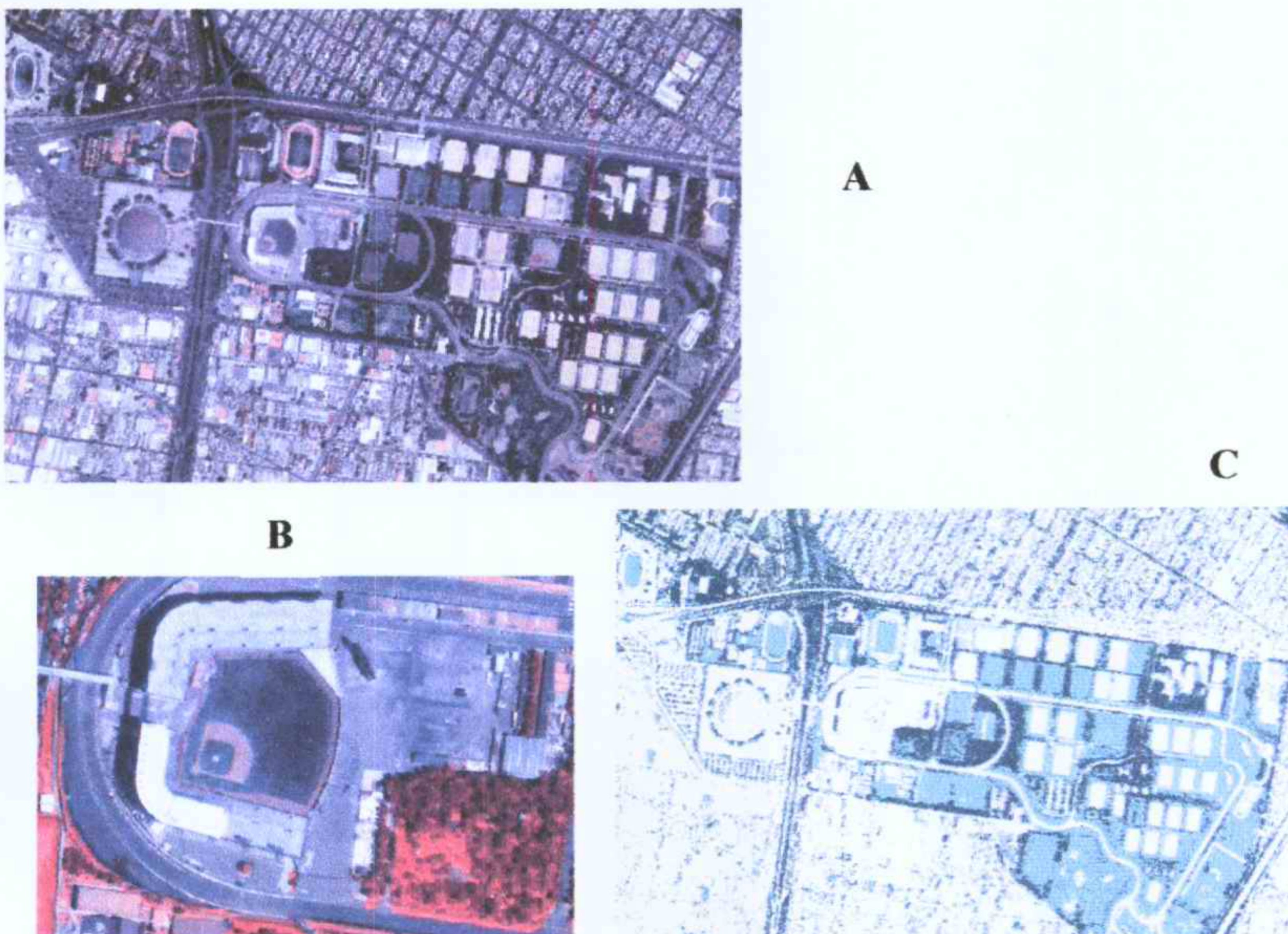


Figura 18. Detección de áreas verdes





La interpretación visual es muy importante para poder ubicar dichas zonas verdes, en la imagen C se detecta una zona que en teoría debería entrar dentro del análisis que se está haciendo, al efectuar un acercamiento se detecta que es un estadio de béisbol con área verde (pasto del campo) la cual queda fuera del análisis, es en estas situaciones donde la verificación de campo cobra importancia; pues al verificar directamente se detectó que el pasto del campo de juego era sintético, por lo tanto, el análisis general de detección de áreas verdes en la región de estudio es correcto.

Concluyendo, el ejemplo anterior nos muestra de manera práctica como se aplica la Percepción Remota y la ayuda que representa el Procesamiento Digital de Imágenes.

## **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ESPACIAL**



Un sistema de información es un modelo donde se representan objetos, atributos, relaciones y procesos. La realidad en una superficie terrestre es siempre muy compleja, la forma como tradicionalmente se aborda es mediante la **sobreposición de diferentes capas o temáticas** que corresponden a un número determinado de procesos geográficos que nos interesa comprender. Se procede de esta manera para entender las relaciones verticales entre los diferentes componentes de dicha realidad.

Actualmente, cuando se hace referencia al Análisis Espacial se entiende que se está utilizando un enfoque "científico" para abordar un problema teórico, metodológico o práctico de la geografía.

## 5.1 Lenguaje

El lenguaje espacial, como cualquier otro lenguaje, se convierte en un filtro intelectual a través del cuál solo pasa la información necesaria.

Modifica la forma de pensar, influye en la forma de observar, en la decisión sobre cuáles son los aspectos más importantes y en la toma de decisiones.

Algunos ejemplos de términos que tienen connotación espacial son: distribución, localización, región, regional, centro, periferia, red (de carreteras etc.), norte, sur, este, oeste, latitud, longitud, altitud, distancia, migración, movilidad, global, patrones, lugar y territorio.





### ***Significado del espacio***

El significado del espacio no siempre es el mismo, éste depende de la forma en que se perciben y describen las relaciones espaciales que pueden ser distintas dependiendo de las circunstancias.

La diferencia en la forma en la que se percibe el espacio, sus propiedades y la forma en que éste es descrito, se debe a que se puede tomar en cuenta diferentes aspectos. ¿Cuáles? depende del ambiente cultural, el acceso a tecnología, la educación y otros.

### ***Ejemplo en cartografía***

En cartografía se ha hecho mucho trabajo para coordinar alguna de las diferencias entre descripciones y percepciones del espacio.

- Las proyecciones, escalas y distorsiones controladas pueden presentar puntos de vista diferentes de las relaciones espaciales. Al estar éstas sistemáticamente interrelacionadas, el mapa puede presentar puntos de vista personales y al mismo tiempo mantener un marco de referencia que es estándar y flexible.
- En geografía el mapa realiza la función básica de estandarizar el espacio y al mismo tiempo presentar en forma objetiva las propiedades espaciales de los aspectos estudiados.

### ***Propiedades del espacio***

Las propiedades del espacio como lo son la localización y la distancia por si mismas no afectan al mismo.



- Son los factores en el espacio con propiedades espaciales los que afectan a otros factores en el espacio con propiedades espaciales.

### ***Relaciones de la Geografía Humana***

La geografía humana se ha distinguido del resto de las ciencias sociales por su preocupación por tres tipos de relaciones:

- Relaciones entre lo social y lo espacial
- Relaciones entre lo social y lo natural
- Relaciones entre diferentes elementos, económicos, sociales, políticos ambientales etc.

### ***Relaciones entre la sociedad y el espacio***

El lugar y la región son importantes porque sus habitantes son importantes. Los habitantes de diferentes regiones tienen actitudes y comportamientos específicos, se organizan en la sociedad y a sus actividades en forma diferenciada.

El espacio geográfico incluye varios aspectos que se relacionan no solo con el medio físico sino tiene también que ver con la sociedad, con distancias, con movimientos de un lugar a otro, con las diferencias regionales, con la noción de lugar, sus características específicas, la diferencia que hay entre lugares y regiones y finalmente el significado que tiene para los diferentes grupos sociales el espacio en el que viven.



## ***Relaciones entre la sociedad y la naturaleza***

Desde que el ser humano se volvió sedentario ha alterado constantemente su medio. Al establecerse los primeros grupos humanos, practicar la agricultura y criar animales, se alteraron numerosas regiones naturales debido a que estas actividades erosionan el suelo, favorecen su salinización y transforman grandes áreas boscosas y selváticas en asentamientos humanos y áreas de cultivo. Tenemos además la contaminación provocada por las industrias y las zonas urbanas, por lo que se puede ver que la actividad económica está íntimamente relacionada con el medio ambiente natural.

Aunque el ser humano requiere de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades y no puede dejar de hacerlo, para evitar el deterioro del medio natural, es importante crear conciencia de la necesidad de crear un equilibrio entre la satisfacción de nuestras necesidades y la preservación de la naturaleza.

## **5.2 Riesgo**

El análisis espacial del riesgo se refiere al ejercicio analítico de los procesos sociales y naturales de carácter dañino a través de sus expresiones espaciales. El **riesgo** es un proceso que supone la existencia de dos factores; amenaza y vulnerabilidad, cuyas características son sumamente heterogéneas.

Nos referimos a la **amenaza**, como un sinónimo de peligro latente que representa la posible manifestación de un fenómeno peligroso de origen natural o provocado por el hombre, que puede producir efectos adversos en las personas, el ambiente, los bienes y servicios.



El concepto de **vulnerabilidad** es el grado de eficacia de un elemento expuesto determinado, para adecuar su organización frente a cambios que incorporan la posibilidad de cierto daño.

### Definición de riesgo

$$R = A * \Sigma \text{ Dimensiones (V)}$$

El riesgo (**R**) es igual al producto de la amenaza (**A**) por la sumatoria de la dimensión de vulnerabilidades (**V**).

### 5.3 Tipos de amenaza

Son **amenazas naturales** cuando la expresión de su dinámica o funcionamiento están asociadas con la posible ocurrencia de fenómenos de la naturaleza.

Las **amenazas antrópicas o sociales** son en su origen causadas por el ser humano o están relacionadas con el uso de la tecnología.

Las **amenazas socio-naturales** son fenómenos que aparentan ser naturales, pero que en su esencia son creados por la intervención o manipulación humana.



## 5.4 Dimensiones de la vulnerabilidad

Desde la perspectiva multidisciplinar la **vulnerabilidad** se manifiesta como un conjunto de factores (de muy diversas índoles) que convergen en un grupo humano particular.

De acuerdo con Wilches-Chaux (1989) "existen diferentes aspectos que caracterizan la vulnerabilidad desde varias perspectivas". Dichas dimensiones de la vulnerabilidad se describen a continuación:

**Dimensión física.** Expresa las características de ubicación en áreas propensas y las deficiencias de resistencia de los elementos expuestos, de los que depende su capacidad de absorber la acción del suceso que representa la amenaza. La resistencia a los sismos de un edificio, la ubicación de un asentamiento humano en el área de influencia de un deslizamiento o en el cauce de una barranca, son ejemplos de la dimensión física de la vulnerabilidad.

**Dimensión económica.** Expresa que los sectores económicamente más deprimidos son los más vulnerables. La pobreza aumenta la vulnerabilidad. Al nivel local e individual este aspecto se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, dificultad o imposibilidad de acceso a los servicios. En el ámbito nacional se traduce en una excesiva dependencia económica de factores externos incontrolables, la falta de diversificación de la base económica y las restricciones al comercio internacional.



**Dimensión social.** Habla de que cuanto más integrada esté una comunidad, superando los inconvenientes que suelen presentarse, le resultará más fácil absorber las consecuencias de un desastre y podrá reaccionar con mayor rapidez que una comunidad que no lo esté. Las sociedades pueden ser más o menos vulnerables en el sentido que pueden reaccionar como grupo organizado, mediante procesos de autoorganización o con intereses particulares por encima de los grupales, con relaciones más estrechas entre sus integrantes o relaciones meramente circunstanciales.

**Dimensión educativa.** Se expresa en una educación deficiente o que no tiene una buena cobertura en una comunidad propensa. La ausencia de conocimiento sobre las causas, los efectos y las razones por las cuales se presentan desastres, el desconocimiento de la historia y la falta de preparación y desconocimiento del comportamiento individual y colectivo en caso de desastre son aspectos que hacen que una comunidad sea más vulnerable. Igualmente, la falta de socialización de la información aumenta la vulnerabilidad.

**Dimensión política.** Se expresa en el nivel de autonomía que tiene una comunidad con respecto a sus recursos y para la toma de decisiones que le afectan. La comunidad se hace más vulnerable bajo esquemas centralistas en la toma de decisiones y en la organización gubernamental. La debilidad en los niveles de autonomía para decidir regional o localmente, impide una mayor adecuación de las acciones a los problemas sentidos en estos niveles territoriales. En la medida que la comunidad participa más en las decisiones que le atañen, es menos vulnerable.

**Dimensión institucional.** Esta relacionada con las dificultades que tienen las instituciones para hacer la gestión del riesgo. Situación que se refleja en la falta de



preparación para responder ante un suceso o cuando aún sabiendo que existe el riesgo no llevan a cabo acciones eficientes y efectivas para reducirlo o mitigarlo. Se expresa en la falta de flexibilidad de las instituciones, en el exceso de burocracia, en el hecho de que prevalecen la decisión política y el protagonismo.

**Dimensión cultural.** Esta dimensión de la vulnerabilidad está referida a la forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como colectividad, lo que influye en ocasiones de manera negativa debido a estereotipos perniciosos que no se cuestionan y que se consolidan. Al respecto juegan un papel crucial los medios de comunicación, puesto que contribuyen a la utilización sesgada de imágenes o la transmisión de información ligera o imprecisa sobre el medio ambiente, la misma sociedad y los desastres.

**Dimensión ambiental.** Hay un aumento de la vulnerabilidad cuando el modelo de desarrollo no está basado en la convivencia, sino en la explotación inadecuada y la destrucción de los recursos naturales. Esta circunstancia necesariamente conduce al deterioro de los ecosistemas y a aumentar la vulnerabilidad, debido a la incapacidad de auto ajustarse para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana o de sucesos de la misma naturaleza.

**Dimensión ideológica.** Esta relacionada con las ideas o creencias que tienen las personas sobre el devenir y los hechos del mundo. Se expresa en actitudes pasivas, fatalistas y creencias religiosas que limitan la capacidad de actuar de los individuos en ciertas circunstancias. La percepción dogmática de las cosas puede generar confusión acerca de un propósito, falta de reacción y muchas veces pérdida de la motivación, que debilitan una acción transformadora.



La Gestión de Riesgos constituye un eje transversal e integrador de los diferentes procesos, tiene por objetivo garantizar que los procesos de desarrollo impulsados en la sociedad se den en las condiciones óptimas de seguridad posible para la infraestructura y la población; procurando además que la atención y las acciones desplegadas ante un desastre promuevan el mismo desarrollo.

Se trata de un proceso social complejo que conduce al planeamiento y aplicación de políticas, estrategias, instrumentos y medidas orientadas a impedir, reducir, prever y controlar los efectos adversos de fenómenos peligrosos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. Se lleva a cabo mediante acciones integradas de reducción de riesgos divididas en dos etapas:

- Pre-desastre
- Pos-desastre

La etapa de pre-desastre incluye la identificación del riesgo, la mitigación del riesgo, la transferencia del riesgo y la preparación; la etapa pos-desastre se ocupa de atender la emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción





## 5.5 Identificación del riesgo

Este abarca la evaluación de amenazas, estudios de vulnerabilidad y la cuantificación del riesgo entre otros. La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de mapas que se pueden elaborar, su contenido y la metodología que se utiliza para su creación.

<b>Tipo de mapa</b>	<b>Contenido</b>	<b>Metodología</b>
Inventario	Localización y distribución espacial de procesos actuales y pasados, así como las características de los mismos	Recopilación (documentos, mapas, imágenes de satélite, fotos y trabajo de campo)
Susceptibilidad	Zonas con diferente grado de susceptibilidad frente a la ocurrencia de un tipo de proceso	Análisis del proceso y de los factores condicionantes. Superposición de factores
Amenaza	Zonas con diferente grado de peligrosidad	Predicción espacial y temporal de la ocurrencia de procesos
Vulnerabilidad	Localización espacial de los elementos con diferente grado de vulnerabilidad	Evaluación de la vulnerabilidad
Riesgo	Zonificación del territorio en base al grado de riesgo	Análisis en base a un proceso determinado
Multirriesgo	Zonificación por tipos de riesgo	Análisis en base a diferentes procesos



Los diferentes aspectos que tienen que ver con las acciones que se toman antes, durante y después de un desastre se listan a continuación:

### **Mitigación del riesgo**

Comprende las políticas y las actividades que disminuyen la vulnerabilidad de un área a los daños producidos por desastres futuros. Estas medidas estructurales (ingeniería) y no estructurales (reforestación, códigos de construcción) se toman con anterioridad a la ocurrencia del desastre.

### **Transferencia del riesgo**

Consiste en trasladar a un tercero, generalmente una compañía de seguros, parte del financiamiento de reconstrucción en caso de desastre. Lo anterior permite la distribución del riesgo entre las partes, disminuye las discrepancias en cuanto al riesgo de cada persona, promueve las medidas de reducción de pérdidas y provee un instrumento para supervisar y controlar el comportamiento.

### **Preparación ante el riesgo**

Implica la elaboración de respuestas y la capacidad de gestión ante la emergencia previa al desastre. Se incluyen los programas de capacitación del personal involucrado en dar respuesta en caso de emergencia, ejercicios, simulacros y rutas de evacuación.



## **Respuesta al riesgo**

Se refiere a las acciones puestas en práctica inmediatamente antes, durante y después del inicio de un desastre con el fin de minimizar la pérdida de vidas y los daños a la población y sus bienes y lograr una mayor eficacia en la recuperación.

Abarca la identificación de amenazas y su aviso, la evacuación de poblaciones, el refugio de las víctimas, la atención médica de emergencia y las operaciones de búsqueda y rescate.

## **Reconstrucción y rehabilitación**

Describe los planes que brindan apoyo a largo plazo a quienes han sufrido daños o pérdidas debido a un desastre. Su objetivo es facilitar la vuelta de esas comunidades a la situación anterior al desastre. Comprende la reparación y construcción de viviendas, establecimientos comerciales, edificios públicos, infraestructura.

La principal recomendación para los proyectos de reconstrucción y rehabilitación es que deben funcionar de forma tal que reduzcan la vulnerabilidad futura y promuevan el desarrollo.

## **Ejemplo de análisis espacial**

Para ejemplificar el análisis espacial, tomaremos un caso de la industria petrolera, específicamente la red de tuberías para la distribución de hidrocarburos y el riesgo que pueden representar para su entorno, únicamente se analizarán los conceptos de mayor importancia y que son suficientes para obtener indicadores de riesgo.

Primeramente analizaremos al ducto pues representa una amenaza, pero esta amenaza no provoca consecuencias iguales en toda su ubicación, en base a esto



podemos encontrar un primer factor para la cuantificación de su riesgo y depende si la zona donde pasa es:

Densamente poblada	3 puntos
Medianamente poblada	2 puntos
Poco poblada	1 punto
Despoblada	0 puntos

Un segundo factor sería en cuanto a la contaminación que provocaría en su entorno y esta contaminación que efectos tendría en terceros, y se puede definir si cerca se encuentran:

Fuentes de agua potable	3 puntos
Zonas protegidas	1 punto más
Flora y Fauna	1 punto más

Un tercer factor sería las condiciones del ducto en la zona en estudio y lo definiremos en base a si el ducto presenta:

Alta corrosión	3 puntos
Baja corrosión	2 puntos
Sin corrosión	0 puntos

Un cuarto factor sería el costo que implicaría remediar los efectos negativos que tuviera un derrame o explosión de un ducto y lo definimos como:

Alto	3 puntos
Moderado	2 puntos
Bajo	0 puntos

Para la clasificación del riesgo global se definirán la combinación de ellos e incluirá una prioridad, en este caso la simple aparición de corrosión alta representaría un



riesgo alto independientemente de que se combine con alguna otra, y para definir los demás casos sería:

Clasificación	Puntaje
Alto	9 puntos o más
Moderado	5 a 8 puntos
Bajo	menos de 5 puntos

La representación espacial se hará segmentando cada ducto kilómetro a kilómetro y se evaluarán todos y cada uno de estos factores los que se representarán mediante un código de colores:

Alto	Rojo
Moderado	Cyan
Bajo	Verde

Por último, se podrá hacer un análisis espacial mediante la sobreposición de las capas de poblaciones, ríos, lagos, entre otras e identificar en las zonas donde existen riesgos altos cuales son las poblaciones que se encuentran a una determinada distancia, digamos hasta un kilómetro, cuales son los lagos que también se encuentran a esa distancia y todos los temas que nos interesen.



De esta manera podemos generar un reporte que será de mucha ayuda para tomar acciones preventivas.

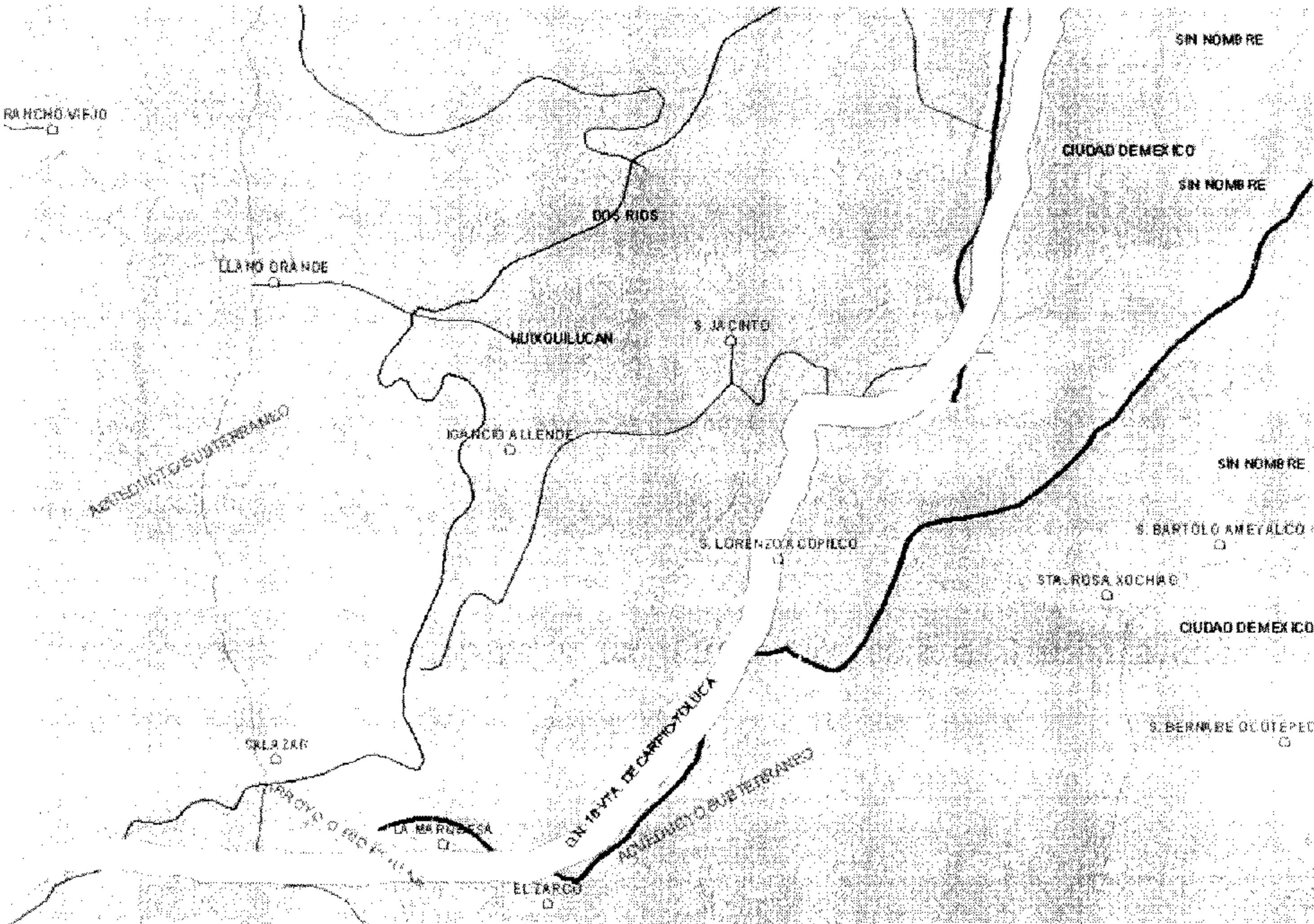


Figura 19. Mapa Zona de Alto Riesgo

De esta manera se demuestra la importancia del análisis espacial en la prevención, ejecución y planeación de programas que contribuyan a la solución de la problemática a tratar.

## **CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



La importancia de los GIS en la actualidad fue vista en este módulo, así como los aspectos más importantes para poder maximizar la información que se entrega al usuario de manera más amigable. Una definición de lo que es un Sistema de Información Geográfica, podría ser:

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

Desde un punto de vista práctico, un Sistema de Información Geográfica es un sistema informático capaz de realizar una gestión completa de datos geográficos referenciados. Por referenciados se entiende que estos datos geográficos o mapas tienen unas coordenadas geográficas reales asociadas, las cuales nos permiten manejar y hacer análisis con datos reales como longitudes, perímetros o áreas. Todos estos datos alfanuméricos asociados a los mapas más los que queramos añadirle los gestiona una base de datos integrada con el GIS.

En el mercado existen una variedad de compañías que se dedican a la realización de software para desarrollar GIS, entre las cuales se encuentran ESRI, AUTODESK, ApliCAD, entre otras, cuyos productos son de uso general.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) es una compañía que se dedica a la realización de software GIS, cuenta con una gama de productos que sirven para este propósito, uno de ellos es ArcView, siendo la herramienta SIG más extendida en todo el mundo, dadas sus avanzadas capacidades de visualización, consulta y análisis de información geográfica, además de las numerosas herramientas de integración de datos, desde todo tipo de fuentes y herramientas de edición.





Por sí solo, ArcView permite la explotación de toda la información tanto en sistemas monousuario como en sistemas departamentales, pero es al integrarse en la arquitectura ArcGIS donde se consigue una solución global en el manejo de información geográfica y escalable según las necesidades del usuario.

Las tres aplicaciones de ArcView permiten acceder a una gran variedad de funcionalidades que abarcan todos los campos de trabajo y procesamiento necesarios en un GIS:

**ArcMap:** Permite visualizar, consultar, editar y realizar análisis sobre nuestros datos.

**ArcCatalog:** Constituye un avanzado explorador de datos geográficos y alfanuméricos, pensado para la visualización, administración y documentación de la información.

**ArcToolbox:** Es la herramienta que permite la realización de conversiones entre formatos, cambios de proyección y ajuste espacial.

Este software es un requerimiento de PEMEX en cuanto a tecnología GIS, por tal motivo es la plataforma tecnológica que se utilizó para la elaboración del diseño del Sistema de Información Geográfica en Derechos de Vía en PEMEX.



## **6.1 Diseño conceptual de un Sistema de Información Geográfica**

### **Geográfica**

Para la aplicación de los temas vistos, como parte del diplomado, se presentó el diseño de un Sistema de Información Geográfica, el tema de este sistema por lógica no podría ser convencional, sino que sus componentes principales deberían tener la característica de poderse representar geográficamente.

Se eligió un tema de aplicación en la industria petrolera que son los "Derechos de vía", describiremos brevemente a que se refiere este término.

La distribución de hidrocarburos (gas LP, gas natural, crudo, etc.) en la República Mexicana se hace mediante una red de tuberías, se debe salvaguardar la seguridad de ellas pues representan un gravísimo peligro en caso de ocurrir una fuga de los productos transportados, el terreno por donde pasan estos ductos lleva el nombre de Derecho de vía y se lleva un control estricto de esas zonas, se impide que se realicen trabajos riesgosos como excavaciones dentro de ellos y mucho menos que haya asentamientos humanos.

La geometría de esos Derechos de Vía consiste en una franja de terreno, el ancho de esta franja de terreno depende de la cantidad de ductos que se alojan dentro de esta zona, así como de sus características de operación como son el diámetro de las tuberías, el producto que transportan y la presión a la que funcionan.

Debido a que la red de tuberías de distribución de hidrocarburos fueron construidas hace ya varias décadas, los Derechos de Vía ya están definidos y las



trayectorias de los ductos también, por lo que las condiciones son inmejorables para elaborar el diseño del Sistema de Información Geográfico para este tema.

Como requisito adicional se especificó el contenido del diseño a presentar para que contara con los siguientes puntos:

Antecedentes

Objetivo

Diseño:

- a) Componentes del Sistema (Estructura)
- b) Funcionalidades de los componentes del Sistema
- c) Administración del Sistema



## **Antecedentes**

PEMEX cuenta con una red de ductos de distribución de hidrocarburos a nivel nacional, estos ductos se encuentran alojados en unas franjas de terreno de acceso restringido comúnmente conocidos como Derechos de Vía (DDV's).

En esta red se encuentran aproximadamente 13,000 kilómetros de ductos (alojados en unos 8,500 kilómetros de "Derechos De Vía") que han estado en servicio durante 30 años o más.

Para poder obtener información confiable y actual de sus instalaciones descritas se desarrollara el Sistema de Información Geográfica de Derechos de Vía (SIGDDV).

## **Objetivo**

Contar con un Sistema de información Geográfica de Instalaciones que le permitirá consultar la información de los Derechos de Vía, con el fin de contar con el conocimiento adecuado del estado de las instalaciones, además de facilitar la toma de decisiones en cuanto al plan de mantenimiento del sistema, también se aprovechará este sistema para homologar la información de todos y cada uno de los sectores en los que se divide PEMEX.



## Diseño

### a) Componentes del sistema

El sistema constará de cuatro módulos que se describen en el diagrama siguiente (diagrama de estructura del sistema), el acceso a estos módulos será mediante menús.

### Diagrama de estructura del sistema

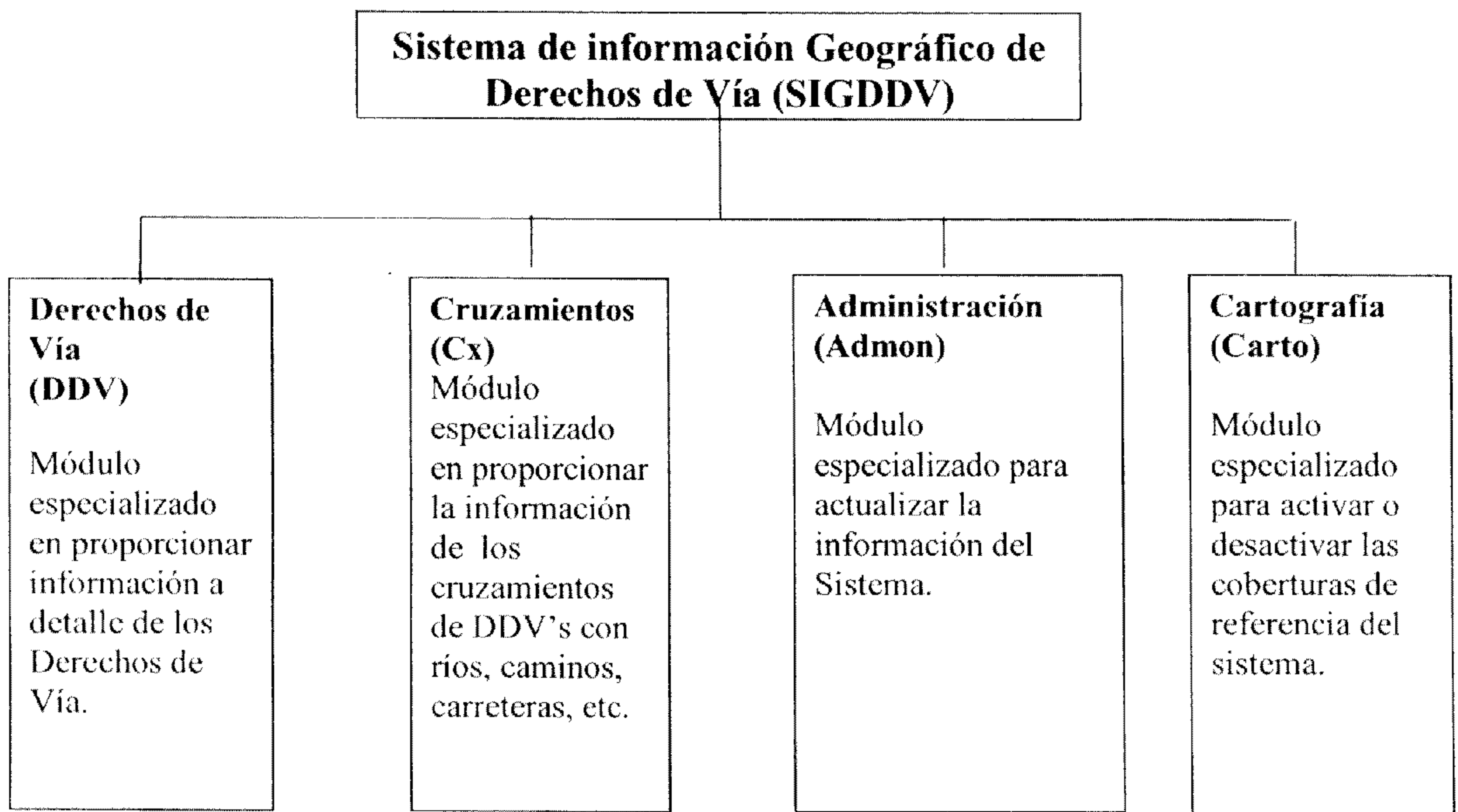


Figura 20. Estructura del Sistema



## **Información Espacial**

### **Capas de Referencia (Cartas Comerciales)**

Como información de referencia se comprará la cartografía comercial en escalas 1:200 000 y 1:40 000 de las zonas en las que se encuentran alojados los derechos de vía, las cartas que se utilizarán serán:

- Poblaciones polígonos
- Poblaciones puntuales
- Vías de comunicación
- Ríos
- Cuerpos de agua
- Curvas de nivel

### **Construcción de la cobertura de Derechos De Vía.**

Los elementos espaciales que conformarán esta cobertura se basarán en dos procedimientos

1. PEMEX cuenta con corridas de diablos(mediciones internas) de ductos, el reporte de estos levantamientos cuentan con coordenadas geográficas de la ubicación de los ductos, éstos van alojados en los derechos de vía, esta condición permitirá construir el modelo de los Derechos de Vía a partir de la trayectoria de los ductos.
2. En los casos en los que no se cuenta con coordenadas de la trayectoria de los ductos, se harán visitas al sitio y se efectuara el levantamiento de las coordenadas geográficas con equipos GPS.





Los Derechos de Vía se representarán como polígonos, que en términos generales son franjas de terreno cuyo ancho está definido por normas nacionales e internacionales, estos parámetros son de completo conocimiento de PEMEX y por lo tanto el definirá el ancho de cada tramo del Derecho de Vía.

## **b) Funcionalidades de los componentes del sistema**

### **Cartografía**

Este módulo del sistema tendrá la funcionalidad de permitir al usuario definir la información espacial de referencia, que desee visualizar, siendo las principales:

- Poblaciones polígonos
- Poblaciones puntuales
- Vías de comunicación
- Ríos
- Cuerpos de agua
- Curvas de nivel

Para cada función se programarán botones que encenderán o apagarán las cartas correspondientes.

### **Derechos de vía**

Esta función permitirá consultar los Derechos de Vía por nombre directamente o bien permitirá hacer un filtro y consultar los Derechos de Vía por sector.

La consulta por sector permitirá visualizar la información del sistema de distribución por cada uno de los 14 sectores listados a continuación:

- Cárdenas
- Chihuahua



- Guadalajara
- Madero
- Mendoza
- Minatitlán
- Monterrey
- Nuevo PEMEX
- Reynosa
- Salamanca
- Tlaxcala
- Torreón
- Venta de Carpio
- Veracruz

Al seleccionar un sector, el sistema mostrara la zona geográfica que abarca el sector seleccionado, esto se ejemplifica con la imagen siguiente.

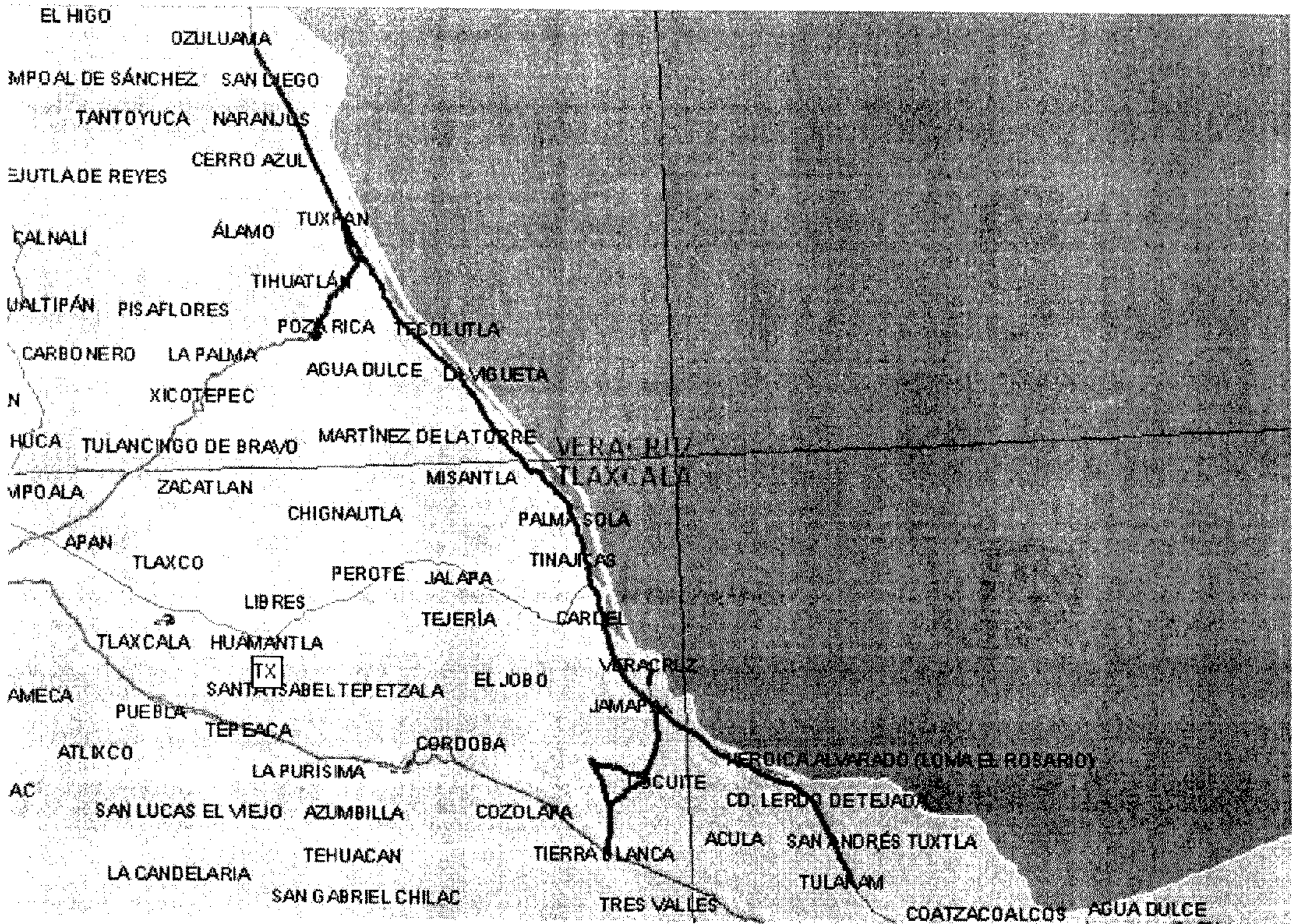


Figura 21. Mapa del Sector Veracruz

Una vez seleccionado el sector, el sistema mostrara un listado de los Derechos de Vía que se encuentran dentro del Sector.

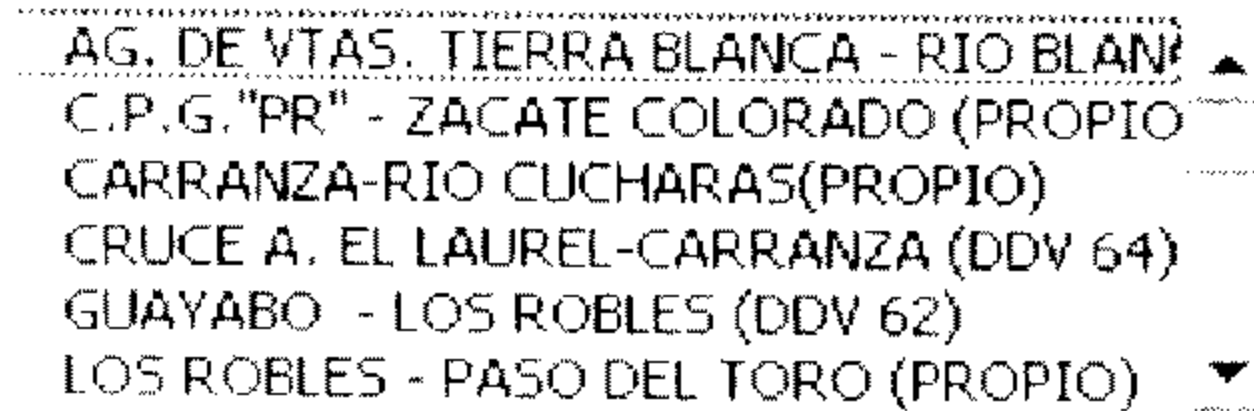


Figura 22. Derechos de Vía del Sector Veracruz



El usuario seleccionará el Derecho de Vía y el sistema mostrará una vista de la zona en donde se encuentra ubicado, la figura siguiente muestra un ejemplo de lo que verá en cada Derecho de Vía.

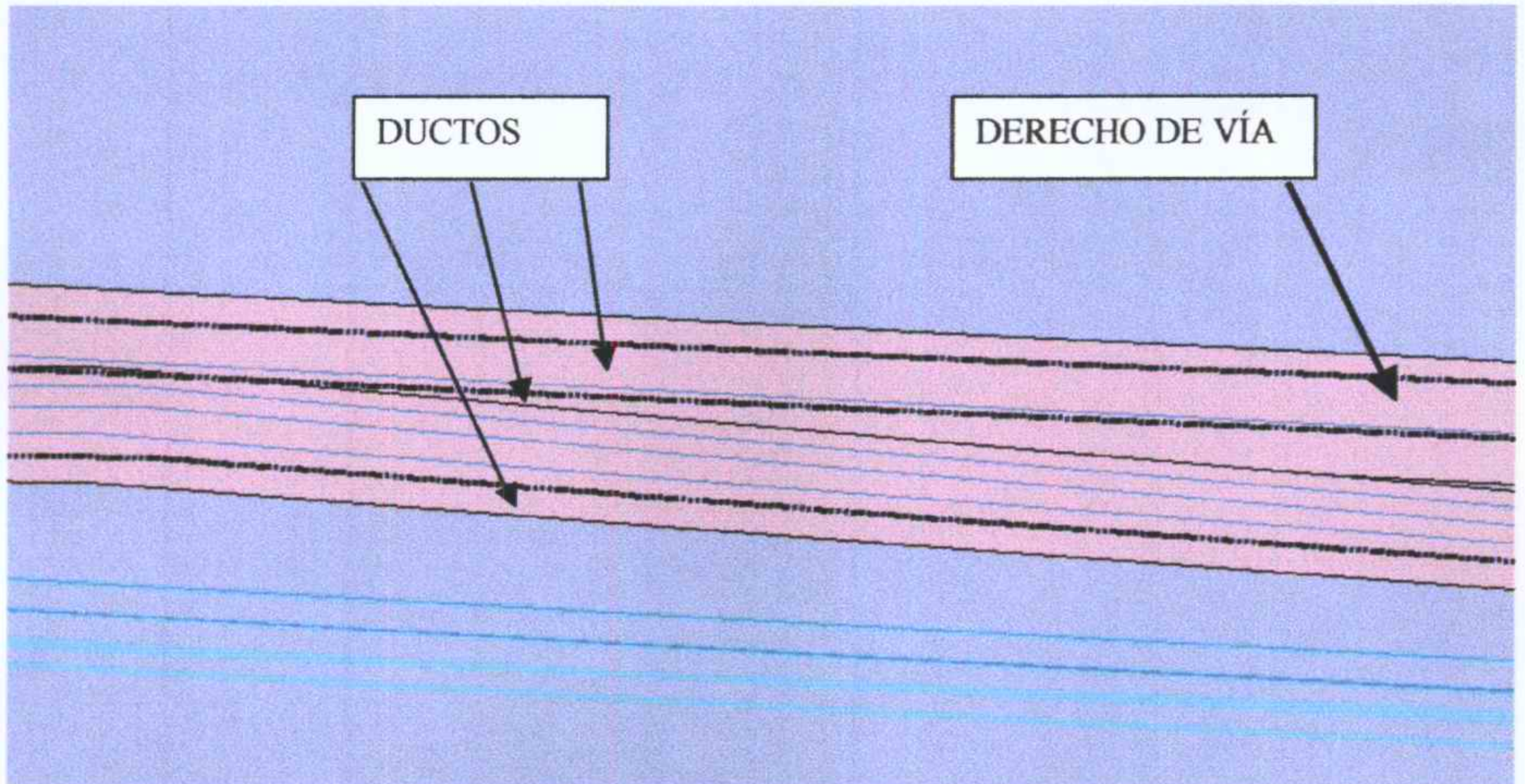


Figura 23. Acercamiento al DDV seleccionado

Además se desplegará la información general del derecho de vía, esta información es la que se lista a continuación:

- Nombre del Derecho de Vía
- Sector que lo administra
- Kilometraje inicial
- Kilometraje final
- Localidad, municipio y estado donde inicia
- Localidad, municipio y estado donde termina
- Responsable del Derecho de Vía
- Si es compartido con otra subsidiaria de PEMEX
- Ductos alojados





Se podrá tener acceso a la documentación relacionada de cada Derecho de Vía, uno de los más importantes son los reportes de inspección, en estos reportes se describe el estado actual de las instalaciones, esta información es de vital importancia, y al integrarla al sistema podremos revisar el estado de los ductos alojados en cada uno de los Derecho de Vía de manera rápida.

Al estar consultando la información de cualquier Derecho de Vía, tendremos acceso a un módulo más:

### **Cruzamientos**

Esta función mostrará todos los puntos a lo largo del Derecho de Vía en los que este cruza con los siguientes elementos:

- Carreteras
- Ríos
- Cuerpos de agua
- Líneas de transmisión eléctrica
- Ferrocarril
- En esta vista se podrá seleccionar el punto del que se desea consultar la información general del cruzamiento.
- Tipo (río, camino, lago, etc.)
- Nombre (del río, del camino, etc.)
- Descripción

Adicionalmente se ligará cada cruzamiento con información del mismo, a manera de ejemplo se muestra la simulación del cruzamiento de un Derecho de Vía con un camino.



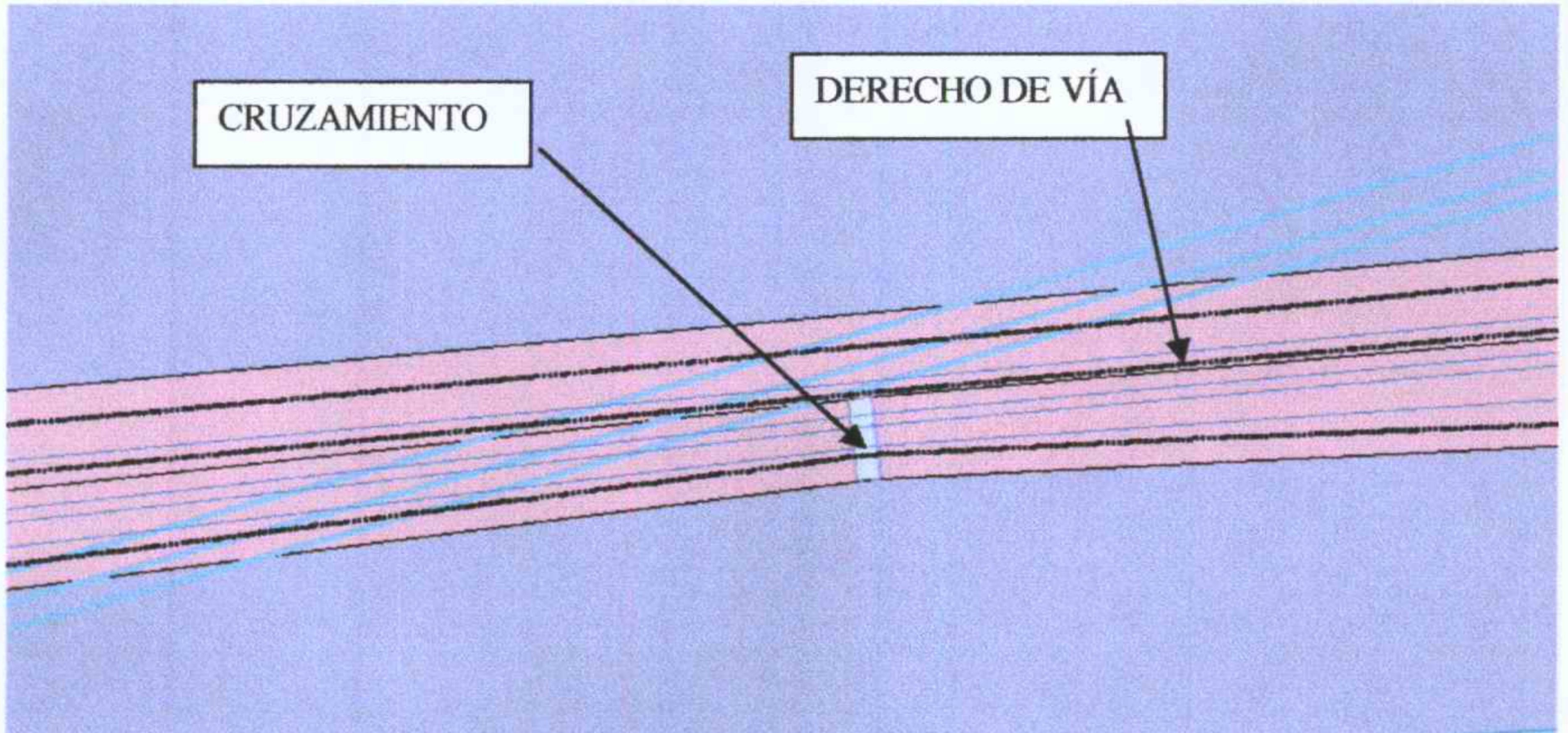


Figura 24. Cruzamiento en el DDTV

Como parte de la información complementaria a cada cruceamiento se ligara un archivo de imagen para su despliegue dentro del sistema y con el objetivo de tener un panorama más real de la información presentada.





Figura 25. Archivo de imagen ligada al cruzamiento en el DDV

### **Módulo de administración**

Este módulo tendrá la posibilidad de actualizar únicamente la información alfanumérica, debido a que para incluir un nuevo Derecho de Vía será necesario un proceso más elaborado, que tendrá que partir de la creación de los elementos gráficos y esto no se contempla en el módulo de administración.

Este módulo estará en un menú del mismo nombre, al seleccionar éste, el sistema presentará dos opciones.

- Derecho de Vía
- Cruzamientos





Para el caso de Derecho de Vía nos mostrará una pantalla en la que se podrán actualizar los siguientes datos:

- Nombre del Derecho de Vía
- Sector que lo administra
- Kilometraje inicial
- Kilometraje final
- Localidad, municipio y estado donde inicia
- Localidad, municipio y estado donde termina
- Responsable del Derecho de Vía
- Si es compartido con otra subsidiaria de PEMEX
- Ductos alojados

Para el caso de Cruzamientos nos mostrará una pantalla en la que se podrán actualizar los siguientes datos:

- Tipo (río, camino, lago, etc.)
- Nombre (del río, del camino, etc.)
- Descripción

Como parte de la planeación y seguimiento del proyecto, en este caso el Sistema de Información Geográfica para Derechos de Vía, se presenta el siguiente Plan de Trabajo.

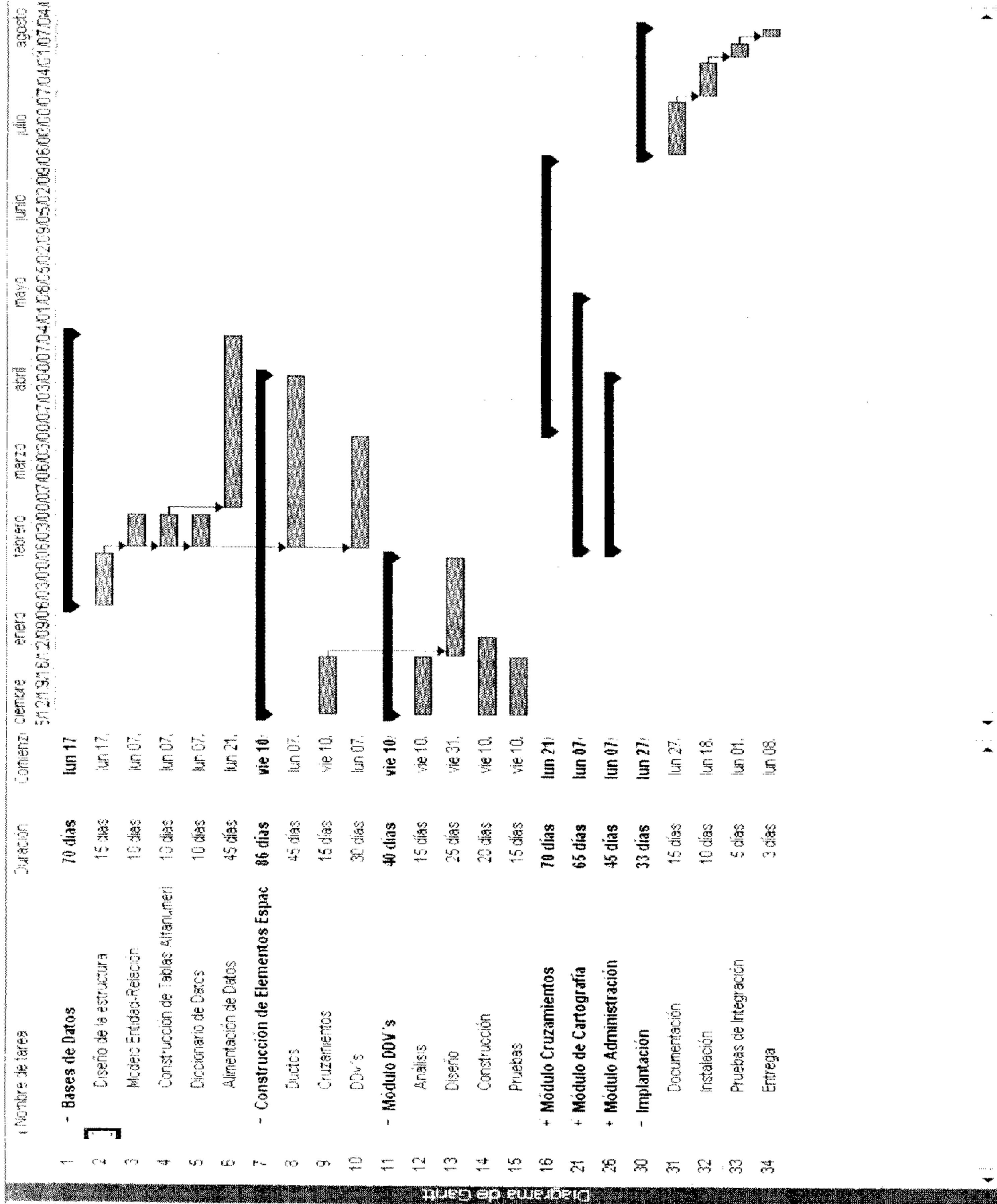


Figura 26. Plan de Trabajo del proyecto

**CAPÍTULO 7. DESARROLLO DE APLICACIONES CLIENTE-SERVIDOR  
DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN INTERNET**



Dentro del diseño del sistema, la plataforma de software a utilizar será la de ESRI, para el manejo de sistemas en Internet, cuenta con un producto denominado ArcIMS (software GIS para distribución de datos y servicios vía Internet), la arquitectura y funcionalidad de ArcIMS permite publicar mapas, datos y metadatos en Internet. El software ha sido diseñado para crear mapas, desarrollar páginas Web que se comunican con servicios de mapas y administrar dichos servicios.

La implementación de un sitio web ArcIMS involucra las siguientes consideraciones:

- Identificar los requerimientos GIS en Internet
- Definir el contenido de los mapas
- Diseño del sitio
- Decidir el nivel de funcionalidad GIS a incluir en el sitio.

### **Identificar los requerimientos GIS en Internet**

Para poder asegurar la implementación exitosa de un sitio ArcIMS se pueden formular una serie de preguntas cuyas respuestas deben de proveer una sólida fundamentación, algunas de estas preguntas son:

- ¿Quién utilizará la aplicación?
- ¿Qué nivel de experiencia tienen los usuarios con la tecnología GIS? ¿Y con los datos?
- ¿Es una aplicación Internet o Intranet?
- ¿Qué datos se requiere manejar?
- ¿Es necesario adquirir datos, en qué formato?
- ¿Qué tipo de recursos hardware/red tienen los usuarios?
- ¿Quién va a dar soporte al sistema?
- ¿Qué funcionalidad debe incluir la aplicación?



Una vez que se ha obtenido la respuesta a estas preguntas, el siguiente paso es iniciar la construcción del sitio, este proceso involucra levantar servicios y diseñar el sitio.

### **Definir el contenido de los mapas**

Levantar los servicios de Mapa es el primer paso en la creación del contenido. Un servicio de imagen o rasgos despliega mapas en Internet. Antes de dar este paso, es necesario determinar el contenido a incluir y el tipo de servicio a crear.

Los requerimientos funcionales de la aplicación influyen el tipo de datos que se requerirán. Las siguientes cuestiones ayudan a definir este punto:

- ¿Cuáles capas serán desplegadas?
- ¿Dónde obtendremos los datos?
- ¿Qué capas serán utilizadas en muchas aplicaciones?
- ¿Qué capas serán utilizadas en aplicaciones especializadas?
- ¿Se requerirá alguna consideración de seguridad en algunas capas?
- ¿En qué extensión debe ser desplegada cada capa?
- ¿Qué colores (semiología) y símbolos debemos utilizar?
- ¿Deben ser mostrados diferentes colores y símbolos a diferentes escalas?

Una aplicación GIS puede contener uno o varios servicios de imagen o rasgos. Esto permite mejorar la organización de la aplicación. La siguiente guía muestra las características de cada tipo de servicio:

Se debe de emplear un servicio de imagen cuando:

- La solución estará basada en HTML.
- Se desea proveer la funcionalidad de visualizar y consultar.
- Las capas de datos se utilicen principalmente como referencia.





Se debe de emplear un servicio de rasgos cuando:

- La solución será basada en Java.
- La aplicación funcione casi completamente del lado del cliente.
- La funcionalidad incluya interacción y análisis de los datos.
- Las capas se utilicen para análisis especializado.

### **Diseño del sitio**

El módulo Designer de ArcIMS le permite elegir un viewer y construir un sitio web de un mapa.

Esta herramienta permite al usuario elegir servicios de imagen y rasgos con la funcionalidad de herramientas GIS.

Las dos tareas principales en el diseño de un sitio son:

- Elegir el visor correcto para la aplicación.
- Definir la funcionalidad GIS del sitio.

Una vez que se han elegido los servicios a utilizar, la siguiente tarea es elegir un visor. El módulo Designer de ArcIMS incluye dos visores HTML y Java, cada uno con sus propias características y ventajas.

Antes de hacer una elección es necesario considerar las siguientes cuestiones:

- ¿Se permitirá el empleo de plug-ins?
- ¿Cuánto procesamiento pueden tolerar las máquinas de los clientes?
- ¿La aplicación requiere interacción significativa del usuario con rasgos?
- ¿Cuáles van a ser las funciones GIS que los usuarios necesitan efectuar (imagen, consultas, extracción, análisis, etc)?



## **HTML Viewer**

El visor HTML es el menos pesado, emplea JavaScript y DHTML para proveer la funcionalidad GIS en sitios web, es compatible con cualquier navegador de Internet.

El visor HTML es el más adecuado cuando:

- Se requiere soportar una gran variedad de navegadores.
- No se desea emplear plug-ins.
- Se desea menos procesamiento del lado del cliente.
- Las funciones son imagen, consulta, extracción.

## **Java Viewer**

El visor Java solamente es compatible con Internet Explorer (el único navegador que soporta la funcionalidad de Java2 plug-in). Requiere descargar la primera vez el software del plug-in en la máquina del usuario.

El visor Java es el más adecuado cuando:

- Se permiten plug-ins
- Las máquinas cliente son lo suficientemente poderosas para manejar procesamiento local.
- La funcionalidad requiere interacción extensiva del usuario y análisis.

## **Decidir el nivel de funcionalidad GIS a incluir en el sitio**

La funcionalidad que el sitio debe proveer está determinada por las necesidades y deseos de los usuarios, las aplicaciones pueden ser simples o sofisticadas dependiendo del procesamiento que requieran las funciones GIS. Los sitios web de mapas pueden ser acondicionados a las necesidades de los usuarios agregando u ocultando herramientas para proveer el nivel de funcionalidad apropiado.



Como conclusión, podemos observar que el procedimiento para un diseño de GIS en Internet es similar a un diseño de GIS tradicional, la única diferencia radica en la implementación de la aplicación, por que los datos son los mismos, al igual que las capas. Por lo que el diseño mostrado en el capítulo 6 aplicará al entorno cliente-servidor, pero la construcción será diferente.

## **CAPÍTULO 8. TALLER DE GEOMÁTICA APLICADA**



El objetivo del taller de geomática fue identificar el campo de aplicación de la Geomática, además de presentar algunos sistemas en los que se obtienen grandes beneficios por aplicar a esta disciplina.

### **Campo de aplicación**

La geomática se puede aplicar en prácticamente cualquier actividad, pero en la actualidad existen muchas disciplinas que se auxilian de ella como son:

- Líneas de transmisión de energía eléctrica
- Procesos de extracción de petróleo
- Redes de suministro de combustibles
- Transportación
- Geografía de negocios
- Transporte aéreo
- Educación
- El agua y sus usos
- Servicios ambientales
- Usos de suelo urbano
- Contaminación atmosférica
- Riesgos y vulnerabilidad
- Riesgo volcánico
- Riesgo sísmico



## **Caso de Riesgo Volcánico**

El primer aspecto es la información necesaria, se requiere la cartografía de referencia, principalmente división política y poblaciones, pues las poblaciones son el principal elemento vulnerable, ya que evitar pérdida de vidas humanas es la prioridad máxima en cualquier análisis de riesgo.

Para esto se requiere conocer la ubicación precisa de las poblaciones y la división política, para la organización en cuanto a las acciones preventivas, pues deben ser tomadas por cada una de las entidades federativas, sin causar obstrucciones u omisiones entre ellas.

Lógicamente el segundo aspecto importante es la ubicación precisa de los sistemas perturbadores, en este caso la ubicación de los volcanes.

El siguiente paso es la estimación de la zona de influencia en caso de ocurrir una erupción volcánica, para identificar las poblaciones afectadas y mantener los semáforos de alerta. En la siguiente figura se observan los actores descritos anteriormente dentro de un Sistema de Información Geográfico.



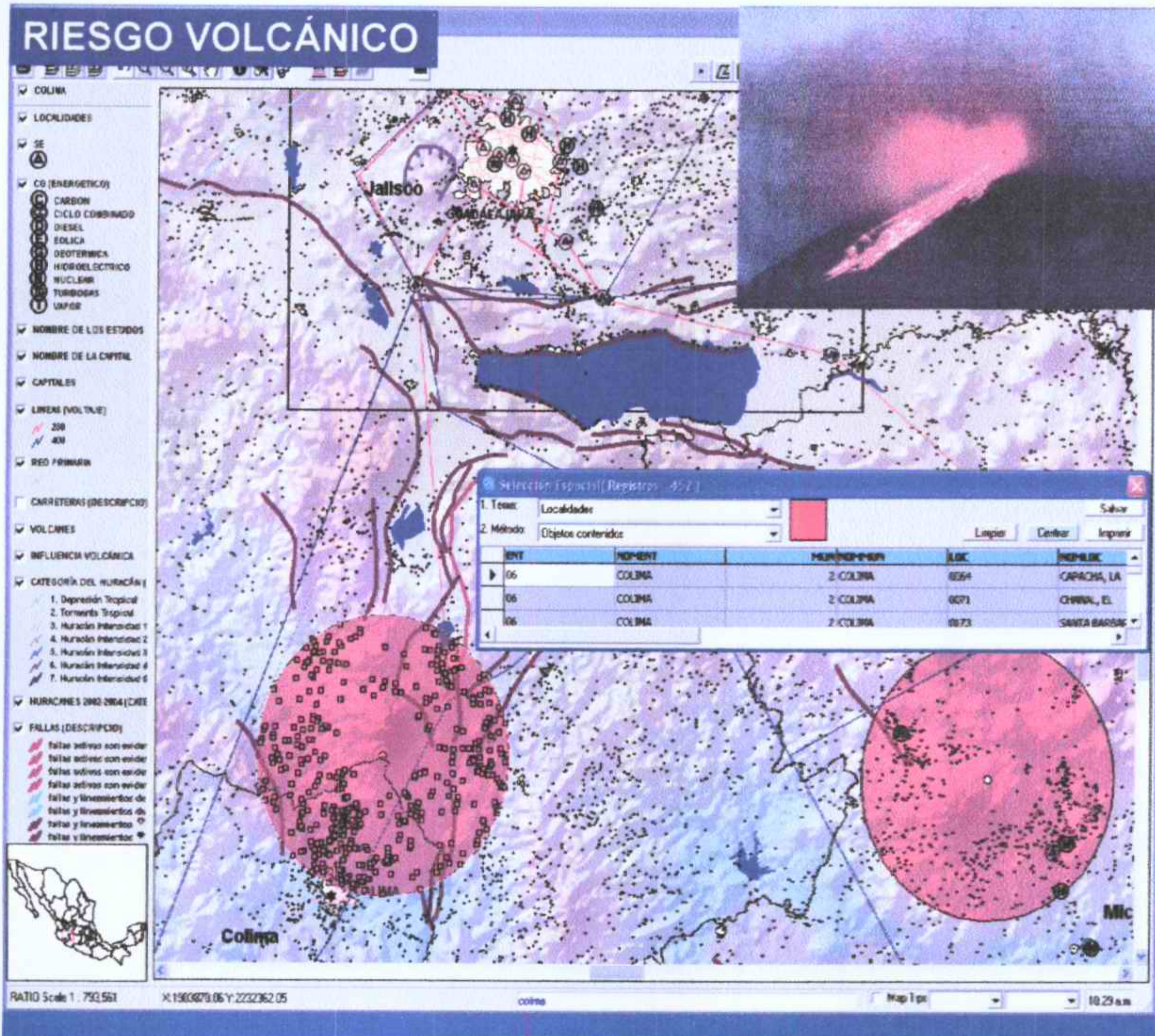


Figura 26. Sistema de Información Geográfico de Riesgo Volcánico



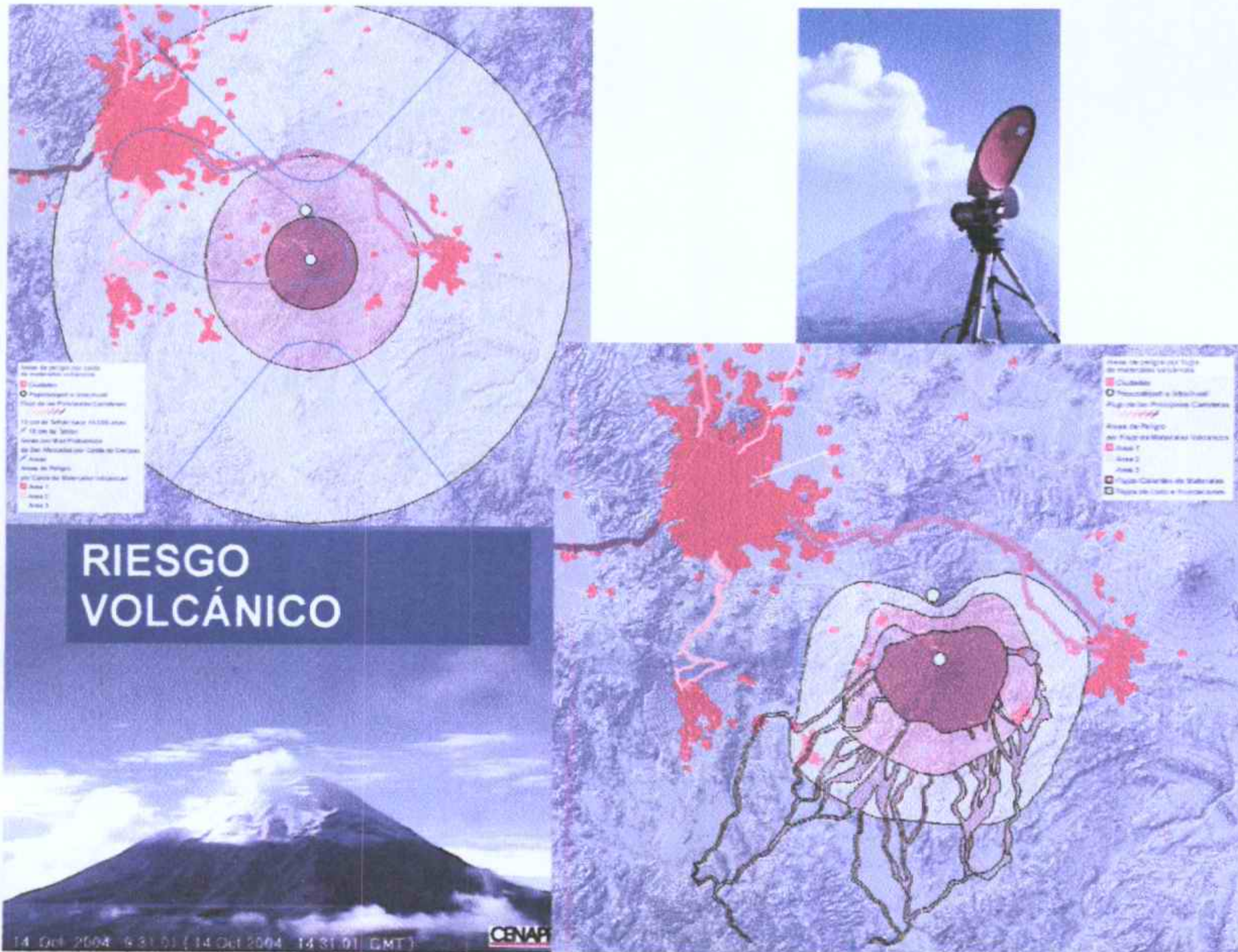


Figura 27. Salidas del Sistema de Información Geográfico de Riesgo Volcánico

El alcance del sistema no se limita simplemente a identificar los elementos del sistema afectable (poblaciones), sino que continúa en cuanto a la generación de planes de contingencia que en primer lugar requiere la identificación de rutas de evacuación, este trabajo se hace mediante un análisis espacial entre las capas de caminos con la de zona de rango de afectación del volcán, y posteriormente con la coordinación de los organismos gubernamentales para dar a conocer dichos planes a la población involucrada, de esta manera en el momento de una contingencia sepan hacia adonde dirigirse, que acciones tomar y si deben contactarse con algún coordinador. A grandes rasgos así es como funciona el Sistema de Información Geográfico de Riesgo Volcánico presentado en este taller.



## **CONCLUSIONES**

El Diplomado en Geomática sirvió para poder homologar los aspectos teóricos y prácticos fundamentales para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, entre los diferentes integrantes del equipo de trabajo de desarrollo de GIS dentro del IMP.

Su aplicación directa en la industria petrolera es un ejemplo más de la inmensa variedad a la que puede aplicarse un GIS (redes de agua potable o gas, rutas de transporte, zonas comerciales, etc.), es más, dentro de esta misma industria tiene sus propias aplicaciones como: red de ductos, identificación geográfica de instalaciones petroleras, herramientas en el análisis del trazo de una nueva ruta de distribución, visualización de zonas de Derechos de Vías con imágenes satelitales y aéreas, entre otras.

Las ventajas que ofrecen este tipo de sistemas son: manejo de elementos espaciales, integración de información alfanumérica a dichos elementos, sobreposición de capas de información, creación de mapas temáticos, vinculación de información en diferentes formatos a cada uno de los elementos espaciales.

El desarrollo de un GIS al igual que cualquier Sistema de Información, requiere de una metodología que defina cada etapa y las actividades que se deben desarrollar.

El modelo creado en un GIS es más cercano a la realidad, puesto que se basa en representaciones visuales, que es la forma natural en que percibe cualquier persona.



El desarrollo de GIS es un área poco explotada en nuestro país, por lo tanto, la visualizo como excelente área de desarrollo profesional.

En lo personal el diplomado me sirvió para fundamentar de cierta manera las actividades profesionales que desempeño en el trabajo, esto es, tener un marco teórico y conceptual de los aspectos que se utilizan para construir los Sistemas de Información Geográfica y para conocer más acerca de esta industria en desarrollo: la Geomática.

Espero que el presente trabajo, sirva como material de apoyo a la comunidad estudiantil de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, teniendo en cuenta que éste es un reporte y que si se quiere profundizar en algún tema en particular, se tendrá que consultar material especializado.

## **BIBLIOGRAFÍA**



- JOLY, F., 1979. LA CARTOGRAFÍA  
(TRAD. J. MORENCOS T.). **EDITORIAL ARIEL, ESPAÑA.**
  
- CHUVIECO, E. (1996). FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL  
3 ED; **RIALP, MADRID, ESPAÑA.**
  
- ELACHI, INTRODUCTION TO PHYSICS AND TECHNIQUES OF REMOTE SENSING  
**JOHN WILEY & SONS. 1987**
  
- JENSEN, J.R. 1996. INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING. A REMOTE SENSING PERSPECTIVE.  
**PRENTICE HALL, 2ND ED. 316P.**