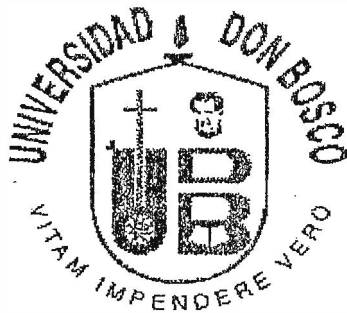


UNIVERSIDAD DON BOSCO



***“ DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA BASE DE DATOS ADMINISTRADA  
POR UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA  
DETERMINACION E IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO ANTE  
DESASTRES NATURALES EN EL SALVADOR ”***

TRABAJO DE GRADUACION  
PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL GRADO DE:  
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION

PRESENTADO POR:  
CLAUDIA LISSETTE CASTRO FAGOAGA



27 DE AGOSTO DE 1998  
SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.



UNIVERSIDAD  
DON BOSCO

RECTOR  
ING. FEDERICO HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL  
PBRO. PEDRO JOSE GARCIA CASTRO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
ING. CARLOS G. BRAN

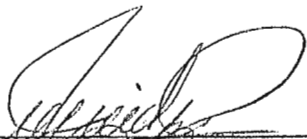
ASESORA DEL TRABAJO DE GRADUACION  
LIC. REINA ELIZABETH DURAN DE ALVARADO

JURADO EXAMINADOR  
LIC. JULIO CESAR MONTES  
ING. FRANKLIN ARTURO MENDEZ

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACION

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

**“ DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA BASE DE DATOS ADMINISTRADA  
POR UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA  
DETERMINACION E IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO ANTE  
DESASTRES NATURALES EN EL SALVADOR ”**



ING. FRANKLIN ARTURO MENDEZ  
JURADO



LIC. JULIO CESAR MONTES  
JURADO



LIC. REINA ELIZABETH DURAN DE ALVARADO  
ASESORA

# **AGRADECIMIENTO**

## **A DIOS TODOPODEROSO**

Por ser el pilar y guía en mi existencia que me ofrece a cada momento su inmenso amor, porque sin su sabiduría y consuelo no hubiese sido posible llegar hasta el final.

## **A LA SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA**

Por ser el modelo de mi vida; por brindarme siempre su amor, bondad y consuelo.

## **A MI FAMILIA Y AMIGOS**

Por el cariño y apoyo que siempre me han brindado. Gracias les doy a mis padres: Atilio y Sonia, por los esfuerzos y sacrificios que han realizado para darme la oportunidad de superarme profesionalmente.

## **A MI NOVIO: JAIME**

Por ser una maravillosa persona; quien me brindó su apoyo incondicional, comprensión, paciencia y amor. Por ser parte de mí en los buenos y malos momentos; personas como tú valen mucho y por eso TE AMO.

## **A MIS ABUELITOS: HERIBERTO Y ELIA**

Por ser dos personas especiales en mi vida, las cuales siempre me apoyaron y me dieron su cariño. Desde el cielo se que los dos ven mi triunfo y aunque ya no están acá para compartirlo estoy segura que están contentos con mi logro. El cariño y recuerdo siempre estará presente, porque personas que se quieren mucho nunca se olvidan.

**A LOS SEÑORES DEL COMITE DE EMERGENCIA NACIONAL:**

**LIC. ORLANDO TEJADA CASTILLO Y AL SR. CHINCHILLA**

Por la colaboración que me brindaron al proporcionarme la información para la realización de la tesis.

**A EL SEÑOR DE LA UNIDAD DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:**

**RIGOBERTO RODRÍGUEZ**

Por su amistad y su ayuda incondicional para comprender aspectos de los Sistemas de Información Geográfica.

**A LA ASESORA: LIC. REINA DURAN DE ALVARADO**

Por la ayuda que me brindo en la realización del trabajo.

# ÍNDICE

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

## CAPITULO 1.

MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Conceptos fundamentales de Sistemas de Información Geográfica.....	6
1.1.1 Definiciones de Sistemas de Información Geográfica.....	6
1.1.1.1 Los datos geográficos y su representación digital.....	7
1.1.1.2 Submódulos de captura de datos.....	15
1.1.1.3 El modelo de datos vectorial.....	15
a) Estructura “Lista de coordenadas” de IDRISI.....	16
b) Estructura “Arco nodo” de PC ARC/INFO.....	17
1.1.1.4 El modelo de datos raster.....	17
a) Estructura “Descripción exhaustiva”.....	18
b) Estructura “Run-length”.....	19
1.1.1.5 Topología y tolerancias.....	19

1.1.1.6 Tipos de programas informáticos para el tratamiento de los datos geográficos.....	20
1.1.1.7 Digitalización.....	20
1.1.1.7.1 Tipos de digitalización.....	21
1.1.1.7.2 Elementos a digitar.....	22
1.1.2 Análisis espacial: superposiciones y áreas de influencia.....	24
1.1.2.1 Coberturas.....	24
1.1.2.2 Superposición de coberturas.....	27
1.1.2.2.1 Según el tipo de elemento.....	27
1.1.2.2.2 Según el tipo de operación.....	30
1.1.2.3 Cartografía tradicional y digital.....	31
1.2 Conceptos fundamentales sobre desastres naturales.....	31
1.2.1 Identificación y clasificación de riesgos.....	31
1.2.2 Clasificación de los desastres.....	32
1.2.2.1 Naturales.....	33
1.2.2.2 Producidos por el ser humano.....	33
1.2.3 Desastres naturales de origen meteorológico.....	33
1.2.3.1 Inundaciones.....	34
1.2.4 Desastres naturales de origen telúrico y tectónico.....	34
1.2.4.1 Actividad sísmica.....	34
1.2.4.2 Actividad vulcanológica.....	36
1.2.5 Desastres naturales de origen topológico.....	36

1.2.5.1 Derrumbes y deslizamientos de tierra.....	36
1.2.6 Clasificación de zonas.....	37

## **CAPITULO 2.**

<b>ANTECEDENTES DEL TEMA.....</b>	<b>39</b>
-----------------------------------	-----------

## **CAPITULO 3.**

<b>SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>46</b>
------------------------------	-----------

## **CAPITULO 4.**

<b>IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>54</b>
--	-----------

## **CAPITULO 5.**

<b>PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>58</b>
--	-----------

5.1 Alcances.....	60
-------------------	----

5.2 Limitaciones.....	60
-----------------------	----

## **CAPITULO 6.**

<b>FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....</b>	<b>63</b>
--------------------------------------	-----------

6.1 Objetivo General.....	63
---------------------------	----

6.2 Objetivos Específicos.....	63
--------------------------------	----

## **CAPITULO 7.**

<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	66
7.1 Método del ciclo de vida para el desarrollo de sistemas .....	66
7.2 Método del desarrollo del análisis estructurado .....	70

## **CAPITULO 8.**

<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b> .....	72
8.1 Programas del Sistema de Información Geográfica.....	78
8.1.1 Programa IDRISI.....	78
8.1.2 Programa PC ARC/INFO.....	79
8.1.3 Programa ArcCAD .....	82
8.1.4 Programa ATLAS.....	84
8.1.5 Programa ArcView .....	84
8.1.6 Programa MapObjects .....	85
8.1.7 Programa MAPLEX.....	86
8.1.8 Programa WinGIS .....	86
8.1.9 Programa WinMap .....	87
8.1.10 Programa BusinessMAP PRO .....	88
8.1.11 Programa Data automation Kit .....	88
8.1.12 Equipo de bases de datos espacial (SDE) .....	89
8.1.12.1 Sistema manejador de base de datos (DBMS) .....	91

## **CAPITULO 9.**

<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA.....</b>	<b>93</b>
----------------------------------	-----------

## **CAPITULO 10.**

<b>DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....</b>	<b>98</b>
--	-----------

10.1 Estructuras de las tablas a nivel de cantones.....	104
10.1.1. Estructura de la tabla: depto .....	104
10.1.2. Estructura de la tabla: munic.....	105
10.1.3. Estructura de la tabla: cantón.....	106
10.1.4. Estructura de la tabla: desastre.....	109
10.1.5. Estructura de la tabla: Z-desast.....	110
10.1.6. Estructura de la tabla: regiones-desastre.....	112
10.1.7. Estructura de la tabla: socorro.....	113
10.1.8. Estructura de la tabla: organism.....	114
10.1.9. Estructura de la tabla: Z-cultiv .....	116
10.1.10 Estructura de la tabla: reg-cultiv .....	117
10.1.11 Estructura de la tabla: cultivos .....	118
10.1.12 Estructura de la tabla: coordena .....	119

## **CAPITULO 11.**

<b>APLICACIÓN DEL PROGRAMA ARC/INFO Y ARC VIEW.....</b>	<b>12</b>
---	-----------

11.1 Ficheros más comunes dentro de una cobertura.....	12
--	----

**CAPITULO 12.**

**MANUAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA BASE DE DATOS .....126**

- 12.1 Requerimientos del sistema..... 127
- 12.2 Instalación e ingreso al sistema de mantenimiento ..... 12
- 12.3 Esquema general del sistema de mantenimiento ..... 13
  - 12.3.1 Mantenimiento de tablas..... 13:
    - 12.3.1.1 Tablas de datos de zonas de riesgo ..... 13
    - 12.3.1.2 Tablas de Instituciones de socorro ..... 13
    - 12.3.1.3 Tablas de zonas cultivadas ..... 13
  - 12.3.2 Reportes generales..... 13
  - 12.3.3 Utilitarios ..... 13
  - 12.3.4 Seguridad ..... 13
- 12.4 Diseño de entradas y salidas del sistema ..... 1:
  - 12.4.1 Entradas del sistema ..... 13
  - 12.4.2 Salidas del sistema ..... 1.
- 12.5 Menú utilitarios ..... 1
- 12.6 Menú de seguridad..... 1
- 12.7 Niveles de acceso al sistema ..... 1
- 12.8 Descripción del menú y opciones del sistema ..... 1.

**CAPITULO 13.**

**CREACIÓN DE MAPAS ..... 14**

## **CAPITULO 14.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....15**

14.1 Conclusiones.....15

14.2 Recomendaciones.....15

## **ANEXOS**

Anexo 1: Identificación de los volcanes activos ocurridos en El Salvador.....15

Anexo 2: Clasificación de zonas según el tipo de desastre natural.....15

Anexo 3: Datos históricos de los desastres naturales ocurridos en El Salvador  
y sus consecuencias.....15

Anexo 4: Entrevista.....15

Anexo 5: Conceptos básicos de base de datos.....15

Anexo 6: Métodos utilizados en el desarrollo del proyecto .....15

Anexo 7: Mapa de riesgos de El Salvador.....15

Anexo 8: Guía auxiliar para la creación de mapas en el programa ArcView.....15

Anexo 9: Formatos de algunos de los reportes generales que genera  
el sistema de mantenimiento .....15

**Glosario.....15**

**Bibliografía.....15**

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN.

Las zonas de riesgo son aquellas zonas en las que la población se ve afectada constantemente, tanto personal como materialmente cuando ocurren fenómenos naturales. Para que ésta clase de manifestación se catalogue como un desastre debe darse la conjugación de dos factores básicos, los cuales son el evento natural y cierto grado de vulnerabilidad en la sociedad donde impacta dicho fenómeno; la conjunción de estos factores determina las dimensiones de los desastre.

Según estudios realizados por diversas instituciones como el Centro de Investigaciones Geotécnicas y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en El Salvador existe una gran persistencia de eventos desastrosos que producen considerables pérdidas económicas y sociales.

El propósito del presente trabajo consistió en realizar el diseño e implementación de una base de datos, la cual contiene información sobre las zonas que son consideradas de riesgo cuando ocurren desastres naturales en El Salvador; la cual fue una herramienta administrada por los Sistema de Información Geográfica (SIG). Dicha base de datos se proporcionó a la Unidad de Información Geográfica de la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA) para que la ponga al servicio de las diversas instituciones que se encargan de velar por la seguridad y salud de los salvadoreños, de esta manera se beneficiará a la población salvadoreña disminuyendo las consecuencias tanto personales como sociales que pueden ser ocurridas a causa de un desastre natural. Esto se debe a que el SIG mediante

sus diversos programas permite realizar consultas a las bases de datos y obtener respuesta a la información que se desee solicitar.

En el documento se presenta un manual del sistema de mantenimiento que se realizó, con el propósito de utilizarlo como una herramienta para el mantenimiento de la base de datos implementada en un Sistema de Información Geográfica; además, se presenta una guía auxiliar para la creación y enlaces de futuras bases de datos aplicando los SIG.

El estudio ha sido estructurado en 14 capítulos que se detallan a continuación:

El primer capítulo del presente trabajo comprende las ideas principales de los conceptos que involucra el estudio, como son los Sistemas de Información Geográfica y los desastres naturales producidos en El Salvador.

En el segundo capítulo se presentan los antecedentes del tema, en el cual se hace un breve relato de como ha evolucionado la nueva tecnología de los SIG; así mismo se relatan algunos de los diferentes tipos de desastres naturales que se utilizaron para la investigación, los cuales han ocurridos en nuestro país.

Luego, se describe en el tercer capítulo la situación actual en que se encuentran los Sistemas de Información Geográfica a nivel internacional y a nivel nacional.

El siguiente capítulo trata sobre la importancia que tiene el trabajo desarrollado, así como también se justifica el porque de su realización.

En el quinto capítulo se describe el planteamiento del proyecto, en el cual se relata lo que se realizó a lo largo del trabajo y que beneficios se obtuvieron; además se exponen los alcances y las limitantes.

Se presenta en el siguiente capítulo los objetivos que se persiguieron a lo largo del proyecto, así como en el séptimo capítulo se describe la metodología que se utilizó.

En el octavo capítulo se encuentran algunos de los diferentes programas que son utilizados por los Sistema de Información Geográfica. El noveno capítulo consiste en el análisis que se ha desarrollado de todos los pasos que fueron necesarios realizar para la elaboración de un mapa de riesgos, el cual fue desarrollado en un Sistema de Información Geográfica.

El décimo capítulo comprende el diseño de las bases de datos, para lo cual se utilizó el modelo de datos entidad-relación; además en el capítulo décimo primero se encuentra aplicado el desarrollo de éste trabajo en los programas ARC/INFO y ARC VIEW. Así mismo, se encuentra en el siguiente capítulo el manual del sistema de mantenimiento que se realizó.

Luego se presenta en el capítulo décimo tercero, la guía para la creación de mapas aplicando los Sistemas de Información Geográfica. Finalmente en los siguientes capítulos se encuentran las conclusiones y recomendaciones que se tienen respecto a este documento; así como también se presentan los anexos, glosario y bibliografía.

**CAPITULO 1**  
**MARCO TEÓRICO**

# CAPITULO 1.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Conceptos fundamentales de Sistemas de Información Geográfica.

#### 1.1.1 Definición de Sistemas de Información Geográfica.

Un Sistema de Información Geográfica es un sistema de computación capaz de almacenar y utilizar datos que describen lugares específicos de nuestro mundo, es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión [1].

A lo largo del tiempo se ha generalizado el uso de este término, para denominar una forma particular de un sistema de información que además de incluir en sus componentes las bases de datos tradicionales (información tabular o descriptiva), incluye también las bases de datos geográficas o espaciales (información georreferenciada). De acuerdo con esto, se puede definir un Sistema de Información Geográfico como un “conjunto interactivo de subsistemas orientados hacia la organización de la información georreferenciada con el fin de suministrar elementos de juicio para apoyar la toma de decisiones” [2]

---

[1] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap. 1, pág. 3.

[2] Dirección General de Economía Agropecuaria, **Seminario sobre SIG y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias**, Febrero de 1995, pág. 2.

De hecho, los sistemas de información geográfica son el paso más importante desde la invención de los gráficos, particularmente los mapas en cuanto a la utilización de los datos espaciales, los cuales, son un tipo de formato utilizados para presentar información geográfica.

En muchos Sistemas de Información Geográfica, principalmente en los de tipo vectorial, los aspectos temáticos se almacenan digitalmente en una base de datos separada, la cual contiene la descripción de la representación gráfica de los elementos geográficos [3].

El poder de un SIG no radica solamente en el almacenamiento de grandes volúmenes de información, sino en la posibilidad de generar nueva información con la base de datos ya existente por medio de análisis repetitivos, que manualmente sería imposible llevar a cabo.

#### **1.1.1.1 Los Datos geográficos y su representación digital.**

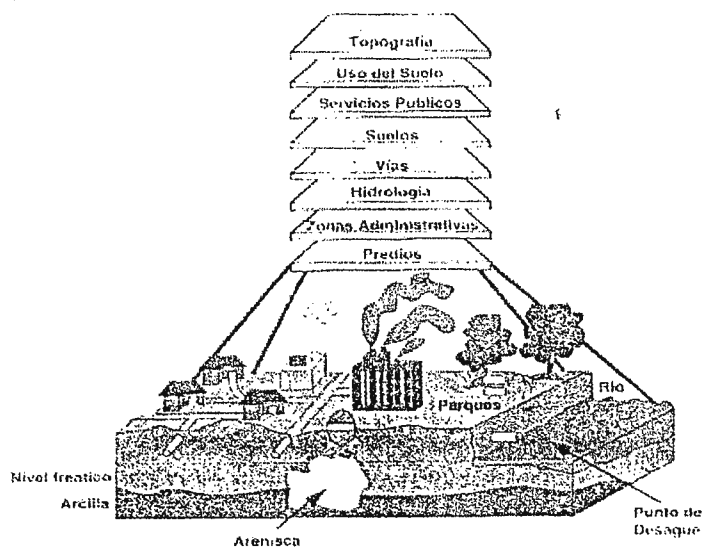
Para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, el primer paso consiste en representar de una manera digital la información geográfica, para lo cual dos cosas son fundamentales en el proceso de esquematizar la realidad para convertirla en el modelo representado en la base de datos. La primera de ellas es la manera en que se concibe el mundo real y la otra consiste en la forma como sintetizar los diversos componentes de un dato geográfico.

La manera de concebir el mundo se presenta en una visión que se puede denominar de “estratos o “capas”.

---

[3] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap. 2, pág. 15.

De acuerdo a esto el mundo está compuesto de infinitos lugares cuya localización se puede medir con cualquier grado de precisión espacial a través de un sistema de coordenadas [4]. (Ver figura 1)



**Figura 1: El mundo real puede ser representado como un conjunto de estratos temáticos**

---

[4] Idem cap.1, pág.5

La geografía de ese mundo se organiza en distintas variables temáticas, cuyos valores se pueden estimar en cualquier lugar. Cada variable es un estrato (capa) de la base de datos y en cada estrato los datos tienen los mismos componentes conceptuales [5].

En un dato geográfico se pueden diferenciar dos aspectos conceptuales: el espacial (geometría más topología) y el temático. En forma específica, los componentes de un dato geográfico son:[6]

- Espacial: La información espacial incluye localización, forma y relación entre objetos.
  - Geometría: posición absoluta de cada objeto respecto a unos ejes de coordenadas (X/Y).
  - Topología: relaciones entre los objetos
  
- Temático: Variables ligadas a cada objeto.

A continuación se presenta como los datos espaciales se puede representar en formato raster o en formato vectorial.

---

[5] Idem

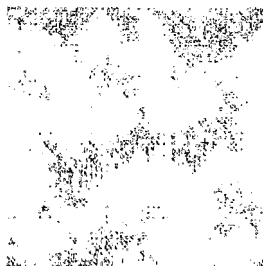
[6] Idem cap. 1, pág.6

	<b>FORMATO RASTER</b>	<b>FORMATO VECTORIAL</b>
Estructura de los datos	Sencilla, por medio de filas y columnas de celdas de tamaño uniforme.	Por medio de puntos, líneas y polígonos con sus respectivas relaciones topológicas.
Origen	Costado inferior izquierdo	Costado inferior izquierdo
Coordenadas	Archiva las coordenadas reales del origen y calcula las demás en forma dinámica.	Archiva las coordenadas reales de todas las entidades representadas.
Resolución	Depende del tamaño de la celda	Depende del método de digitalización y la calidad de los datos de la fuente.
Atributos Descriptivos	Cada celda recibe un valor dentro de la matriz.	Cada entidad recibe un identificador único que permite su asociación con otros datos.
Relaciones Topológicas	Definición compleja	Definición sencilla
Áreas de Aplicación	Información continua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altitud</li> <li>• Suelos</li> <li>• Temperatura</li> </ul>	Información Discreta <ul style="list-style-type: none"> <li>• Predios</li> <li>• Límites Políticos-Administrativos</li> <li>• Postes o redes eléctricas</li> </ul>

**Tabla 1.** Representación de los datos espaciales.

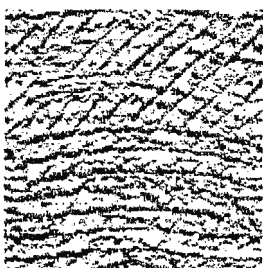
En los datos espaciales se distinguen cuatro formas diferentes:

- Puntos: Consisten en un par de coordenadas. Ejemplos de ellos son: postes de luz, pozos, nodos. (Ver figura 2)



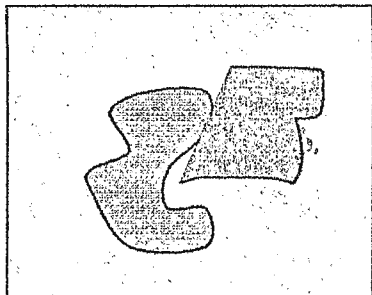
*Figura 2: Puntos*

- Líneas: Varios pares de coordenadas con longitud, sin área. Ejemplos de ellos son: vías, ríos. (Ver figura 3)



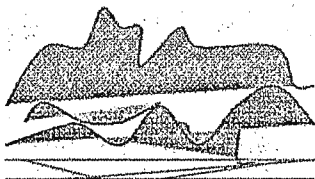
*Figura 3: Líneas*

- Áreas (polígonos): Consisten en varios pares de coordenadas. Ejemplos de ellos son: predios, lagos, suelos. (Ver figura 4)



*Figura 4: Áreas*

- Superficies: Áreas con coordenadas z que contienen longitud y elevación. Ejemplos de ellos son: pendientes, perfiles. (Ver figura 5)

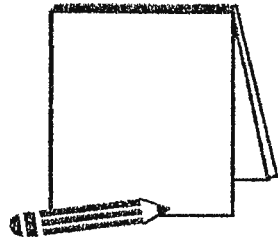


*Figura 5: Superficies*

En los datos temáticos o descriptivos se distinguen cuatro formas diferentes:

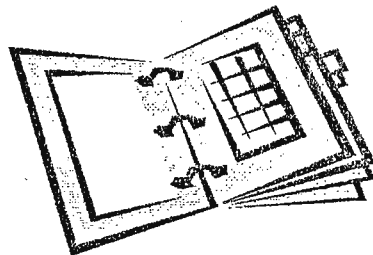
- Formas y listados: Consisten en palabras, números. Ejemplos: permisos, patentes.

(Ver figura 6)



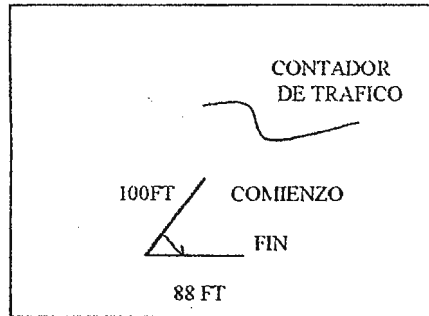
*Figura 6: Formas y listados*

- Informes: Información textual y gráfica. Ejemplos de ellos son: Descripciones legales, servidumbres. (Ver figura 7)



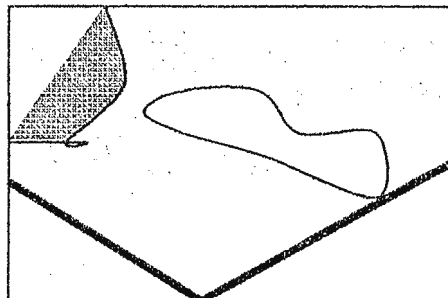
*Figura 7: Informes*

- **Conteos y mediciones:** Consisten en números, ángulos. Ejemplos de ellos son : conteos de tráfico, inventarios. (Ver figura 8)



*Figura 8: Conteos y mediciones*

- **Anotaciones:** Información textual y símbolos. Ejemplos: cartografía o esquemas de ingeniería. (Ver figura 9)



*Figura 9: Anotaciones*

### 1.1.1.2 Submódulos de captura de datos.

Controla los procedimientos de ingreso de la información Espacial y Descriptiva. Es necesario seleccionar la metodología más apropiada y los periféricos necesarios, tales como mesas digitalizadoras, teclado, scanner, imágenes de satélites o archivos magnéticos externos.

En términos generales se puede considerar dos tipos de presentaciones o formatos en los que se pueden tener la información geográfica: vectorial y celular o raster. [7]

### 1.1.1.3 El modelo de datos vectorial.

Representa la información por medio de pares ordenados de coordenadas, para formar así las entidades gráficas que son: puntos (un solo par de coordenadas), polígonos (una serie de líneas) y áreas (un polígono cerrado). A cada una de las entidades se le puede asociar atributos alfanuméricos, siendo esta característica su principal ventaja con respecto al modelo raster.

La representación de este modelo es la siguiente: (Ver figura 10)

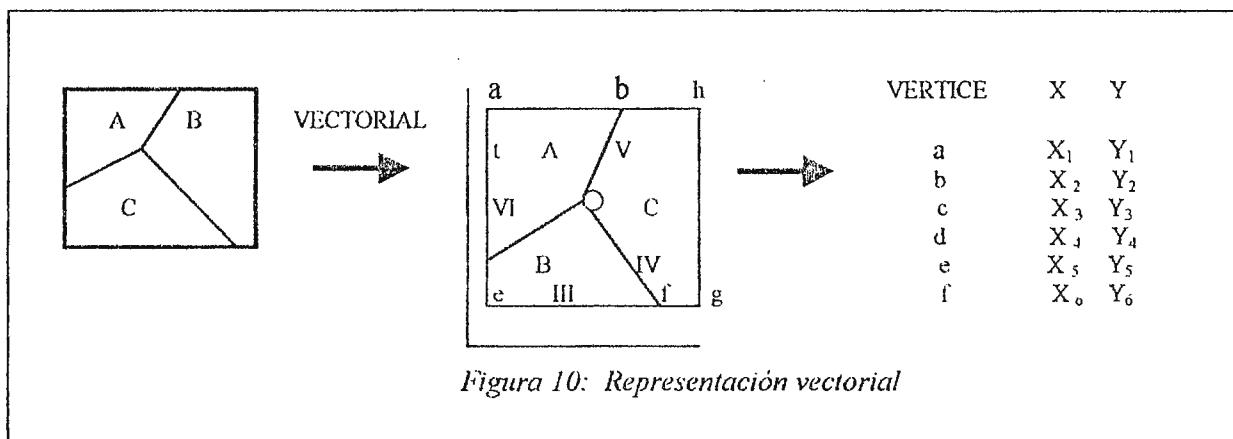


Figura 10: Representación vectorial

[7] Dirección General de Economía Agropecuaria; Seminario sobre SIG y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias; Febrero de 1995; pág. 3

Los medios típicos de captura de datos vectoriales son las mesas digitalizadoras, convertidores de formato raster a formato vectorial y sistemas de Geoposicionamiento Global -GPS- (instrumento que reportan la posición geográfica basados en información de satélite).[8]

Dentro del mismo enfoque vectorial existen dos formas distintas de organizar y/o estructurar los datos: a) en lista de coordenadas y b) en organización arco/nodo. [9]

a) *Estructura “lista de coordenadas” de IDRISI*: En este caso, el modelo vectorial es más simple pero también menos potente y capaz; en realidad esta forma del modelo de datos vectorial es especialmente adecuada para la representación cartográfica, pero no lo es tanto para el análisis espacial. Consiste en representar los objetos geográficos puntuales por un par de coordenadas y un identificador unívoco para cada uno de ellos. Los objetos lineales aparecerán representados por una serie de pares de coordenadas, las suficientes para aproximar mediante segmentos lineales, el recorrido de la línea reproducida.

Igualmente se emplea un identificador para nombrar de manera específica cada una de las líneas existentes. Los objetos poligonales se representan de manera similar a las líneas, con la diferencia de que los segmentos lineales se cierran y delimitan una superficie.

De este modo, en una serie de ficheros uno al menos para cada tipo de objetos geográficos (puntos, líneas y polígonos), se representa digitalmente los aspectos geométricos y espacial de los objetos geográficos.[10]

---

[8] Idem pág. 4.

[9] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap. 1, pág. 8.

[10] Idem

b) *La estructura “arco-nodo” de PC ARC/INFO:* En este caso la descripción digital de los aspectos espaciales de los objetos geográficos es más compleja. Esta estructura, añade a la exacta posición geométrica de la fronteras de los objetos geográficos alguna información sobre las relaciones de proximidad y contigüidad existentes entre los diversos objetos representados (la llamada topología que completa a la simple geometría recogida por las coordenadas). Para conseguir esto, se establecen dos tipos de vértices en la descripción de las fronteras: los vértices propiamente dichos y los nodos, estos últimos son aquellos donde se unen tres o más líneas, las cuales forman los llamados arcos. Un arco es un conjunto de segmentos rectos orientados (con origen en un nodo concreto y destino a otro nodo) que poseen la misma topología en este caso medida simplemente por tener, todos ellos, a la izquierda y a la derecha siempre los mismos polígonos.[11]

#### **1.1.1.4 El modelo de datos raster.**

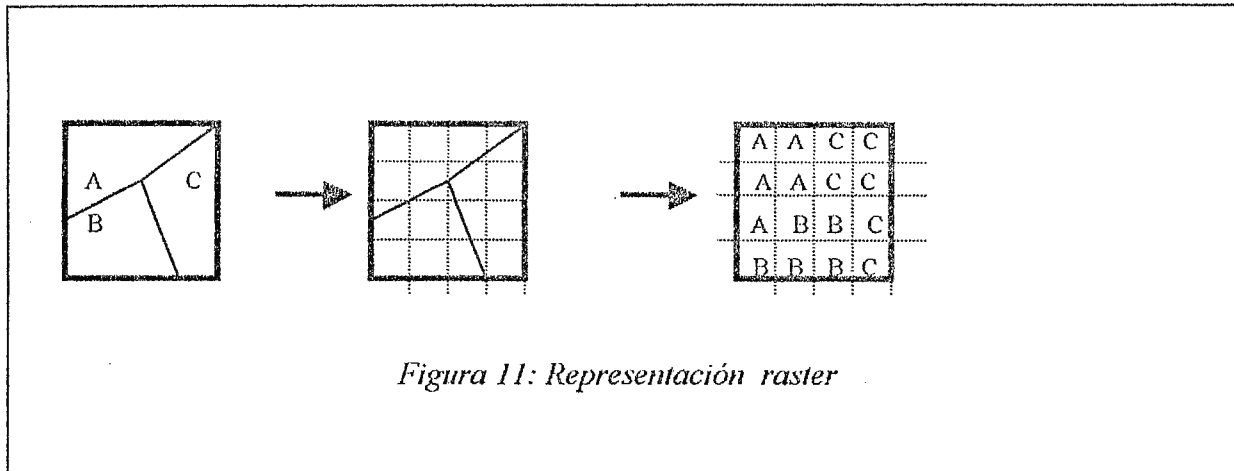
El modelo de datos raster representa de una manera digital la información espacial de un modo diferente y, en cierto modo, complementario al anterior. En esta estructura lo que se codifica en el ordenador es el contenido de los objetos geográficos, en lugar de sus límites exteriores. Para ello, el procedimiento consiste en superponer al mapa a representar una rejilla formada de unidades regulares, normalmente cuadrados o rectángulos, con lo cual el espacio geográfico queda particionado en forma sencilla y regular, y por ello fácil de representar. A continuación se trata de determinar qué objeto geográfico/valor temático existe en cada una de

---

[11] Idem cap.1, pág. 10

las unidades de la rejilla, y estos valores son almacenados en el ordenador de manera secuencial, conservando así su posición relativa, que representa la posición geográfica.

La representación de este modelo es el siguiente: (Ver figura 11)



*Figura 11: Representación raster*

Los medios típicos de captura de este tipo de información son: scanner, imágenes de satélite, fotografía aéreas y cámaras de vídeo. [12]

Dentro del mismo enfoque raster existen dos formas distintas de organizar y/o estructurarlos datos:

- a) **Estructura “descripción exhaustiva”**: en esta manera, la representación raster utiliza un número o valor para cada elemento de la rejilla (también denominada píxel), lo que la convierte en una estructura detallada y por lo tanto más complicada de manejar y de guardar en el ordenador.[13]

---

[12] Idem cap.1,pág.11

[13] Idem

b) **Estructura “run-length”**: en esta estructura se aprovecha la circunstancia usual de muchas situaciones geográficas de la repetición de los mismos valores en pixeles contiguos. Por ello, basta con indicar, para cada fila de la rejilla el valor temático que aparece y la columna final hasta la cual este valor se repite (en el caso del valor final de cada fila se sobreentiende que se repite hasta el número final de columnas que es conocido).[14]

#### 1.1.1.5 Topología y tolerancia.

La topología puede ser definida como el procedimiento a través del cual los elementos geográficos son relacionadas en un conjunto. Una vez que las diferentes coberturas de la base de datos han sido digitalizadas y corregidas, el siguiente paso consistirá en generar la topología. Es mediante la creación de la topología como se asumen relaciones espaciales o de posición dentro de la cobertura. Por último, es necesario hacer referencia a otro concepto fundamental, las tolerancias, las cuales son pequeñas distancias, márgenes de maniobra en los que se pueden realizar ciertas operaciones sobre la base de datos espacial.[15]

Dentro de la tolerancia se encuentran los siguientes tipos: el primer tipo se denomina fuzzy tolerance, el cual es la distancia mínima que separa todas las coordenadas en una cobertura. El segundo tipo es la llamada dangle length o longitud mínima permitida para los arcos colgantes dentro de una cobertura. Un arco colgante es aquel que tiene el mismo

---

[14] Idem cap.1, pág.12

[15] Idem cap.3, pág.37

polígono a la derecha e izquierda; es decir, aquel que sobrepasa el arco con el que debería conectar. [16]

Un tercer tipo es la denominada node match tolerance, se usa para forzar a los nodos que aparecen dentro de esa distancia a ser coincidentes. [17]

#### **1.1.1.6 Tipos de programas informáticos para el tratamiento de los datos geográficos.**

Se pueden diferenciar dos familias de programas relacionadas con la existencia de dos grandes modelos de datos bastante diferentes, aunque interconectados (el formato raster y vectorial). Estos dos programas son: IDRISI y PC ARC/INFO. Cada uno de ellos suele contener la posibilidad de incorporar datos del otro formato, normalmente convirtiéndolos a su formato fundamental. ( Ver capítulo 8: Análisis de programas de Sistemas de Información Geográfica).

#### **1.1.1.7 Digitalización**

La creación de una base de datos para un GIS necesariamente tiene que pasar por la etapa de digitalización de mapas o llamado también conversión de mapas en formato análogo a formato digital. Para la digitalización vectorial se usan mesas digitalizadoras y luego se transforma a la forma raster (si es necesario). Entre los programas de digitalización están: ROOTS, CAPTURE, AUTOCAD, ARC/INFO, ERDAS y TOSCA. [18]

---

[16] Idem cap.3, pág.38

[17] Idem cap.3, pág.40

[18] Velázquez, Sergio; **Curso de Sistemas de Información Geográfica**; Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza; Febrero 1994; pág. 40

### 1.1.1.7.1 Tipos de digitalización

1. **Manual o introducción de las coordenadas a través de la tableta digitalizadora**, el cual es el más empleado para la generación de mapas en formato vectorial. Un digitalizador o tableta digitalizadora es un periférico electrónico o electromagnético consistente en una tableta, sobre la cual el mapa puede ser colocado, además permite la digitalización de coordenadas. Existen diferentes opciones: [19]

- **Punto a punto:** se introducen a través del cursor de la tableta los puntos más significativos del elemento a digitalizar.
- **Modo stream:** consistente en repasar con el cursor de la tableta las líneas a digitalizar sin necesidad de introducir manualmente los puntos sobre los que se desea que aparezcan vértices. Básicamente existen tres modalidades de digitalización stream:
  - ◆ **DISTANCIA:** el ordenador registra un punto cada vez que el cursor de la tableta ha recorrido una determinada distancia. Presenta el problema de la reiteración de información en el caso de digitalizar las líneas rectas.
  - ◆ **TIEMPO:** El ordenador registra un punto por cada período de tiempo transcurrido definido previamente. Presenta el problema del exceso o defecto de información en función de la velocidad del digitalizador.

---

[19] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap.4, pág.44.

- ♦ **ALGORITMO:** A través de un algoritmo, el ordenador registra puntos en función de la sinuosidad de la línea digitalizada. Así, en las líneas rectas no almacena puntos, mientras, que en las curvas sí.

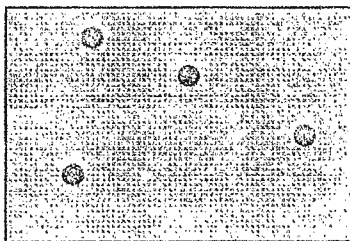
2. **Introducción de coordenadas**, en el cual el único medio para digitalizar consiste en introducir a través del teclado la lista de coordenadas de los puntos que componen los elementos del mapa.

3. **Automático**, el cual se desarrolla por medio de un scanner o barredor óptico, presentando la ventaja de ser rápido pero el documento generado ha de ser retocado, ya que no se trata de un mapa, sino de un fichero en donde el usuario debe generar las relaciones topológicas entre elementos.

#### 1.1.1.7.2 Elementos a digitalizar.

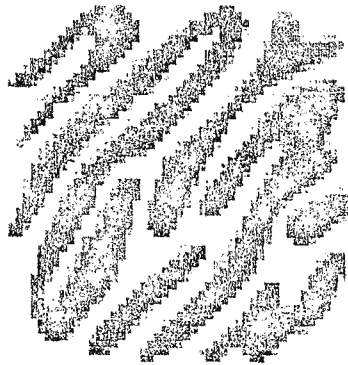
Los elementos a digitalizar pueden ser:

- \* **Puntuales:** Descritos por un par de coordenadas. Su tamaño es siempre el mismo. No contienen valor de superficie ni de longitud. (Ver figura 12)



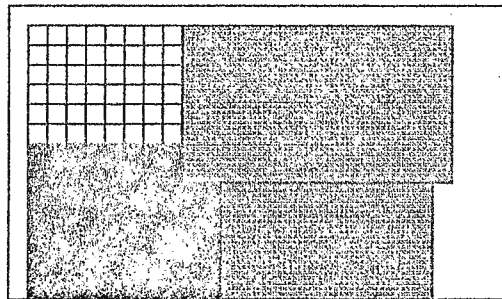
*Figura 12: Puntos*

- \* **Lineales:** De longitud variable. Están definidos por la sucesión de puntos que los componen. Contienen valor de longitud, pero no de superficie. (Ver figura 13)



*Figura 13: Líneas*

- \* **Superficiales:** Definidos por las líneas que los delimitan. Contienen valor de superficie. (Ver figura 14)



*Figura 14: Polígonos.*

### 1.1.2 Análisis espacial: Superposiciones y áreas de influencia.

El núcleo esencial del análisis espacial está formado por el análisis simultáneo de una característica temática y del componente espacial de los objetos geográficos, de esta manera el análisis espacial constituye una de las principales capacidades para las que los GIS han sido diseñados. Una vez que las capas de información han sido creadas, se procede al análisis espacial. Dicho análisis se efectúa sobre una de las capas temáticas, a través de algún tipo de operación de generación de áreas de influencia, o sobre dos de ellas, a través de una operación de superposición.[20]

El análisis espacial incluye las funciones que realicen cálculos sobre las entidades gráficas. Va desde operaciones sencillas como longitud de una línea, perímetros, áreas y volúmenes, hasta operaciones complejas como análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales de terreno. Los diferentes tipos de análisis que un SIG debe realizar son: contigüidad, coincidencia y conectividad.[21]

#### 1.1.2.1 Coberturas.

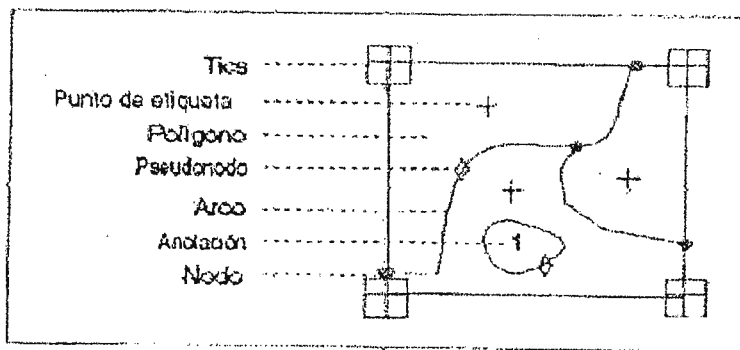
Se denomina cobertura a un conjunto de hechos geográficos ligados mediante una topología específica (de polígonos, líneas o puntos) y cuyos atributos son almacenados en una base de datos asociada. Aparecen así coberturas de polígonos, coberturas de líneas o de puntos. Al margen de la definición técnica, se podría identificar cobertura con capa temática,

---

[20] Idem cap.8, pág.111

[21] Dirección General de Economía Agropecuaria, Seminario sobre SIG y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias; Febrero de 1995; pág.7.

de forma que los diferentes hechos geográficos del área estudiada aparezcan con la mayor desagregación posible en las coberturas originales. En otro orden de cosas, dentro de una cobertura se distinguen elementos primarios (arco, nodos, etiquetas y polígonos) y elementos secundarios (puntos de control o tics, extensión de la cobertura o bnd y anotaciones).[22] (Ver figura 15).



**Figura 15: Elementos de una cobertura**

Los arcos representan elementos lineales (ríos, carreteras) o zonales (bordes). En realidad, se trata de segmentos de línea delimitados necesariamente por nodos o pseudo nodos.

[22] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap.3, pág.33.

Las etiquetas pueden ser usadas bien para representar hechos puntuales, esto es, hechos definidos por una única coordenada (x,y); bien para asignar identificadores de usuario a los polígonos, o para situar una etiqueta de texto dentro de un polígono.

Se definen tres problemas:[23]

- Polígono sin etiqueta: su identificador de usuario será cero.
- Polígonos con más de una etiqueta: en este caso no hay forma de determinar cual de ellas será usada para asignar el identificador de usuario.
- Varios polígonos con el mismo identificador

Los polígonos, por último, representa hechos superficiales. Dentro de los llamados elementos secundarios, los tics o puntos de control han de ser introducidos y calculados a partir de localizaciones cuyas coordenadas sean bien conocidas (Esquinas del mapa topográfico, cruces de carreteras). Permiten registrar todos los hechos de una cobertura en coordenadas comunes; posibilitan, una correcta digitalización y posterior transformación a coordenadas reales, la superposición y cartografía de varias coberturas superpuestas.

Por extensión de las coberturas se entiende el rectángulo mínimo en que están incluidas las coordenadas mayor y menor de los arcos y puntos de una cobertura. Por último las anotaciones son fragmentos de texto utilizado en las coberturas de puntos o polígonos únicamente con fines de visualización (no está topológicamente a otro elementos de la cobertura y por lo tanto no pueden utilizarse para realizar procesos analíticos).[24]

---

[23] Idem pág. 34.

[24] Idem pág. 35.

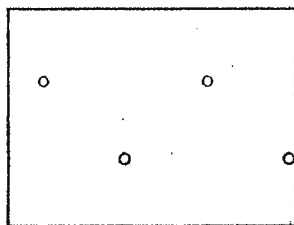
### 1.1.2.2 Superposición de coberturas.

La superposición topológica de elementos de mapas distintos permite la creación de nuevos elementos en un mapa resultante. Los atributos asociados a los elementos de los mapas superpuestos serán combinados para la descripción de las entidades del nuevo mapa. Existe varias formas de análisis, las cuales depende del tipo de elementos que intervienen en la superposición o de la operación geométrica realizada.[25]

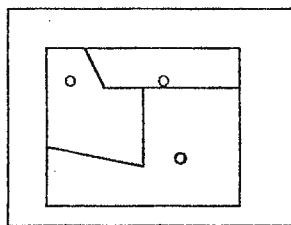
#### 1.1.2.2.1 Según el tipo de elemento.

Las formas de análisis según el tipo de elemento, son las siguientes:[26]

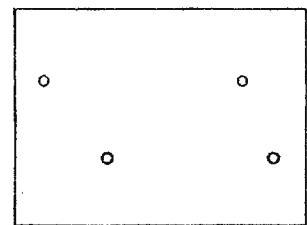
- *Análisis de punto a polígono:* Permite la creación de una cobertura de puntos cuyos atributos corresponden tanto a la cobertura de puntos iniciales, así como también a los del polígono en donde se ha situado cada punto. (Ver figura 16)



**Puntos 1**



**Poligon 1**



**Puntos 2**

---

[25] Idem cap. 8, pág. 112.

[26] Idem

Puntos 1

SRECN	PTOS.	PTOS I
0	1	D
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4

Poligon 1

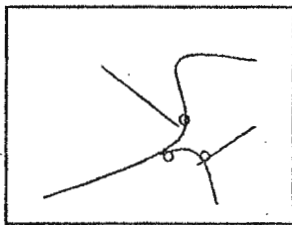
SRECN	PTOS.	PTOS 1
0	1	D
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4

Puntos 2

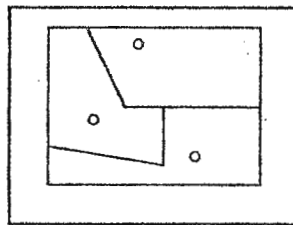
SRECN	PTOS2	PTOS2 ID	PTOS1	PTOS1 I	POLIG	I
0				D	1	
1	1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	3	
3	3	3	3	3	1	
4	4	4	4	4	3	

Figura 16: Análisis de punto en polígono. La cobertura de salida "Puntos 2", siendo de puntos, incluye los atributos de la segunda cobertura de entrada "Poligon

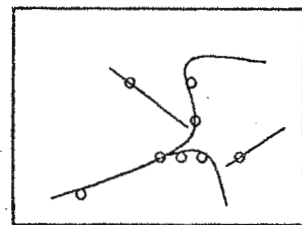
- **Análisis de línea en polígono:** En este caso, una cobertura de líneas es superpuesta sobre una de polígonos. Los arcos que caen sobre más de una región son cortados en las intersecciones con los polígonos de la segunda cobertura. La cobertura de salida es de líneas y a sus atributos se añaden los de los polígonos que atraviesan. (Ver figura 17)



Líneas 1



Poligon 1



Líneas 2

as 1

Poligon 1

Líneas 2

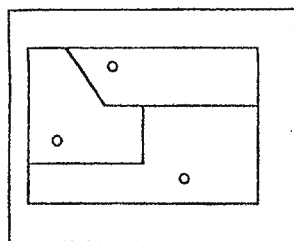
LINE1	LINE1 ID
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

SRECN0	POLIG1	POLIG1 ID
1	1	A
2	2	B
3	3	C

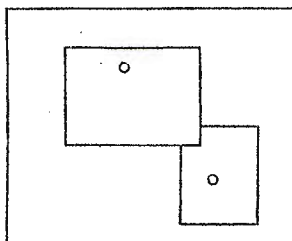
SRECN0	LINE2	LINE2 ID	LINE1	LINE1 ID	POLIG1	POLIG1 ID
1	1	1	1	1	2	B
2	2	2	2	2	2	B
3	3	3	3	3	2	B
4	4	3	3	3	3	C
5	5	3	3	3	1	A
6	6	4	4	4	1	A
7	7	4	4	4	3	C
8	8	5	5	5	3	C
9	9	6	6	6	3	C
10	10	7	7	7	1	A
11	11	7	7	7	3	C

Figura 17: Análisis de línea en polígono. La cobertura de salida presenta más líneas que la primera cobertura de entrada debido a los nodos generados en la intersección con los polígonos de la segunda cobertura de entrada.

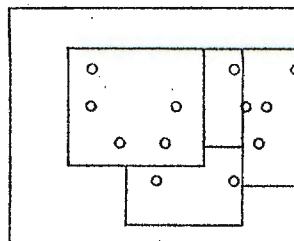
- *Superposición de polígonos:* Genera una cobertura con nuevos polígonos en donde sus valores temáticos combinan los de las dos coberturas de entrada. (Ver figura 18)



**Poligon 1**



**Poligon 2**



**Poligon 3**

**Poligon 1**

**Poligon 2**

**Poligon 3**

RECNO	POLIG1	POLIG1 ID
1	1	A
2	2	B
3	3	C

SRECNO	POLIG2	POLIG2 ID
1	1	100
2	2	200

SRECNO	POLIG3	POLIG3 ID	POLIG1	POLIG1 ID	POLIG 2	PC
1	1	1	-	-	1	
2	2	2	1	A	1	
3	3	3	2	B	1	
4	4	4	2	B	-	
5	5	5	2	B	2	
6	6	6	3	C	1	
7	7	7	3	C	2	
8	8	8	3	C	-	
9	9	9	1	A	-	
10	10	10	1	A	2	
11	11	11	3	C	-	
12	12	12	-	-	2	

*Figura 18: Superposición de polígonos. Los valores temáticos de la cobertura de salida representan tanto los de la primera cobertura de entrada como los de la segunda.*

#### 1.1.2.2.2 Según el tipo de operación.

Las formas de análisis según el tipo de operación, son las siguientes: [27]

- *Intersección:* La cobertura resultante tras una superposición de este tipo contiene únicamente los elementos gráficos presentes simultáneamente o las dos coberturas de entrada. Tras esta operación se obtiene una nueva cobertura en donde están presentes los elementos que espacialmente son comunes a ambas coberturas de entrada. Desde el punto de vista temático, responde a una operación Booleana de tipo “AND”.
- *Unión:* Esta operación permite la obtención de una cobertura que contiene tanto los elementos de la primera como los de la segunda cobertura de entrada; es decir, permite representar en una sola cobertura todos los elementos de dos coberturas de entrada. Desde el punto de vista temático, responde a una operación Booleano de tipo “OR”.
- *Enmascarado de extensión limitada:* En este tipo de superposición, la primera cobertura de entrada actúa como una máscara sobre la que los elementos de la segunda son cortados, incluyéndose en la cobertura de salida únicamente aquellas partes que coincidían con la primera; es decir, es un tipo de unión en donde la extensión máxima de la cobertura de salida está limitada a la de una de las coberturas de entrada. Temáticamente, responde una operación booleano de tipo “XOR”.

---

[27] Idem pág. 114

### **1.1.2.3 Cartografía Tradicional y Digital.**

La cartografía constituye la forma más adecuada y usual de presentar los resultados del uso de un SIG. No obstante, en ocasiones es preciso añadir otro tipo de resultados no incluibles en un mapa, es decir a listados de datos alfanuméricos. Actualmente, ESRI ofrece el producto ARCVIEW, que permite una edición cartográfica más rápida y sencilla.

Las ventajas que la cartografía digital tiene frente a la tradicional son las siguientes [28]:

- Almacenamiento más rápido y sencillo, se consigue una considerable economía de espacio.
- Permite realizar automáticamente cálculos de superficies, longitudes, coordenadas, correlaciones, operaciones de análisis espacial.
- Permite transmitir información a cualquier distancia a través de un módem telefónico sin necesidad de desplazamiento físico.
- Permite una fácil y rápida actualización sin necesidad de rehacer por completo el mapa obsoleto.

## **1.2 Conceptos fundamentales sobre desastres naturales**

### **1.2.1 Identificación y clasificación de riesgos.**

Muchas regiones están sometidas a riesgos diferenciales de actividad sísmica y

---

[28] Idem cap. 4, pág. 43

volcánica. Los estudios geológicos y geofísicos permiten señalar la dirección de fallas tectónicas y estimar el riesgo a que están sometidas las poblaciones cercanas, especialmente cuando se trata de fracturas activas. Lo mismo puede decirse de poblaciones que están situadas en las faldas cercanías de volcanes activos, donde no es difícil prever los efectos devastadores de lava.

Por otra parte, el conocimiento de la hidrología de la región, permiten predecir desbordamientos de los ríos o riesgos de sismos artificiales cuando los embalses para el control y regulación de las aguas se construyen sobre fallas activas. Las inundaciones, deslizamientos de tierra y las sequías son fenómenos periódicos en muchas regiones y se presentan con una variación estacional conocida. [29]

### **1.2.2 Clasificación de los desastres.**

De acuerdo al origen del agente natural, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), ha clasificado los desastres de la siguiente forma: [30]

---

[29] Gusman Gómez, Ney; **Guía practica para elaborar planes de emergencia**; Editorial XYZ; pág.13.

[30] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; **Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica**; 1994; CEPRODE; pág.3

### 1.2.2.1 Naturales

• Meteorológicos	Huracanes Inundaciones Temporales Sequías
• Topológicos	Avalanchas Derrumbes
• Telúricos y Tectónicos	Terremotos Erupciones volcánicas Tsunamis

### 1.2.2.2 Producidos por el ser humano.

• Guerras	
• Accidentes	Explosiones, incendios, choques, naufragios, fallas de construcción.

### 1.2.3 Desastres naturales de origen meteorológico.

De acuerdo a su origen, estos pueden ser: Huracanes, inundaciones, temporales y sequías. El Salvador se encuentra en una zona donde las probabilidades de que aparezca algún

huracán son bajas, únicamente se reportó el día 6 de Junio de 1934 un caso en el que se supone hubo impacto directo de un huracán. [31]

#### **1.2.3.1 Inundaciones.**

Una de las causas principales de las inundaciones es el incremento de la precipitación pluvial, en muchos casos, este incremento es causado por la presencia de huracanes y tormentas o ciclones tropicales que en forma recurrente se presentan en la región Centroamericana. [32]

En este tipo de desastres, es difícil determinar la cronología y las consecuencias que estos traen tanto personales como materiales, ya que existe mucha variabilidad en los datos reportados por diversas instituciones.

#### **1.2.4 Desastres naturales de origen telúrico y tectónico.**

De acuerdo a su origen, estos pueden ser producidos por actividades sísmicas o por actividades vulcanológicas.

##### **1.2.4.1 Actividad sísmica.**

La red de Telemetría Sísmica Nacional de El Salvador que funciona desde finales de 1983, registra de 20 a 25 sismos diarios en promedio. De éstos, alrededor del 85% son

---

[31] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; **Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica**; 1994; CEPRODE; pág.4

[32] Idem

originados por el proceso de interacción entre las placas de Cocos y del Caribe. La interacción entre ambas es conocida como subducción, donde la placa de Cocos subduce a la placa del Caribe a una velocidad promedio de 7 centímetros por año. El otro 15% de la actividad sísmica, registrada en El Salvador, es generado por el reajuste de las fallas geológicas, o por la actividad volcánica.[33]

Esta actividad sísmica se debe a las siguientes fuentes sismogénicas [34]:

- \* El sistema de fallas “ Motagua “, en donde parte de estas fallas son las que controlan el valle del Río Motagua.
- \* Zona de subducción de la placa de Cocos.
- \* El sistema de fallas territoriales, el cual se genera dentro del territorio Nacional.

En algunas ocasiones la actividad local se concentra en espacio y tiempo en una región determinada, formando lo que se denomina un enjambre sísmico, tales enjambres ocurren en zonas ubicadas a lo largo de la cadena volcánica y algunos de éstos han sido precedidos por algún sismo destructivo. Los sismos locales, aunque en su mayoría de menor magnitud que los originados por la subducción, representan mayor grado de amenaza sísmica, ya que por lo general ocurren cerca de sitios densamente poblados y a profundidades someras. Ejemplos de

---

[33] Ministerio de Obras Públicas; Información sísmológica y vulcanológica de El Salvador; Centro de Investigaciones Geotécnicas; pág.2 .

[34] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica; 1994; CEPRODE; pág.8

ellos, son los siguientes: Jucuapa-Chinameca del 6 de Mayo de 1951; San Salvador del 3 de Mayo de 1965 y San Salvador del 10 de Octubre de 1986. [35]

#### **1.2.4.2 Actividad vulcanológica.**

El Salvador posee una gran actividad volcánica muy relacionada a la actividad sísmica. Según información proporcionada por el Centro de Investigaciones Geotécnicas en nuestro país se han realizado estudios que identifican las regiones donde se encuentran los volcanes activos. (Véase anexo 1 ).

#### **1.2.5 Desastres naturales de origen topológico.**

De acuerdo a su origen, estos pueden ser producidos por derrumbes o por deslizamientos de tierra.

##### **1.2.5.1 Derrumbes y deslizamientos de tierra.**

Estos se producen cuando se rompe el equilibrio de fuerzas actuantes sobre una masa de tierra que se encuentra en una pendiente. Estos se distinguen entre sí por la cantidad de agua que acompaña al desprendimiento de la masa, así como por el tipo de movimiento y la profundidad de la capa de terreno que se desplaza. La diferencia entre ambos radica en que los deslizamientos son más superficiales que los derrumbes.[36]

---

[35] Ministerio de Obras Públicas; Información sísmológica y vulcanológica de El Salvador; Centro de Investigaciones Geotécnicas; pág.12

[36] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica; 1994; CEPRODE; pág.12

### **1.2.6 Clasificación de zonas.**

Según la información proporcionada por diversas instituciones como: El Centro de Protección contra desastres (CEPRODE), Centro de Investigaciones Geotécnicas y el Ministerio de Agricultura y Ganadería; se han realizado estudios que identifican las zonas de El Salvador donde se encuentran situados los diferentes tipos de desastres naturales: inundaciones, deslizamientos de tierra y derrumbes, sequías, actividad sísmica y vulcanológica.. (Véase anexo 2 ).

**CAPITULO 2**  
**ANTECEDENTES DEL TEMA**

## CAPITULO 2.

### ANTECEDENTES DEL TEMA.

En los últimos 4000 años, diversas culturas han usado símbolos gráficos para representar fenómenos distribuidos espacialmente. Las gráficas en forma de mapa constituyen un medio conveniente para mantener registros, concebir ideas, analizar conceptos, tomar decisiones con respecto a la geografía y, finalmente, comunicar los conceptos espaciales a otros [37].

Es por esta razón que un sin número de profesionales se han unido al proceso de desarrollar métodos automatizados para el almacenamiento, análisis y presentación eficaz de los datos geográficos [38]. Estos esfuerzos han sido una consecuencia de la creciente demanda de datos e información de naturaleza espacial por parte de los usuarios, es decir representada en tres dimensiones. Esta tecnología, en constante evolución, se ha denominado “*Sistemas de Información Geográfica*” (SIG).

Los esfuerzos por plasmar y manejar información espacial y descriptiva conjuntamente se remontan a épocas en las que no existía el computador, por ejemplo, cabe destacar el esfuerzo de Luis Berthier en E.U. quien a raíz de la batalla de Yorktown, por medio de mapas superpuestos, intentó definir el movimiento de tropas; o del Doctor Snow, en Inglaterra (1854), cuando de igual manera analizó geográficamente el comportamiento del cólera.

---

[37] O’Callaghan, Donna y John; **Design and Implementation of computer-based Geographic Information Systems**; 1983; Amberst NY: IGU Commission on Geographical Data Sensing and Processing ,cap.1, pág.2 .

[38] Idem cap. 1, pág.1

El advenimiento del computador permitió la sistematización de estos conceptos, a raíz de eso en 1962, tanto Canadá como en E.U. se diseñaron los primeros Sistemas de Información Geográfica para distintas aplicaciones, Canadá para el mantenimiento de recursos naturales y E.U. para el inventario de tierras.[39]

Con el avance en la tecnología de computadoras y de SIG, los encargados de tomar decisiones y administrar recursos en general, pueden aprovechar información proveniente de diferentes medios tales como dibujos de líneas (gráficos vectoriales producidos por programas de dibujo asistido por computador -CAD-), imágenes de satélites, imágenes de vídeo, documentos scaneados e información resultante de otros sistemas. [40]

Entre otros sistemas desarrollados se tiene: IDRISI que es un sistema de información geográfica y un sistema de procesamiento de imágenes desarrollado por la escuela de Geografía de Clark University. Desde su introducción en 1987, este sistema ha crecido hasta situarse como uno de los programas más difundidos en el mercado de microcomputadoras. Esta siendo usado en más de 80 países en el mundo en una amplia gama de instituciones gubernamentales, privadas y educacionales. Hoy en día, el proyecto mantiene un equipo permanente y un plan de desarrollo a largo plazo; se trabaja en la escuela donde se desarrolló, manteniendo estrecha relación con el Instituto de Capacitación e Investigación de las Naciones Unidas (UNITAR) y la base de datos del programa de Información de Recursos

---

[39] Dirección General de Economía Agropecuaria, Seminario sobre SIG y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias, febrero de 1995; pág. 2 .

[40] Idem pág. 2.

Ambientales Globales de las Naciones Unidas (UNEP/GRID), quienes han contribuido sustancialmente al desarrollo del proyecto [41]. El programa se compone de más de 100 módulos ejecutables, escritos en el lenguaje de programación PASCAL, que son accesibles individualmente o desde un menú principal.

Dado que nuestro país está sujeto a numerosos riesgos naturales es necesario conocer o establecer una adecuada zonificación de los diferentes riesgos existentes con el objeto de poder ser aplicados a los Sistemas de Información Geográfica.; a continuación se presentan situaciones ocurridas en El Salvador debido a los desastres naturales.

Según investigaciones llevadas a cabo por el Centro de Investigaciones Geotécnicas, se puede manifestar que El Salvador es un país que constantemente es afectado por diferentes tipos de desastres naturales y que en la mayoría de los casos las consecuencias son nefastas, porque la población es muy vulnerable; las consecuencias no son sólo de muerte y personas heridas sino también tienen consecuencias económicas y sociales.

Según estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Centro de Recursos Naturales, en El Salvador, desde de 1911 hasta 1993, se han registrado ochenta y dos años en los cuales se han presentado problemas de inundaciones [42]. Este dato es posible que esté subestimado, ya que probablemente los eventos fueron de poca magnitud o no provocaron serios daños, por lo que no han sido catalogados como desastres.

---

[41] Velázquez, Sergio; **Curso de Sistemas de Información Geográfica**; Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza; Junio de 1994; pág. 1.

[42] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; **Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica**; 1994; CEPRODE; pág.5

Sin embargo una aproximación de los daños causados por este tipo de desastres entre 1934 y 1993 son los siguientes: 360 muertos, 26,000 familias afectadas, más de 6,000 viviendas dañadas, 43,000 personas damnificadas, 17,000 hectáreas de cultivo total o parcialmente dañadas . El hecho más reciente que ocurrió fue el día 16 de Octubre de 1993, cuando se registraron fuertes mareas en las playas de los departamentos de Sonsonate y La Libertad. [43]

En lo que respecta a desastres naturales de origen topológico, de acuerdo con información del Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, en los últimos cincuenta años se han reportado derrumbes, muchos de los cuales han dejado daños personales, económicos y sociales; los principales son los siguientes: [44]

- 1951. A causa del movimiento sísmico de ese año, se produjeron voluminosos derrumbes en la zona Oriental del país, obstaculizando las vías de comunicación.
- 1965. Se reportaron numerosos derrumbes en los asentamientos ubicados en los alrededores del lago de Ilopango, como consecuencia del terremoto ocurrido en el municipio de San Salvador.
- 1982. Se reportaron desprendimientos en Apaneca y Ataco, los cuales destruyeron grandes extensiones de cultivo de café. El día 19 de Septiembre de este mismo año, también se

---

[43] Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; **Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica**; 1994; CEPRODE; pág.5

[44] Idem pág. 13

produjo un descomunal derrumbe en la zona alta del volcán de San Salvador, afectando varias colonias ubicadas en la zona noroeste de San Salvador.

- 1986. A raíz del terremoto del 10 de Octubre de ese año, se produjeron 52 desprendimientos de tierra en los municipios de San Salvador, Mejicanos, Ayutuxtepeque y Cuscatancingo.
- 1993. En la ciudad de Nueva San Salvador, conocida como Santa Tecla, se produjo un derrumbe en el basurero de la ciudad, el cual soterró a 24 personas que habitaban en sus alrededores.

Otro desastre natural ocurrido con frecuencia en nuestro país son los terremotos, los cuales en muchas ocasiones han afectado diferentes regiones del país. El 60 por ciento de los desastres sísmicos más importantes, han afectado la capital de la república, además, entre 1524 y 1986, el área Metropolitana de San Salvador ha sido afectada por dieciocho desastres sísmicos, lo cual la convierte en una de las zonas de mayor actividad sísmica. [45]

El caso más reciente es el sismo del 10 de Octubre de 1986, cuya actividad posterior se extendió hasta Mayo de 1987. El sismo afectó en forma directa e indirecta a toda la población del área Metropolitana de San Salvador; con un saldo estimado de 1,500 muertos; 20,000 heridos, pérdidas económicas por \$1,500 millones; 45,569 viviendas parcial o totalmente destruidas; 250,000 personas sin hogar y 415 edificios públicos dañados. [46]

---

[45] Idem pág. 10

[46] Idem

En nuestro país la actividad sísmica esta muy relacionada con la actividad volcánica, en el presente siglo se han registrado las siguientes actividades volcánicas: [47]

- En el año de 1917 se produjo una erupción del volcán de San Salvador, la cual dejo un saldo de 48 muertos y pérdidas materiales por \$5.3 millones.
- En el año de 1926 ocurrió la erupción del volcán de Izalco, en el cual se reportaron 57 personas fallecidas, 42 viviendas arrasadas y 460 hectáreas de tierras agrícolas dañadas, además de otras pérdidas en infraestructura y servicios.
- En el año de 1990 uno de los ausoles de Ahuachapán registro una explosión freática, la cual destruyó el caserío Agua Shuca, con un saldo de 37 personas calcinadas.

Con la información presentada anteriormente se puede demostrar que la población salvadoreña se ve afectada constantemente, para mayor información sobre los datos históricos de los desastres naturales ocurridos en nuestro país ver anexo 3.

---

[47] Idem pág.11

**CAPITULO 3**  
**SITUACIÓN ACTUAL**

## CAPITULO 3.

### SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente se cuenta con un Sistema de Información Geográfica que maneja dos tipos de bases de datos en un ambiente computarizado; lo que permite integrar toda la información y así georreferenciarla en su punto geográfico con coordenadas y latitud para acceder y obtener la información con mayor rapidez. Dicho sistema utiliza la base de datos geográfica y la alfa-numérica.

Hoy en día, uno de los servicios más importante que presta un SIG es brindar información geográfica a una serie de agencias estatales, privadas e internacionales. Entre los usos y aplicaciones que proporciona este sistema se pueden mencionar:

- **Planificación física:** Los SIG pueden ser utilizados para evaluar distintos escenarios que correspondan a zonas de interés con relación a determinado fenómeno; por ejemplo, el desarrollo de un plan de conservación de suelos en determinada región, el análisis de impacto que tendrá la construcción de una planta de agroquímicos, la determinación de cuencas prioritarias o áreas críticas, etc.
- **Caracterización y Cuantificación de los recursos naturales:** La aplicación de los SIG en esta fase puede conducir a determinar que tipo de cobertura existe en una zona, cuál es el tipo de suelo que existe, el riesgo de erosión, etc.
- **Manejo de áreas protegidas y biodiversidad:** Dentro de esta fase es importante el conocimiento de las características del área con relación a la actividad humana; por

ejemplo, determinar las zonas adecuadas para construir facilidades para el turismo, mostrar las regiones que deben ser aisladas de toda actividad humana, etc.

- **Planeamiento Urbano y Rural:** Uno de los principales usos de los SIG, se encuentran en su aplicación a los diferentes campos de planeamiento urbano y rural; algunos de los campos en los cuales está tecnología podría ser utilizada son: la construcción de líneas de transmisión, caminos rurales, drenajes, proyectos de agua potable y riego.

Es de hacer notar que los usos y aplicaciones descritos anteriormente no son los únicos que se pueden desarrollar, ya que los mismos están únicamente limitados por la existencia de la información requerida, las capacidades de los programas y equipos, así como también la habilidad y experiencia de quien los maneja. La idea de implementar el SIG en la Dirección General de Economía Agropecuaria comenzó a principios de 1995 pero se concretó en Junio de ese mismo año.

Actualmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la Unidad de Información Geográfica de la DGEA cuenta con este sistema; el cual les proporciona muchas utilidades, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Les permite trabajar con más eficacia la información que se maneja ya que permite obrar con mayor detalle y ubicar en determinada posición geográfica los resultados o el caso que se esté investigando.
- Les ayuda a identificar en donde están ubicadas las mayores superficies de cultivo y en que lugares se obtienen los mayores rendimientos.

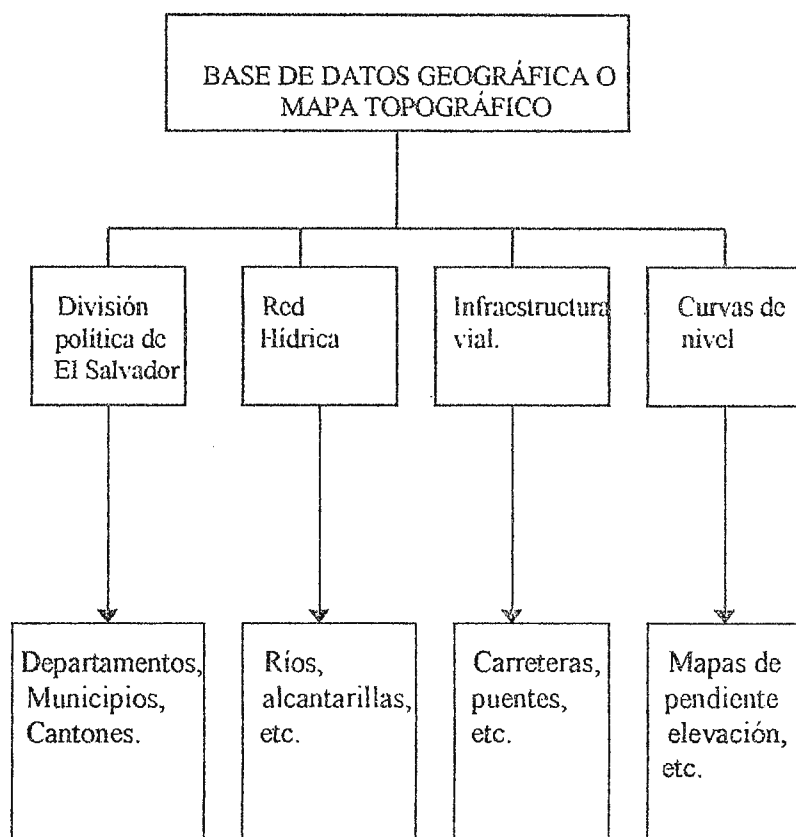
- Realiza un análisis más objetivo, permitiendo de esta manera tomar las medidas adecuadas para beneficio de los productores; ya que al contar con un mapa temático que identifique las diferentes zonas de cultivo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería puede visualizar de un modo gráfico las diferentes zonas de cultivo y esto les permitirá analizar si estas regiones son aptas o no para el cultivo; de esta manera les ayudará a los productores a seleccionar los cultivos adecuados para obtener mejores rendimientos.
- Maneja la información estadística de una forma más eficaz y así mejora la difusión de la información.
- Les ayuda a tomar decisiones a nivel de los titulares.

Por otro lado, las desventajas que se presentan en la Unidad al trabajar con el Sistema de Información Geográfica son las siguientes:

- El costo del Sistema de Información Geográfica oscila entre \$6,000 y \$12,000 por lo que resulta muy costosa; sin embargo, la inversión se recupera rápidamente con los beneficios que da el sistema.
- Falta de disponibilidad de personal capacitado en esta área.
- El SIG es una tecnología innovadora, por lo que si se toma información de otra parte puede que no sea compatible con el sistema.

En la actualidad se ha realizado un programa para generar un sistema de información estadístico y sirve para la captura, almacenamiento y manipulación de toda la información contenida en bases de datos.

Además, se cuenta con una base de datos geográfica, que se compone de cuatro capas que forman el mapa topográfico; a continuación se presenta un bosquejo de lo existente.



También se cuenta con bases de datos, las cuales se utilizan para la creación de los mapas temáticos respectivos. Estas son las siguientes:

## **A) POBLACIÓN:**

- Densidad de la población a nivel municipal.
- Distribución de la población por área.
- Distribución de la población por sexo.

## **B) CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS:**

- Ingresos per capita por municipio.
- Ingresos por sexo.
- Ingresos por área.
- Distribución de la pobreza Global (por departamento y municipio).
- Distribución de la pobreza relativa (por departamento y municipio).
- Distribución de la pobreza extrema (por departamento y municipio).

## **C) SALUD**

- Distribución de los servicios de salud pública y asistencia social a nivel nacional.
- Distribución de los Organismos de Socorro a nivel nacional.

## **D) AGRICULTURA Y COBERTURA VEGETAL.**

- Uso Actual de suelo (información de campo)
- Distribución de la superficie sembrada de maíz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la producción de maíz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución del rendimiento de maíz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la superficie sembrada de arroz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la productividad de arroz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución del rendimiento de arroz, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la superficie sembrada de frijol, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la producción de frijol, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución del rendimiento de frijol, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la superficie sembrada de sorgo, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución de la producción de sorgo, ciclo agrícola 1997/1998.
- Distribución del rendimiento de sorgo, ciclo agrícola 1997/1998.

Asimismo, poseen los mapas temáticos siguientes:

- Mapa de recursos institucionales ante desastres naturales.
- Mapa de cuencas hidrográficas con recursos hídricos.

A pesar de que se cuenta con la información descrita anteriormente, esta no posee información referente a las zonas que se consideran de riesgo ante un desastre natural.

El diseño de la base de datos que contenía la información sobre las regiones afectadas fue muy importante, ya que sin ella no se podría relacionar a las tablas de datos, tales como: población, características económicas, salud, agricultura y cobertura vegetal; para utilizarlas como una herramienta que brindara información al SIG para la realización del mapa de riesgos o mapa temático, el cual permitió tener identificadas de una manera gráfica las zonas donde ocurren desastres naturales.

**CAPITULO 4**  
**IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN**  
**DEL PROYECTO**

## CAPITULO 4.

### IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

De lo anterior expuesto se puede identificar la importancia de que en el país se cuente con los mecanismos adecuados para la correcta identificación de las zonas que se consideran en peligro ante la ocurrencia de eventos riesgosos; sin embargo, se debe realizar la sistematización de la información ya que es necesaria para fomentar un sistema de vigilancia que brinde mayores señales sobre la aproximación de un fenómeno natural que podría ocasionar actividades sísmicas, actividades vulcanológicas, inundaciones, derrumbes y deslizamientos de tierra.

Hoy en día la computadora es una herramienta con la que muchos profesionales deben interactuar y esto se debe a que permiten una mayor eficacia en las tareas que se realizan.

Es necesario obtener información apropiada para difundirla rápida y adecuadamente, es por eso que se realizó dicho estudio aplicando una herramienta computacional como son los Sistemas de Información Geográfica con el objeto de proporcionar un mayor acceso a la información y mejor calidad, así mismo dar una respuesta rápida.

El desarrollo del presente trabajo utilizando los SIG, ha permitido los siguientes beneficios:

- Tener gráficamente identificadas las zonas que se consideran de alto riesgo debido a los desastres naturales ocurridos en nuestro país, de esta manera se obtendrá un mejor acceso y rapidez a la información.

- Ayudar a las instituciones encargadas de velar por la seguridad y salud de la población salvadoreña a dar un mejor servicio cuando ocurriese un desastre natural; ya que al tener identificadas las zonas que fuesen afectadas, se podría solicitar ayuda a los organismos de socorro cercanos a dicha zonas.
- Servir como apoyo a las instituciones encargadas de velar por la seguridad y salud de los salvadoreños para tomar medidas preventivas que ayuden a elaborar planes de emergencia para evacuar a la población salvadoreña ante cualquier desastre.

Estos beneficios se deben a que el SIG provee de una herramienta como son las consultas a la base de datos, la cuál simplemente pregunta por información ya almacenada en el computador. En la mayoría de los sistemas, estas operaciones de consulta se hacen en dos pasos; el primero llamado reclasificación en donde se crea un nuevo mapa para cada condición de interés de manera individual. El mapa resultante se conoce como mapa booleano ya que por medio de éste solamente se muestran aquellas áreas que llenan la condición (1= cierto o verdadero) y aquellos que no la llenan (0=falso). Una vez que el mapa ha sido creado, otro mapa se deberá reclasificar para crear un mapa booleano; a este punto se pueden combinar las dos condiciones usando una operación llamada sobreposición (overlay).

Algunas preguntas que pueden formularse con la incorporación de la base de datos que contiene la información sobre las zonas de riesgo son las siguientes:

- ¿ Cuáles son las zonas de riesgo de El Salvador que son afectadas; ya sea por sismos, inundaciones, erupciones, derrumbes, etc. ?

- ¿Cuál es el tiempo estimado en que los equipos de socorro pueden llegar a determinado lugar ?
- ¿ Cuántas personas serían afectadas por cualquier desastre natural en determinada zona ?
- ¿ Qué cultivos resultarían afectados y que área ?, ¿Cuál sería el monto aproximado de las pérdidas ?

Por esta razón ha sido esencial el diseño de una base de datos que contenga la información necesaria y pertinente sobre las zonas de alto riesgo que se encuentran en El Salvador, la cual utilizándola en forma adecuada podría ser de gran utilidad para disminuir los impactos sociales y económicos que ocasionan los desastres naturales.

## **CAPITULO 5**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## **CAPITULO 5.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.**

Dado que nuestro país está sujeto a numerosos desastres naturales (sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos de tierra, derrumbes, etc.); es necesario conocer las zonas donde hay diferente riesgos existentes. Este proyecto ha tenido como objetivo el desarrollar el diseño e implementación de una base de datos administrada por un Sistema de Información Geográfica para la determinación e identificación de zonas de riesgo ante desastres naturales en El Salvador; con lo cual se relaciono la información referente a las zonas de nuestro país que se consideran en peligro ante un desastre natural con la información sobre las características de la población, los organismos de socorro que se encuentren en cada una de las zonas riesgosas, así como también información sobre los cultivos que pueden ser afectados en estas regiones.

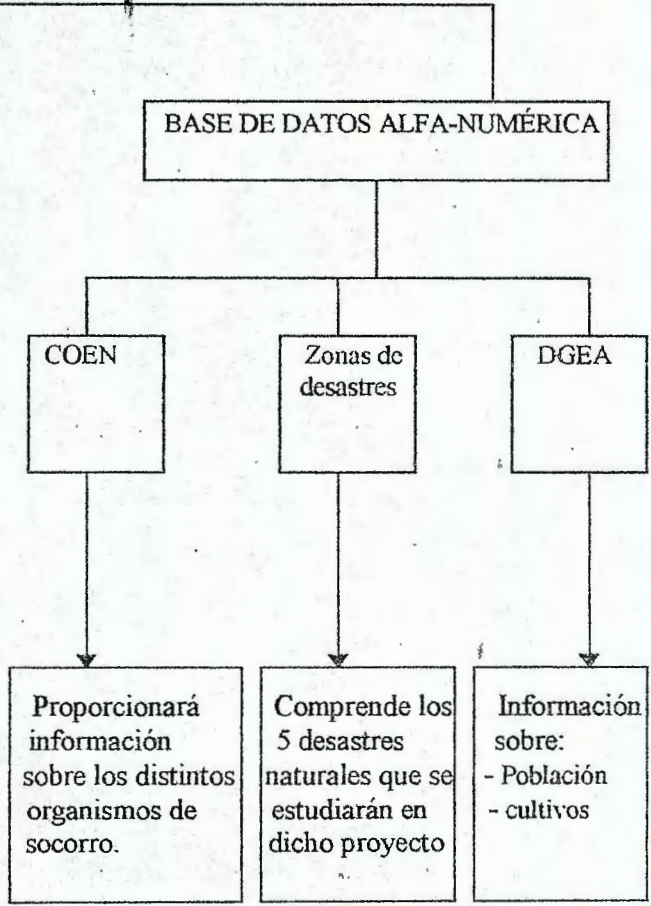
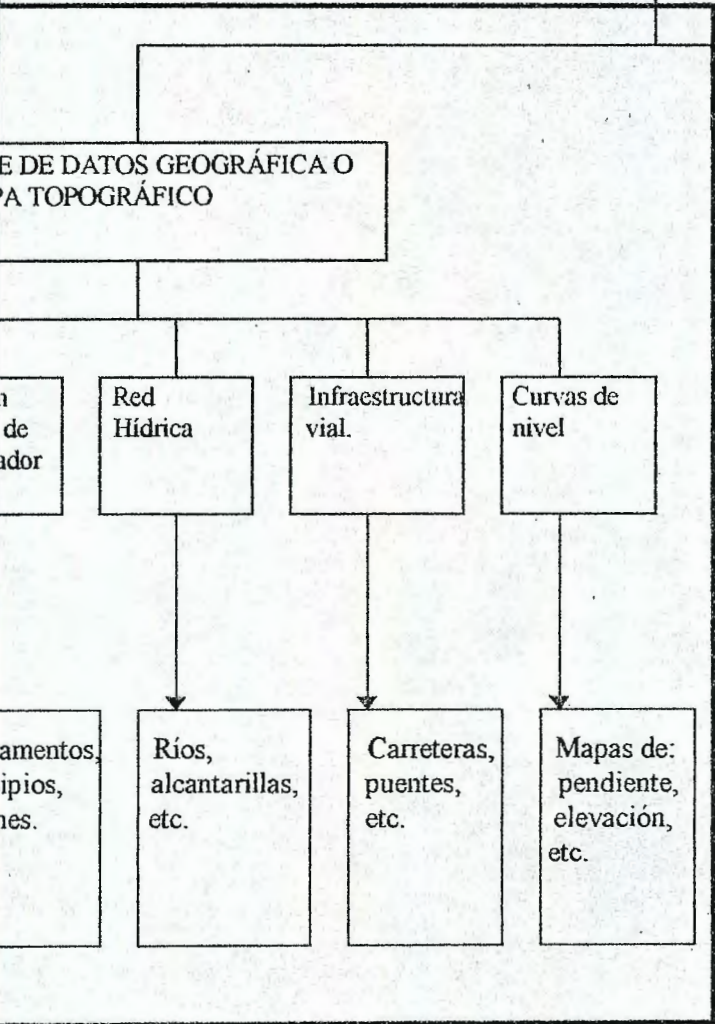
El diseño de dicha base de datos fue importante, ya que sin ella no se podía interconectar a las demás bases de datos para utilizarla como una herramienta que brindara información al SIG para la realización del mapa de riesgos o mapa temático.

A continuación se presenta de una manera esquematizada las dos partes principales que formaron el mapa de riegos o mapa temático, en el cual una de ellas ya existía y fue elaborada por la Unidad de Información Geográfica de la DGEA; además se muestra la sección que no estaba desarrollada y que contiene en forma general lo que se realizó.

**MAPA DE RIESGOS O DEMAÑO**

YA EXISTIA

NO EXISTIA



De lo anterior expuesto, se puede concluir que los alcances y limitaciones que contiene dicho proyecto son los siguientes:

### **5.1 Alcances.**

En la investigación se realizó el diseño de la base de datos alfa-numérica, luego se integró a la base de datos geográfica; implementándose estas dos al Sistema de Información Geográfica para obtener el mapa de riesgos o temático de nuestro país.

La base de datos alfa-numérica contiene información sobre las zonas afectadas por los siguientes tipos de desastres naturales: actividad sísmica, actividad vulcanológica, derrumbes, inundaciones y deslizamientos de tierra. Así como también se muestra información sobre la población que puede ser afectada, los organismos de socorro que se encuentren en cada una de las zonas riesgosas y los cultivos que son afectados en estas regiones para poder estimar cual sería la pérdida económica que se tendría en nuestro país en caso de ocurrir un desastre natural.

Además se realizó una guía, en donde toda persona que quiera seguir un proyecto aplicando los Sistemas de Información Geográfica podrá consultarla para la creación y enlaces de futuras bases de datos.

### **5.2 Limitantes.**

Las limitantes que se presentaron son las siguientes :

- \* El proyecto no contemplaba hacer modificaciones a las bases de datos existentes, ni a los programas de manipulación de estos.

- \* Se trabajó con la información proporcionada por el COEN (Comité de Emergencia Nacional) y la Dirección General de Economía Agropecuaria; por lo que no se depuró la información suministrada.

El proyecto desarrollado tuvo como fin último proporcionar una herramienta que sirviera para disminuir las consecuencias que un desastre natural trae a nuestro país, así mismo se espera que sirva de apoyo a las instituciones que se encargan de velar por la seguridad y salud de la población salvadoreña, como lo son: Comité de Emergencias Nacional (COEN), Cruz Verde, Cruz Roja, Policía Nacional Civil, etc.

**CAPITULO 6**  
**FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

## CAPITULO 6.

### FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.

#### 6.1 Objetivo general.

Diseñar e implementar una base de datos que brinde información relacionada con las zonas identificadas como de riesgo ante desastres naturales en El Salvador, para ser utilizada como una herramienta que sirva de apoyo al Sistema de Información Geográfica para la generación del mapa de riesgos o mapa temático.

#### 6.2 Objetivos específicos.

- Crear la base de datos que contenga información sobre las zonas que son consideradas de riesgo: inundaciones, derrumbes, deslizamientos de tierra, actividad sísmica y actividad vulcanológica ocurridos en El Salvador; mediante la información proporcionada por el Comité de Emergencia Nacional y por la Dirección General de Economía Agropecuaria.
- Enlazar la base de datos proporcionada por la Unidad de Información Geográfica de la DGEA que contiene información sobre la población salvadoreña, con la base de datos de las zonas que se consideran de riesgo; a fin de poder determinar las características de la población afectada en caso de ocurrir un desastre natural.

- Utilizar la base de datos proporcionada por la Unidad de Información Geográfica de la DGEA, que contiene información sobre los diferentes cultivos que se encuentran en nuestro país; para poder incorporarla al mapa de riesgos, a fin de poder determinar cuales son los cultivos que pueden ser afectados en caso de ocurrir un desastre natural.
- Utilizar la base de datos proporcionada por la Unidad de Información Geográfica de la DGEA que contiene información sobre las diferentes entidades que se encargan de velar por la seguridad y salud de la población salvadoreña; para poder incorporarla al mapa de riesgos, a fin de determinar los distintos lugares de nuestro país en donde están ubicadas estas entidades para solicitar ayuda en caso de ocurrir un desastre natural.
- Generar el mapa de riesgos o mapa temático para que permita tener gráficamente identificadas las zonas que se consideran de alto riesgo debido a los desastres naturales ocurridos en nuestro país.
- Elaborar una guía para la creación y enlace de futuras bases de datos, con el propósito de que sea un auxiliar para cualquier persona que desee realizar un proyecto aplicando los Sistemas de Información Geográfica.

**CAPITULO 7**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## CAPITULO 7.

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN <sup>[48]</sup>

Para el desarrollo del presente proyecto, se ha empleado una metodología que ha permitido recopilar datos, ordenarlos y obtener información que sirva para el logro de los objetivos. La población con que se contó fue la Unidad de Información Geográfica de la DGEA y el Comité de Emergencias Nacional, quienes han sido fuentes de información sobre el tema.

En este capítulo se exponen brevemente los diferentes métodos del diseño y desarrollo de sistemas de información que se han utilizado.

#### 7.1 METODO DEL CICLO DE VIDA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS

El método del ciclo para el desarrollo de sistemas (SDLC), es el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar y poner en marcha un sistema de información.

El SDLC consiste en las siguientes actividades: Investigación preliminar, determinación de los requerimientos y diseño del sistema, desarrollo del software, prueba del sistema e implantación y evaluación. En donde las fases que se realizaron son:

---

[48] James A. Senn; **Análisis y diseño de sistemas de información**; Editorial McGraw-Hill ; segunda edición en español; 1992; pág. 32

## 1. Investigación preliminar:

Esta fase ha consistido básicamente en la búsqueda de bibliografía y material que de alguna forma ha servido de marco de referencia. En la investigación bibliográfica, se utilizó la información relacionada con los desastres naturales ocurridos en El Salvador y los Sistemas de Información Geográfica; así como también información que ayudó al análisis y diseño de base de datos relacionales, y al desarrollo de software. El propósito de la investigación fue la obtención de la información teórica necesaria para aplicarla en el desarrollo del diseño e implementación de la base de datos que fue administrada por el Sistema de Información Geográfica.

## 2. Determinación de los requerimientos del sistema:

En esta fase se han estudiado los procesos que fueron necesarios realizar para el diseño e implementación de una base de datos administrada por un Sistema de Información Geográfica; es por tal razón que se realizaron visitas a la Unidad de Información Geográfica de la DGEA. Estas sirvieron para recopilar información que no se encontraba en el material bibliográfico y que fue necesaria para la investigación. Por ejemplo, <sup>en el caso de la Unidad de Información Geográfica de la DGEA</sup> el desarrollo que tiene actualmente <sup>el desarrollo que tiene actualmente</sup> el Sistema de Información Geográfica en la DGEA, la utilización del equipo necesario





La recolección de la información concerniente al sistema, se realizó por medio de entrevistas a la Unidad de Información Geográfica de la DGEA; las cuales dan una idea acerca de lo existente, los procedimientos y aplicaciones que esta técnica proporciona.

(Ver anexo 4)

### 3. Análisis y Diseño de sistemas:

- Para el análisis del sistema (Ver capítulo 9), se utilizó el método del desarrollo del *análisis estructurado*, aplicando en este el diagrama de flujo de datos; el cual consiste en un diagrama que representa a un sistema en forma de red, mostrando los componentes activos del sistema y las interfaces de datos entre ellos. Estos diagramas lógicos se pueden representar con solo cuatro notaciones, es decir, con símbolos especiales o iconos y anotaciones que los asocian con un sistema específico.

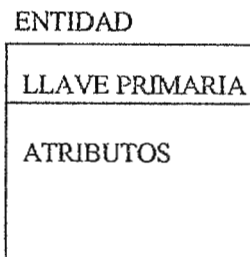
Para personificar estos diagramas se utilizó el enfoque Yourdon, que utiliza los siguientes símbolos:

<u>Elemento</u>	<u>Representación.</u>
◊ Flujo de datos	
◊ Procesos	
◊ Almacenamiento	
◊ Entrada/Salida	

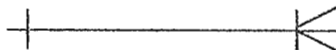
- Para el diseño de las bases de datos se utilizó el modelo de datos entidad-relación (Ver anexo 5 o capítulo 10). La nomenclatura utilizada en dicho modelo y en el modelo conceptual de datos es el siguiente [49]:



Entidad u objeto para el modelo entidad-relación.



Entidad u objeto para el modelo conceptual de datos.



Relación de uno a muchos obligatoria en ambos lados.



Relación de uno a muchos, obligatoria y opcional respectivamente.



Relación de cero a muchos, opcional y obligatoria respectivamente.

[49] Alice Y.H. Tsai; *Sistemas de base de datos, administración y uso*; Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A; primera edición; impreso en México 1990.

#### 4. Desarrollo de software.

Se ha desarrollado un sistema de mantenimiento; con el propósito de que sirva como una herramienta, para facilitarles a los usuarios el acceso a las operaciones realizadas a la base de datos. Dicho sistema ha sido elaborado en un lenguaje de cuarta generación y de ambiente gráfico, a fin de dar al usuario las ventajas que éstos ofrecen en su facilidad de uso. (Ver capítulo 12)

#### 5. Prueba del sistema.

El sistema se ha empleado de manera experimental para asegurarse de que el software no tenga fallas, es decir que funcione de acuerdo con las especificaciones y en la forma en que los usuarios esperan que lo hagan.

### **7.2 METODO DEL DESARROLLO DEL ANALISIS ESTRUCTURADO**

El método del desarrollo del Análisis Estructurado ha sido tomado como base en el planteamiento de resolución del problema, por lo que una explicación más amplia del modelo se presenta en el anexo 6 (Métodos utilizados en el desarrollo del proyecto).

**CAPITULO 8**

**ANÁLISIS DEL  
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

## CAPITULO 8

### ANALISIS DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

En esta fase se analizaron cada uno de los componentes y funciones que debe satisfacer el Sistema de Información Geográfica.

El SIG lleva implícito el uso de la computadora para capturar, almacenar, refinar, analizar y visualizar la información geográfica o espacial; es decir, un SIG integra la información geográfica y otras clases de información en un solo sistema ofreciendo una estructura consistente para el análisis geográfico. La implementación de un Sistema de Información Geográfica permite entender, manejar y conectar distintas actividades y recursos relacionados geográfica y tabularmente; por lo contrario, la no utilización de éste sistema deja de lado información importante en el análisis geográfico.

Los SIG proveen mecanismos para que los datos sean administrados por programas manejadores de bases de datos (DBMS), especializados en el manejo de grandes volúmenes de información.

Un Sistema de Información Geográfica no es solamente un programa de computador sino un conjunto de componentes interrelacionados, los cuales son los siguientes: [50]

---

[50] Dirección General de Economía Agropecuaria; Seminario sobre SIG y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias; Febrero de 1995; pág 3

- \* Equipos (hardware): Compuesto por el computador con sus respectivos dispositivos periféricos , incluyendo dentro de ellos los que permiten la entrada y salida de la información geográfica tales como:
  - Un digitalizador u otro mecanismo es usado para convertir datos de mapas y documentos a forma digital para ser enviados a la computadora.
  - Un ploteador u otra clase de mecanismos de despliegue es usado para presentar los resultados del proceso de datos.
  
- \* Programas (Software): Son los conjuntos de comandos especializados, que actúan sobre la información e incluyen los procedimientos de aplicación diseñados por los usuarios.
  
- \* Bases de datos: Son el conjunto de datos espaciales y descriptivos que posee el usuario, los cuales contienen toda la información que garantiza el funcionamiento analítico del SIG.
  
- \* Recurso Humano: Son los grupos de personas debidamente capacitadas en el manejo de datos gráficos.

Todo SIG debe satisfacer cinco funciones principales, los cuales son los siguientes: [51]

---

[51] Idem

1. **Captura de datos:** Controla los procedimientos de ingreso de la información espacial y descriptiva. En esta etapa es necesario seleccionar los periféricos necesarios tales como: mesas digitalizadora, teclado, scanner, imágenes de satélite o archivos magnéticos externos. Además, se debe escoger la metodología más apropiada para considerar dos tipos de presentaciones o formatos en los que se pueden tener la información geográfica: formato celular o raster y vectorial.

2. **Almacenamiento de los datos:** Administra la información geográfica y descriptiva contenida en las bases de datos y los elementos en que físicamente son almacenados. La información de un SIG es almacenada en cuatro grandes conjuntos de bases de datos, los cuales son:

- *Base de datos de imágenes:* Las imágenes representan fotográficamente el terreno, las cuales son almacenadas en formato raster referenciadas a un sistema de coordenadas terrestres, esto es, la imagen como tal posee entre sus características las coordenadas del área geográfica que representa.

- *Base de datos de complementos de imágenes:* Contiene únicamente símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos referenciados geográficamente (georreferenciados) al mismo sistema de coordenadas de la imagen a la que complementan, en lugar de contener información real. Esta información no está almacenada en formato raster e incluye elementos como: nombres de ríos, numeración de vías.

- *Base de datos cartográficas:* Almacena la información de los mapas que representan diferentes clases de información de un área específica, cada plano que almacena un tipo de información específica se le llama: Cobertura o capa de información.

- *Base de datos de información descriptiva:* Facilita el almacenamiento de datos descriptivos en las formas más comunes de tal forma que puedan ser utilizados por otros sistemas.

**3. Manipulación de la información:** Permite las operaciones de edición y extracción de la información. Provee los mecanismos para la comunicación entre los datos físicos (extraídos por el almacenamiento) y su utilización por el análisis. La edición de la información permite la modificación y actualización de la información, esta operación es particular para cada programa SIG.

Las formas de extraer o recuperar la información de un SIG son muy variadas, sin embargo, de forma general se pueden llegar a definir cuatro operaciones básicas:

Extracción mediante especificación geométrica: Extrae información del SIG mediante la especificación de un dominio espacial definido por un punto, línea, polígono o un área deseada. Ejemplo: Seleccionar por medio del ratón o del teclado una zona en un mapa.

Extracción mediante condición geométrica: Se extrae por medio de un dominio espacial y una condición geométrica entidades gráficas. Ejemplo: La población que se encuentra en un radio de 5 KM alrededor de una región.

Extracción mediante especificación descriptiva: Es la extracción de entidades espaciales que satisfagan una condición descriptiva determinada, por ejemplo, todas las regiones que cultivan el café.

Extracción mediante condición descriptiva o lógica: Es la extracción de entidades espaciales que cumplan las condiciones descriptivas y una expresión lógica cualquiera, relacionada con uno o algunos de sus atributos espaciales asociadas. Ejemplo: Todas las fincas que pertenecen al mismo dueño, con área superior a 700 manzanas y perímetro superior a 1000 metros.

**4. Análisis y modelado de la información:** Permite realizar las operaciones analíticas necesarias para producir nueva información con base en la existente, con el fin de dar solución a un problema específico. Las operaciones de análisis y modelado pueden clasificarse en: Generación cartográfica y análisis espacial.

La primera de ellas es la capacidad de generalizar características de un mapa o representación cartográfica, con el fin de hacer el modelo final menos complejo. Algunas de las operaciones de generación cartográfica son: Reducir el número de puntos que definen una línea, unir polígonos o áreas con atributos iguales o similares.

5. **Salida y presentación de información:** La salida de información de un SIG puede ser de tipo textual o gráfico, ambos pueden ser presentados en forma digital o analógica. La representación digital se utiliza cuando la información va destinada a otro sistema de información, en general, a otro medio sistematizado; por el contrario, el medio analógico es el que se presenta al usuario como respuesta a un interrogante del mismo.

Las herramientas de análisis con las que cuenta un SIG, son los siguientes: [52]

- ◆ Consulta a la base de datos: La cuál simplemente pregunta por información ya almacenada en el computador.
- ◆ Álgebra de mapas: Combina capas de mapas de manera matemática. Esta herramienta provee tres tipos de operaciones: La habilidad de modificar matemáticamente una constante y los valores de los atributos en una capa determinada (aritmética escalar); la habilidad para transformar matemáticamente los valores de atributo por medio de una operación estándar como funciones trigonométricas, transformaciones logarítmicas, etc.; la habilidad para combinar matemáticamente diferentes capas de mapas para producir un resultado compuesto.
- ◆ Operadores de distancia: Estos son un grupo de técnicas donde la distancia juega un papel clave en el análisis.

---

[52] Velázquez Sergio; Curso de Sistemas de Información Geográfica; Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza; Junio 1994; pág. 9

- ◆ Operadores de contexto: Conocido también como operadores de vecindad u operadores locales. Con este operador se crean nuevos mapas basados en la información en un mapa existente y el contexto en el cual se encuentra cada característica.

## **8.1 Programas de Sistemas de Información Geográfica.**

Algunos de los programas de Sistemas de Información Geográfica, son los siguientes:

### **8.1.1 Programa IDRISI.**

Esta diseñado para proveer una herramienta de Investigación Geográfica a nivel profesional a un bajo costo. Maneja principalmente datos geográficos de tipo raster; no obstante, también es capaz de trabajar en alguna medida con datos geográficos vectoriales y con tablas de atributos temáticos.

IDRISI no es un simple programa de computador, sino una colección de 100 programas modulares que pueden ser unidos a través de un menú. Estos módulos recaen en alguno de los tres grupos siguientes: [53]

- Módulo Central, que provee herramientas útiles para la entrada, almacenamiento, manejo y despliegue de imágenes tipo cuadrícula.

---

[53] Velázquez, Sergio; **Curso de Sistemas de Información Geográfica**; Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza; Febrero 1994; pág. 8

- Módulo Analítico, que provee el mayor grupo de herramientas para el análisis de imágenes tipo cuadrícula.
- Módulo periférico, asociado con la conversión de datos entre IDRISI y otros programas.

El programa IDRISI tiene opciones para realizar la digitalización de la información cartográfica en el formato análogo; los procedimientos para ello son de dos tipos:

digitalización vectorial y digitalización raster. Este programa cuenta con funciones para ambos métodos de digitalización. Para la digitalización vectorial el programa TOSCA; y para la digitalización raster, los módulos TIFIDRIS y COLOR. [54]

#### ◆ Programa TOSCA.

Este programa es un compañero y complemento de IDRISI. Comparte con él el formato de datos que genera. Las funciones principales de este programa se refieren a la digitalización vectorial: elaboración de la topología para el programa PC ARC/INFO, extracción de etiquetas y sus posiciones espaciales para preparar ficheros .SCR utilizables por la orden PLOT de IDRISI.[55]

### 8.1.2 Programa PC ARC/INFO.

Es un programa para PC y compatibles sobre sistema operativo DOS que permite la creación de un SIG en formato vectorial. Ha sido desarrollado por el Environmental System

---

[54] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap12, pág. 169

[55] Idem

Research Institute (ESRI). Responde a la necesidad de manejar y analizar grandes volúmenes de datos espaciales junto con sus atributos temáticos asociados, todo ello dentro de un sistema de coordenadas terrestres (UTM) que permite mantener la coherencia de la información recogida. [56]

El programa PC ARC/INFO, a partir de su estructura vectorial, permite la realización de dos tipos fundamentales de operaciones: [57]

- ❖ Superposición de dos coberturas distintas.
- ❖ Generación de áreas de influencia o corredores en todos o algunos de los elementos que componen una cobertura.

PC ARC/INFO se ha organizado en forma que la vertiente espacial y la vertiente temática se articulen en dos sistemas independientes, aunque relacionados, de manera que cualquier actualización en uno de ellos se refleja automáticamente en el otro, estos son los siguientes:[58]

- El sistema ARC maneja las coordenadas y la topología; está capacitado para manejar los datos de localización geográfica.
- El sistema INFO, de HENCO, almacena y maneja los atributos temáticos asociados (modelo relacional).

---

[56] Idem cap. 3, pág.25

[57] Idem cap. 8, pág. 111

[58] Idem cap. 3, pág. 25

El PC ARC/INFO está organizado en subsistemas separados, orientados cada uno de ellos hacia una fase de un proyecto SIG: creación de la base de datos gráfica, creación de la base de datos temática asociada, corrección de errores, análisis espacial, modelado cartográfico. Cada uno de estos cinco productos pueden ser comprados independientemente y “montado” sobre el programa base (Starter Kit).

➤ PC ARC/INFO Starter Kit o módulo básico es capaz de hacer uso de las utilidades de un PC (direccionar, crear y borrar ficheros); de transferir ficheros y soportar comunicaciones con otros PC o con un miniordenador donde esté instalado ARC/INFO. Además PC ARC/INFO Starter Kit incluye algunos comandos y subsistemas fundamentales, los cuales son: [59]

- ADS (Arc Digitizing System): Permite la creación y/o edición en PC ARC/INFO de bases de datos gráficas, además permite la digitalización topológica.
- CLEAN y BUILD: Comandos que generan la topología en las nuevas coberturas o en coberturas ya existentes modificadas.
- TABLES: Programa de creación, manipulación y gestión de una base de datos relacional.
- SML (Simple Macro Language): Lenguaje de programación de macros que incluye posibilidades de evaluación de expresiones, gestión de entradas y salidas de información y direccionamiento del flujo de control del programa.
- PLOT System: Conjunto de mandatos para enviar mapas o un ploter o una impresora.

---

[59] Idem cap. 3, pág. 27

- PC INFO: Programa de gestión de bases de datos temáticos asociados al PC ARC/INFO.
- PC ARCEDIT: Es más completo que el programa de digitalización del módulo principal (ADS), permite digitalizar y editar de forma interactiva tanto los elementos gráficos como la base de datos temática asociada.
- PC ARC PLOT: Es un módulo orientado fundamentalmente a la producción cartográfica, permite la selección de elementos de diferentes coberturas y su trazado con diferentes símbolos según el valor de sus atributos geográficos, incluye también la posibilidad de realizar consultas a la base de datos.

PC ARC PLOT presenta dos modalidades fundamentales de trabajo. Por un lado permite el despliegue en pantalla de los elementos que componen el mapa y además permite la creación interactiva de documentos cartográficos almacenables y editables [60].

- PC OVERLAY: Módulo que permite la manipulación y el análisis de la información geográfica (superposición de polígonos, generación de corredores, unión de coberturas adyacentes, extracción de áreas dentro de una capa temática.)
- PC DATA CONVERSION: Permite la transformación de formato raster a formato vectorial de PC ARC/INFO y la conversión de ese formato vectorial a otros formatos vectoriales (ATLAS, DIME, DLG, DXF, IGES, MOSS).

### 8.1.3 Programa ArcCAD

El ArcCAD es un software de Sistema de Información Geográfica que funciona dentro de AutoCAD (plataforma principal que utilizan muchos productos y programas).

---

[60] Idem cap.7, pág. 97

ArcCAD provee cartografía poderosa, manejo de los datos y herramientas de despliegue que trabajan directamente con el software de AutoCAD. En ArcCAD usuarios pueden crear, acceder e intercambiar datos.

Los beneficios que proporciona éste Sistema de Información Geográfica son los siguientes:[61]

- ❖ Cartografía: Crea mapas temáticos basados en bases de datos y crea alta calidad de los productos de la cartografía. Entrada fácil de los datos y corrección rápida de estos.
- ❖ Selección sofisticada y preguntas: Ejecuta preguntas relacionadas con las bases de datos e información espacial.
- ❖ Análisis espacial y modelado: Ejecuta capas de polígonos, líneas y puntos en polígonos.
- ❖ Apoya imagen raster: Presenta una variedad de imágenes monocromáticas y los usa como fondos para la información vectorial.

ArcCAD incluye un juego extensivo de ordenes que facilitan y refuerzan las características del mapa. Provee herramientas compatibles de dBASE que dejan asociar y tener datos descriptivos tabulares con las bases de datos del mapa. Se usa ArcCAD para la entrada de datos geográficos y corrección, selección y preguntas, análisis espacial y modelado, creación de leyendas y rendimientos de la cartografía.[62]

---

[61] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/arccad/arccad.html>

[62] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/arccad/description.html>

#### **8.1.4 Programa ATLAS**

Es un software de Sistema de Información Geográfico que se utiliza para manejar los datos estadísticos e información geográfica. Profesionales del negocio mundial cuentan con ATLAS el cual les ayuda a las decisiones que mejoren la eficacia y rentabilidad de su organización; así mismo lo utilizan para diseñar el balance base de los territorios de cada región en el mercado potencial.[63]

Profesionales de la planificación pueden rápidamente tomar posición en tendencias demográficas, cambios medioambientalistas y dibujos del comercio. ATLAS ofrece un avanzado diseño de bases de datos en Lotus 1-2-3, Microsoft Excel o archivos compatibles de dBASE. ATLAS provee de herramientas poderosas para crear y corregir los mapas, digitalización de ellos; además permite agregar o revisar los puntos, líneas o polígonos en los mapas. [64]

Los requisitos del sistema son: compatible con IBM PC 386, 486 o se recomienda de más capacidad; 4 MB RAM o de 8 MB RAM; DOS 5.0 o versión mayor; Windows ( 3.X, 95, NT ).

#### **8.1.5 Programa ArcView**

ArcView es un software del Sistema de Información Geográfica, permite que se trabaje con tablas, mapas y figuras, todo en una aplicación. ArcView utiliza mapas a lo largo del análisis tradicional; así como también hojas de cálculo y gráficas del negocio. Se pueden

---

[63] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/atlas/description.html>

[64] Idem

reforzar los mapas con una amplia gama de imágenes y formato raster en las que incluyen: SPLOT, TIFF, JFEG y ERDAS. Se ha estimado que el 80 % de los datos tienen componentes de la geografía tal como nombres del país, estado, codificación postal. Con ArcView es sencillo unir los datos directamente a los mapas a través de componentes de la geografía; se puede tazar datos tabulares de acceso; las bases de datos que se pueden utilizar en este software son: dBASE, foxbase, ASCII, INFO o cualquier base de datos SQL u ODBC.[65]

Con el ArcView en un mapa se pueden integrar diferentes tipos de datos, como de negocios, demografía e imágenes. Además, este software presenta maneras nuevas de formular preguntas y analizar los datos; pueden hacerse preguntas a los datos según la localidad, volumen, proximidad e intersección; se pueden agregar territorios, localidades a un mapa y se pueden modificar o crear diferentes tipos de mapas. ArcView corre en Windows (3.1, 95 y NT ), Macintosh, UNIX. [66]

### 8.1.6 Programa MapObjects

El programa MapObject versión 1.2 es un colección de cartografía y aplicaciones diseñadas por los componentes de los Sistemas de Información Geográfica, consta de un controlador ActiveX ( OCX ) y una colección de programación de los objetos de la automatización ActiveX. [67]

---

[65] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/arcview/description.html>

[66] Idem

[67] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/prducts/mapobjects/mo21.html>

### 8.1.7 Programa MAPLEX.

Es un nuevo software automatizado que ha sido desarrollado por el Environmental System Research Institute (ESRI), para la colocación de nombres. Maplex corre debajo de PC Pentium y Windows NT. [68]

Las utilidades que proporciona este programa son: [69]

- Puede automáticamente colocar puntos, líneas y áreas en algún lugar, coloca etiquetas de acuerdo como el usuario lo especifique.
- Da lugar rápidamente a varias etiquetas por segundo.
- El costo de la producción de la cartografía está arriba de 40 %.
- Representa los recursos con mayor eficacia.

### 8.1.8 WinGIS

WinGIS es un Sistema de Información Geográfica profesional, opera en el ambiente de Microsoft Windows. Permite integrar mapas, datos, textos, imágenes y multimedia como una solución de la cartografía completa. [70]

Este programa es capaz de operar en un posición ambiente solo o efectivamente en relación con herramientas del desarrollo de las bases de datos tal como visual Basic, foxpro, powerBuilder, SQL Windows y C++. Las características de WinGIS son las siguientes: [71]

- Creación de capas de polígonos, topología dinámica, punto, líneas en función del polígono.

---

[68] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/maplex/maplex.html>

[69] Idem

[70] Dirección de Internet = <http://www.progis.com/wingis.html>

[71] Idem

- Importa/exporta: DXF, PXF, ARC/INFO, MapInfo, SICAD, DKM, WinGIS, ASCII.
- Gráficos de la cartografía: Mapas continuos, rejas, corrección, trazos y digitalización.
- Herramientas del negocio: Mapas de barras y pastel, símbolos, objetos de etiquetas y capas de las bases de datos.
- Objeto base: puntos, símbolos, líneas, polígonos, arcos, círculos, imagenes raster, texto, figuras de negocios y multimedia.
- Plataformas: Microsoft Windows ( 3.1X, 95 y NT ).

### 8.1.9 Programa WinMap

WinMap es una versión más pequeña de WinGIS, es un software para el análisis de la cartografía ejecutiva y preguntas del sistema. Es un Sistema de Información Geográfica completo sin funciones técnicas seguras, pero todavía ejecuta funciones del análisis del mapa tal como: Ver el mapa, edición y corrección de estos; realizar trazos, preguntas e informes.[72]

Las características de WinMap son:[73]

- Análisis de los Sistemas de Información Geográfica: Creación y capas de polígonos, topología dinámica, punto y líneas en polígonos.
- Importa: DF
- Gráficos de la cartografía: Mapas continuos, rejas, corrección y trazados.

---

[72] Dirección de Internet = <http://www.progis.com/winmap.html>

[73] Idem

- Herramientas del negocio: Mapas de barras y pastel, símbolos, objetos de etiquetas y capas de bases de datos
- Plataformas: Microsoft Windows (3.XX, 95 y NT)

#### **8.1.10 BusinessMAP PRO.**

Es un software de la cartografía propiamente para negocios, transforma la información de las bases de datos, hojas de cálculo. Algunas de las utilidades que proporciona este software son: [74]

- ❑ Ejecuta análisis y mercado demográfico.
- ❑ Ejecuta planificación estratégica.
- ❑ Integra mapas en las presentaciones.
- ❑ Diseña llamadas de las ventas en vigor.

BusinessMap Pro ofrece las herramientas para que un negocio pueda crecer e imagina el crecimiento en el futuro. Es una solución de la cartografía de las bases de datos muy económica que deja los negocios a una entrada en el mundo de la cartografía y Sistemas de Información Geográfica.[75]

#### **8.1.11 Programa Data automation Kit**

Este nuevo software empaqueta perfectamente complementos del software ArcView y

---

[74] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/busmap-pro/busmappro.html>

[75] Idem

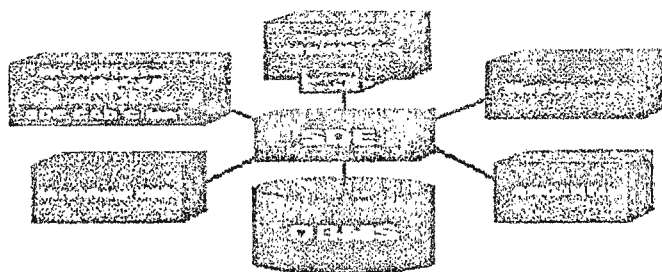
otros software de la cartografía; además los datos se pueden digitalizar o convertir datos de muchos formatos, como funciona en el programa ARC/INFO. Corre en versiones de Windows (3X, 95 y NT) [76]

Algunas de las utilidades que proporciona el software Data Automation Kit son las siguientes:[77]

- ❖ Ejecuta la digitalización de alta calidad y la corrección de los datos.
- ❖ Convierte los datos.
- ❖ Los datos los proyecta virtualmente en cualquier posición del mapa.

#### 8.1.12 Equipo de bases de datos espacial ( Spatial Database Engine –SDE-).

Los datos espaciales basados en objetos accesan equipos implementados en varios comerciales DBMS, estos usan normas abiertas y clientes verdaderos y/o arquitectura del servidor. [78]



---

[76] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/dak/dak.html>

[77] Idem

[78] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/sde/sde.html>

Ahora se pueden guardar y manejar los datos espaciales con todos los otros datos de las empresas en un sistema de manejo de base de datos normal (DBMS). SDE provee herramientas poderosas que se pueden utilizar para el análisis de los datos simples o bases de datos espaciales complejas que son muy grandes.[79]

Algunas de las utilidades que ofrece SDE son las siguientes:

- ◆ Maneja millones de rasgos espaciales, esta base de datos contiene información del camino, archivos del paquete de la tierra, localidades del cliente.
- ◆ Accesa y recupera datos sumamente rápidos: gracias a su cliente del proceso cooperativo/arquitectura del servidor, SDE es más rápido que cualquier otra tecnología espacial.
- ◆ Acceso espacial y funciones del análisis geométrico, preguntas de bienes raíces y verifican riesgos ambientales.
- ◆ Acceso a datos espaciales por área local y área ancha conectada a una red de computadora. Utiliza protocolo TCP/IP y representación de los datos externos (XDR).
- ◆ Se integra con ArcView versión 3.0 y MapObject; estos productos ESRI pueden ser instalados como clientes a SDE, así un diseñador puede escoger entre C, C++ o desarrollarlos en aplicaciones rápidas (RAD) tal como herramientas ArcView o Visual Basic.
- ◆ Se puede integrar a otra información proveniente de otros productos relacionados con aplicaciones de la cartografía u otras aplicaciones que requieran análisis geométrico.

---

[79] Dirección de Internet = <http://www.esri.com/base/products/sde/sde.html>

### **8.1.12.1 Sistema Manejador de base de datos (DBMS).**

Un DBMS es una colección de numerosas rutinas de software interrelacionadas, cada una de las cuales es responsable de alguna tarea específica. Las funciones principales de DBMS son las siguientes:

- Mantener la integridad y seguridad de los datos.
- Crear y organizar la base de datos.
- Registrar el uso de una base de datos.
- Manejar los datos de acuerdo con las peticiones de los usuarios.
- Establecer y mantener las trayectorias de acceso a la base de datos, de tal manera que los datos en cualquier parte de la base se puedan acceder rápidamente.

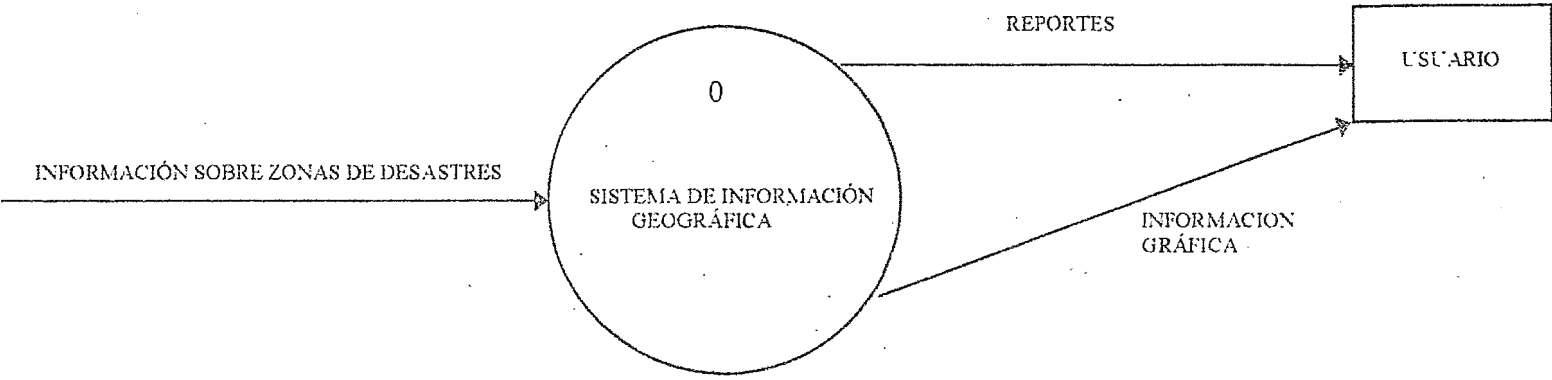
Entre las funciones principales de un manejador de la base de datos se encuentran las siguientes:

- Formular y coordinar los requerimientos de la base de datos.
- Diseñar los esquemas conceptuales y externos de la base.
- Implantar y mantener el sistema de la base de datos.

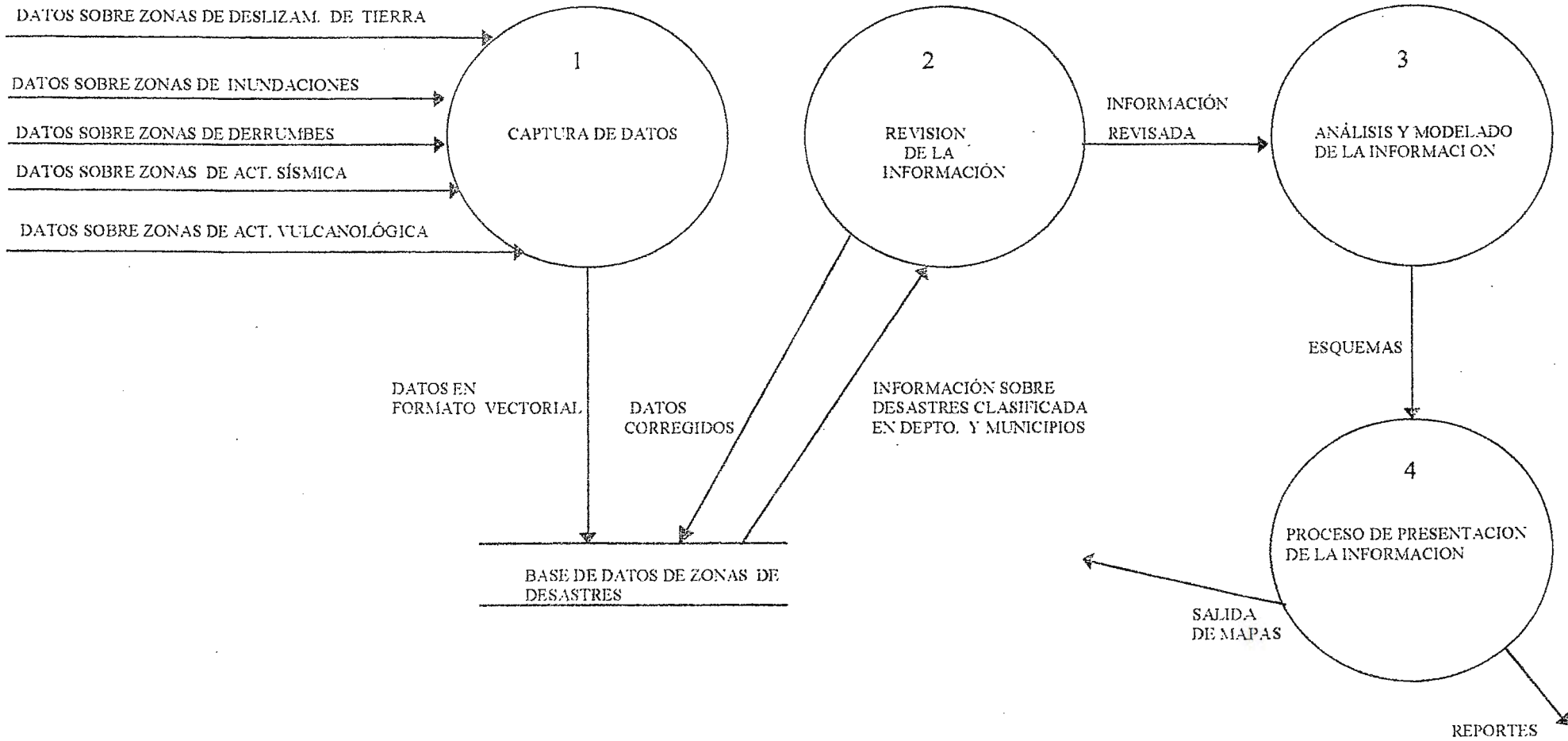
**CAPITULO 9**  
**ANÁLISIS DEL SISTEMA**

En esta etapa se analizarán los procesos que se deben realizar para llegar a la elaboración del mapa temático o mapa de riesgos.

NIVEL 0.

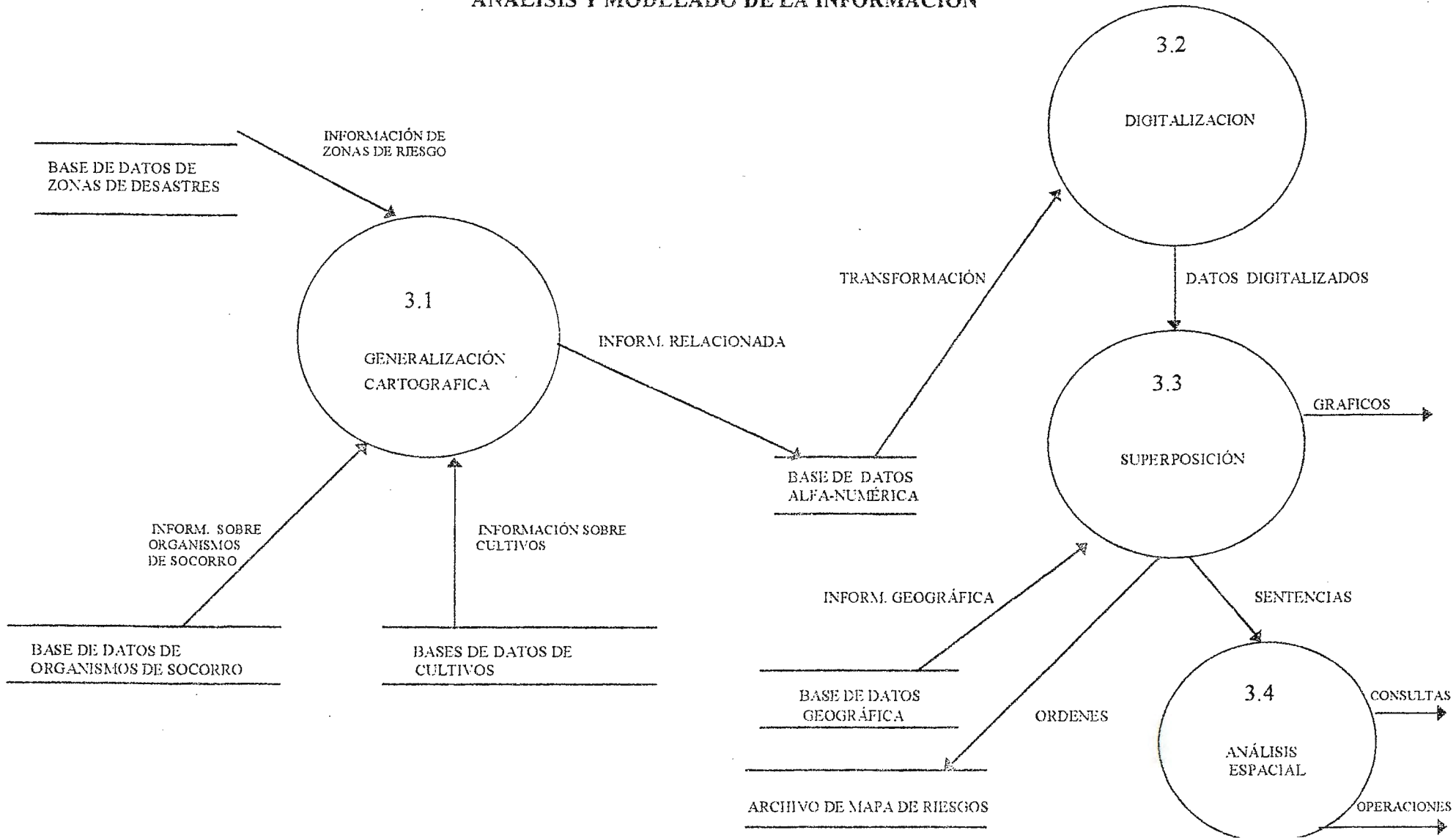


# NIVEL 1

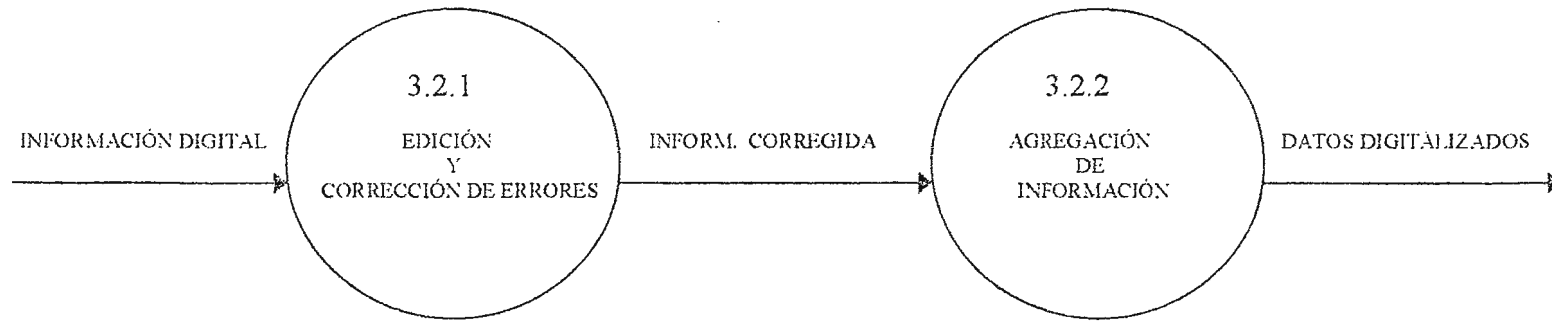


## NIVEL 2

### ANÁLISIS Y MODELADO DE LA INFORMACIÓN



NIVEL 3.  
DIGITALIZACIÓN



**CAPITULO 10.**

**DISEÑO DE LA BASE DE DATOS**

## CAPITULO 10.

### DISEÑO DE LAS BASES DE DATOS

El diseño de la base de datos se presenta en detalle en este capítulo. Para el modelado de datos, primeramente se definieron las entidades y relaciones que intervinieron en la generación de las distintas tablas que formaron parte del mapa de riesgos, las cuales se representan a través del modelo entidad-relación (ver anexo 5). Las entidades se definieron a partir de la información que se maneja en ellas; posteriormente se establecieron las propiedades o atributos de cada entidad, se asignó la ocurrencia o cardinalidad entre las mismas y la identificación o llave principal de cada una.

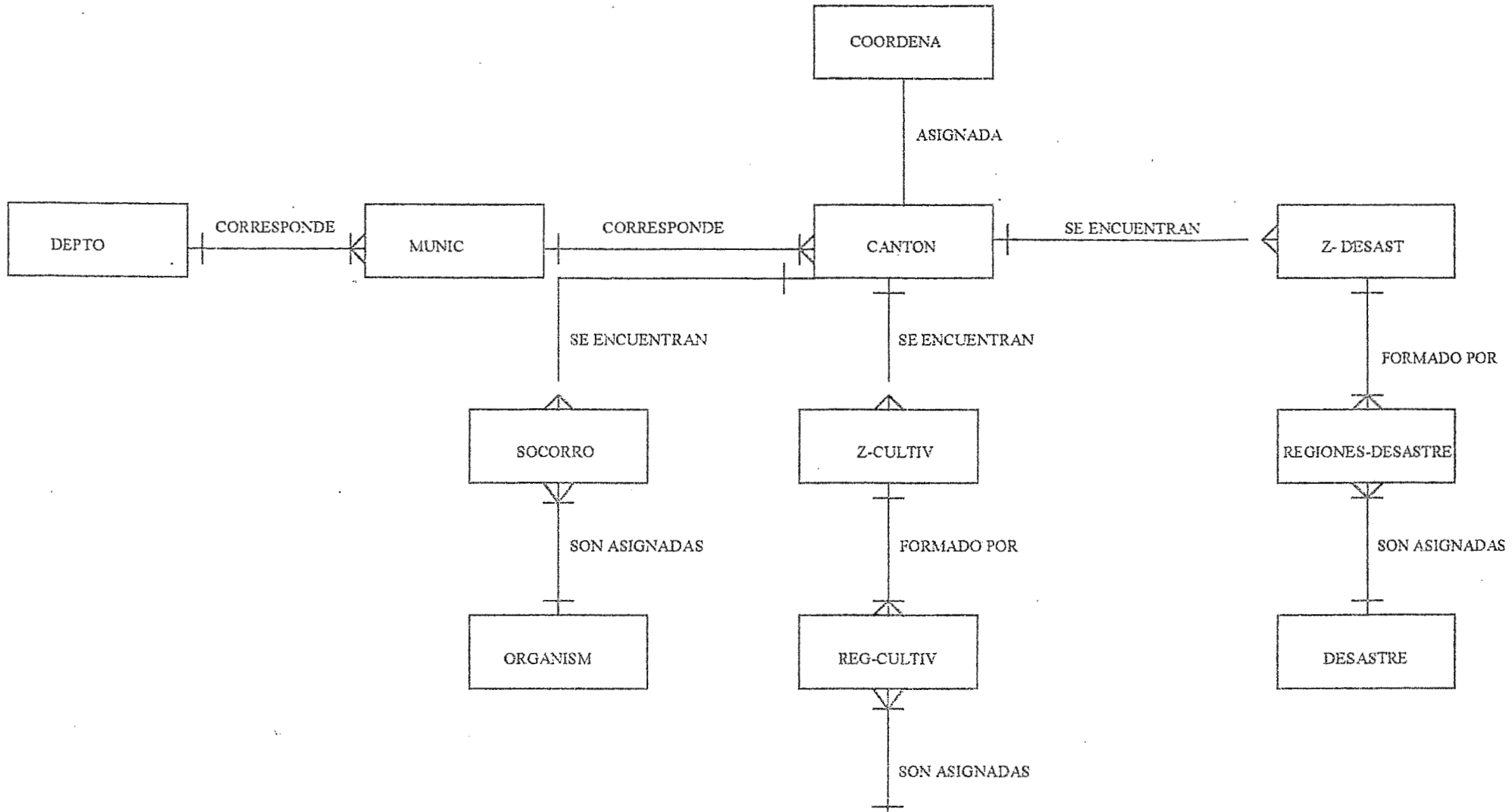
Después de haber identificado las entidades de las diferentes tablas, se procedió a integrarlas entre sí, hasta obtener el modelo conceptual de datos. Para lo cual primeramente se redefinió el diagrama, convirtiendo algunas relaciones en entidades compuestas.

Para las relaciones de muchos-a-muchos (ver anexo5), se creó una nueva entidad y su respectiva relación, en la que se incorporaron las llaves primarias de las entidades que intervinieron; por ejemplo: la relación muchos-a-muchos que se muestra entre las entidades de zonas de riesgo y tipo de desastre se rompió con la entidad REGIONES DE DESASTRE, modificando el diagrama con los atributos de cada entidad, y las llaves primarias se encuentran subrayadas dentro de cada una de las tablas representadas en el modelo.

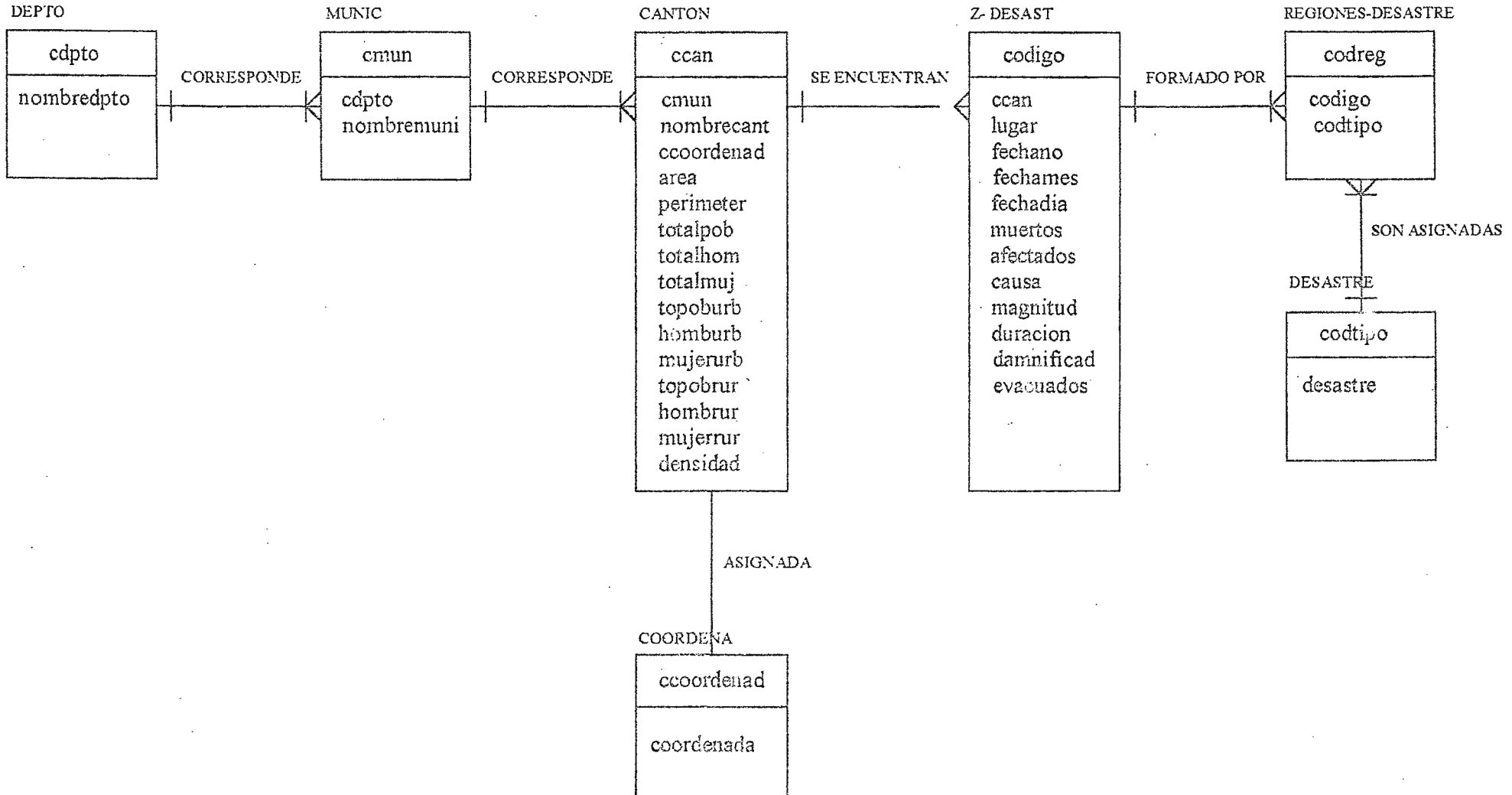
Además se presenta la descripción de las estructuras de cada una de las tablas contenidas en los diferentes modelos lógicos, en la cual cada una de las tablas fueron elaboradas en FOXPRO.

En las secciones siguientes se presentan: el modelo entidad-relación y el modelo conceptual a nivel de cantones, así como también la descripción de las estructuras de cada entidad.

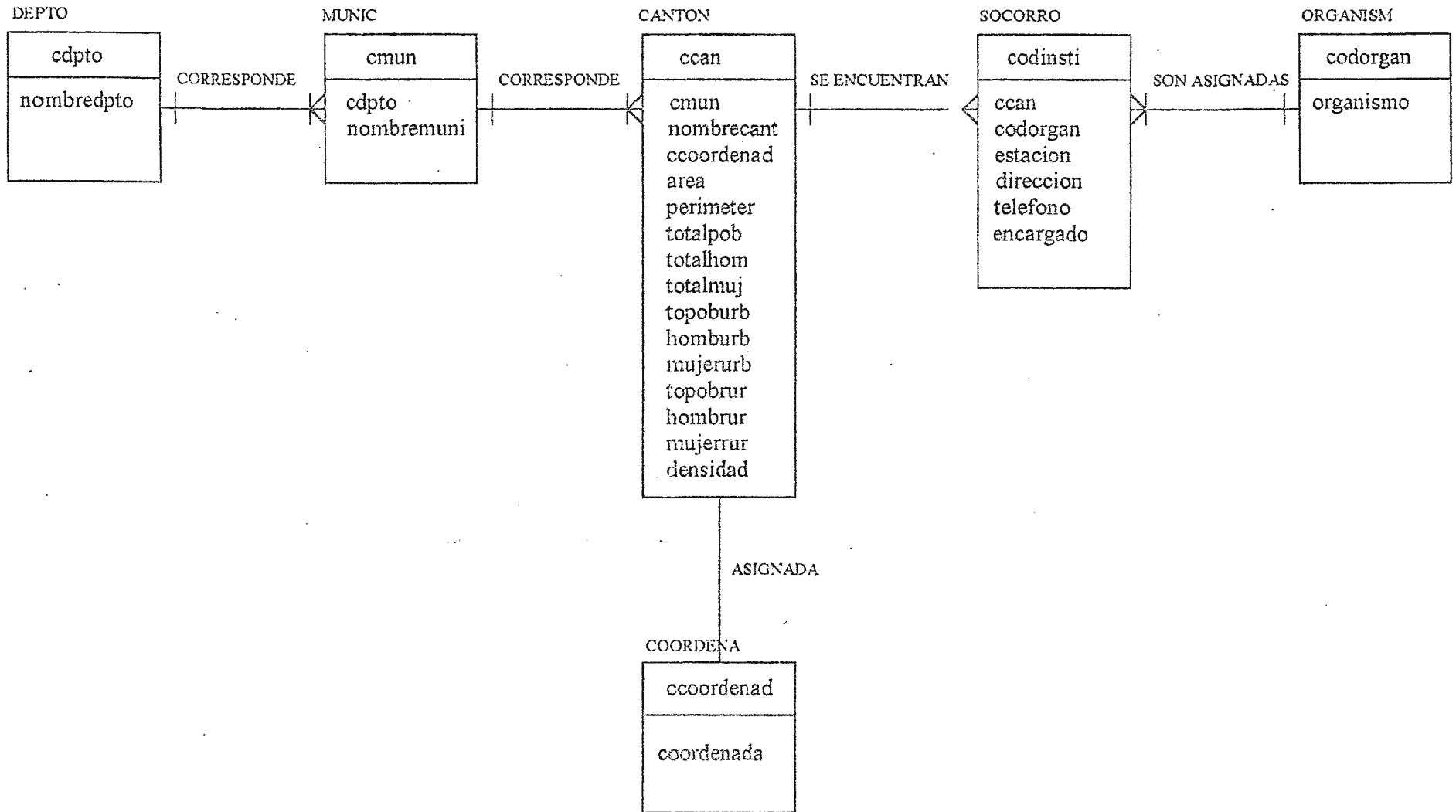
# MODELO ENTIDAD-RELACION A NIVEL DE CANTONES



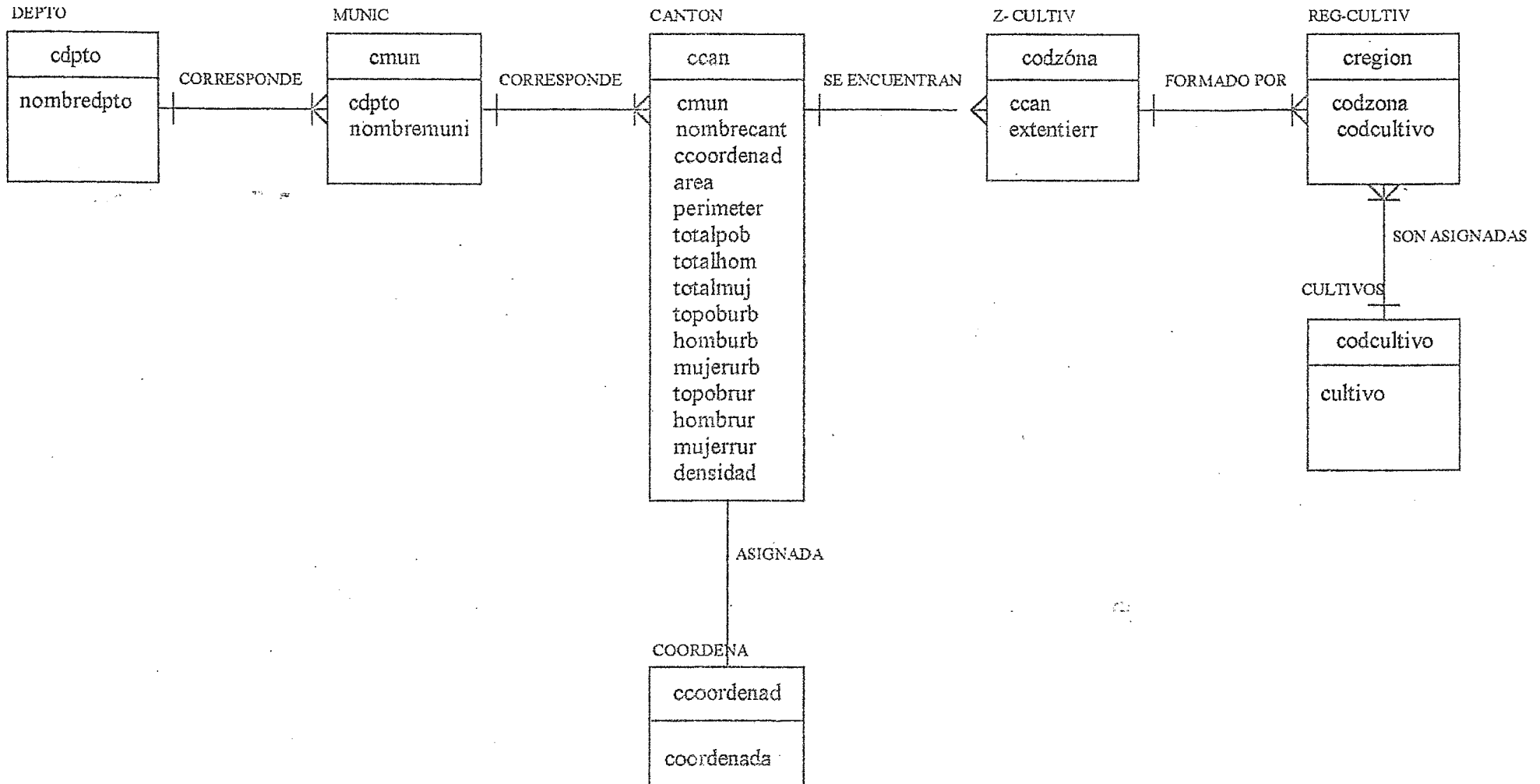
PRIMER MODELO CONCEPTUAL A NIVEL DE CANTONES



## SEGUNDO MODELO CONCEPTUAL A NIVEL DE CANTONES



### TERCER MODELO CONCEPTUAL A NIVEL DE CANTONES



## 10.1. ESTRUCTURAS DE LAS TABLAS A NIVEL DE CANTONES

### 10.1.1. Estructura de la tabla: depto.

Tabla que contiene el código y los nombres de los departamentos de El Salvador.

```
Structure for database: DEPTO.DBF
Number of data records:      14
Code Page                    : 0
Field  Field Name  Type      Width  Dec   Index  Collate
   1   CDPTO      Character    2
   2  NOMBREDPTO  Character   12
** Total **                  15
```

Donde:

- ◆ **CDPTO:** Representa el código del departamento y es la llave primaria de dicha tabla.
  
- ◆ **NOMBREDPTO:** Representa el nombre del departamento

### 10.1.2. Estructura de la tabla: munic.

Tabla que contiene el código y los nombres de los municipios de El Salvador.

```
Structure for database: MUNIC.DBF
Number of data records:      261
Code Page                    : 0
Field  Field Name  Type      Width  Dec  Index  Collate
  1  CDPTO        Character  2
  2  CMUN         Character  3
  3  NOMBREMUNI   Character 33
** Total **                  39
```

Donde:

- ◆ CMUN: Es el código del municipio y es la llave primaria de dicha tabla.
- ◆ NOMBREMUNI: Representa el nombre del municipio.
- ◆ CDPTO: Es la llave foránea para relacionar dicha tabla con la de departamentos.

### 10.1.3. Estructura de la tabla: cantón.

El código y los nombres de los cantones de El Salvador, así como información general sobre cada cantón, se almacenan en esta tabla.

Structure for database: CANTON.DBF

Number of data records: 2023

Code Page : 0

Field	Field Name	Type	Width	Dec	Index	Collate
1	CMUN	Character	3			
2	CCAN	Character	4			
3	NOMBRECANT	Character	38			
4	CCOORDENAD	Character	4			
5	AREA	Numeric	13	6		
6	PERIMETER	Numeric	13	6		
7	TOTALPOB	Numeric	11	2		
8	TOTALHOM	Numeric	11	2		
9	TOTALMUJ	Numeric	11	2		
10	TOPOBURB	Numeric	11	2		
11	HOMBURB	Numeric	11	2		
12	MUJERURB	Numeric	11	2		
13	TOPOBRUR	Numeric	11	2		
14	HOMBRUR	Numeric	11	2		
15	MUJERRUR	Numeric	11	2		
16	DENSIDAD	Numeric	12	2		
**	Total	**	187			

Donde:

- ◆ **CCAN:** Representa el código del cantón y es la llave primara de dicha tabla.
- ◆ **CMUN:** Es la llave foránea para relacionar dicha tabla a la de municipios

- ◆ **NOMBRECANT:** Contiene los nombres de cada cantón.
  
- ◆ **CCOORDENAD:** Es la llave foránea para poder relacionar la tabla de coordenadas con la de cantones.
  
- ◆ **AREA:** Representa el área de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **PERIMETER:** Representa el perímetro de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **TOTALPOB:** Representa el total de población de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **TOTALHOM:** Representa el total de hombres de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **TOTALMUJ:** Representa el total de mujeres de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **TOPOBURB:** Representa el total de la población urbana de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **HOMBURB:** Representa el total de hombres urbanos de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **MUJERURB:** Representa el total de mujeres urbanas de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **TOPOBRUR:** Representa el total de la población rural de cada cantón de El Salvador.

- ◆ **HOMBRUR:** Representa el total de hombres rurales de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **MUJERRUR:** Representa el total de mujeres rurales de cada cantón de El Salvador.
  
- ◆ **DENSIDAD:** Representa la densidad de cada cantón de El Salvador.

#### 10.1.4. Estructura de la tabla: desastre.

Tabla que contiene el código del tipo de desastre y el nombre de los desastres que se utilizarán en dicho trabajo, los cuales son: derrumbes, actividad sísmica, actividad vulcanológica, deslizamientos de tierra e inundaciones.

```
Structure for database: DESASTRE.DBF
Number of data records:      5
Code Page                   : 0
Field  Field Name  Type      Width  Dec   Index  Collate
   1  CODTIPO     Character    1
   2  DESASTRE    Character   25
** Total **                27
```

Donde:

- ◆ CODTIPO: Representa el código del tipo de desastre y es la llave primaria de dicha tabla.
  
- ◆ DESASTRE: Representa el nombre del desastre.

### 10.1.5. Estructura de la tabla: Z-desast.

La información sobre las diferentes zonas de desastres ocurridos en El Salvador se presentan en esta tabla.

Structure for database: Z-DESAST.DBF

Number of data records: 163

Code Page : 0

Field	Field Name	Type	Width	Dec	Index	Collate
1	CODIGO	Character	3			
2	CCAN	Character	4			
3	LUGAR	Character	30			
4	FECHANO	Character	4			
5	FECHAMES	Character	2			
6	FECHADIA	Character	2			
7	MUERTOS	Numeric	11			
8	AFECTADOS	Numeric	11			
9	CAUSA	Character	25			
10	MAGNITUD	Character	10			
11	DURACION	Numeric	11			
12	DAMNIFICAD	Numeric	11			
13	EVACUADOS	Numeric	11			
**	Total	**	136			

Donde:

- ◆ CODIGO: Representa el código de cada zona de riesgo y es la llave primaria de dicha tabla.
- ◆ CCAN: Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de cantones.
- ◆ LUGAR: Representa el sitio en donde ocurrió el desastre.
- ◆ FECHANO: Representa el año en el que ocurrió el desastre.

- ◆ FECHAMES: Representa el mes en que ocurrió el desastre.
- ◆ FECHADIA: Representa el día en que ocurrió el desastre.
- ◆ MUERTOS: Indica la cantidad de muertos que hubieron por el desastre.
- ◆ AFECTADOS: Indica la cantidad de personas afectadas por el desastre.
- ◆ CAUSA: Representa la causa del desastre.
- ◆ MAGNITUD: Representa la magnitud del desastre.
- ◆ DURACION: Indica en tiempo cual es la duración del desastre.
- ◆ DAMNIFICAD: Indica la cantidad de personas damnificadas por el desastre.
- ◆ EVACUADOS: Indica la cantidad de personas evacuadas.

### 10.1.6. Estructura de la tabla: regiones-desastre.

Esta tabla se establece para romper la relación de muchos-a-muchos entre la tabla de zonas de riesgo y la de tipo de desastre.

Structure for database: REGIONES-DESASTRE.DBF

Number of data records: 163

Code Page : 0

Field	Field Name	Type	Width	Dec	Index	Collate
1	CODREG	Character	3			
2	CODIGO	Character	3			
3	CODTIPO	Character	1			
**	Total	**	8			

Donde:

- ◆ **CODREG:** Contiene el código de las regiones de desastre y es la llave primaria de dicha tabla.
- ◆ **CODIGO:** Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de zonas de riesgo.
- ◆ **CODTIPO:** Es la llave foránea para poder relaciona dicha tabla con la de tipo de desastre.

### 10.1.7. Estructura de la tabla: socorro.

Socorro es una tabla que contiene el código de cada institución; así mismo muestra información sobre los diferentes organismos de socorro como: bomberos, cruz roja, cruz verde, policía nacional civil, Comité de Emergencia Departamental, unidades militares, comandos de salvamento, hospitales, centros de salud, centros rurales de nutrición, unidades de salud, puestos de salud, puestos comunitarios, clínica regional, dispensarios de salud.

Structure for database: SOCORRO.DBF

Number of data records: 918

Code Page : 0

Field	Field Name	Type	Width	Dec	Index	Collate
1	CODINSTI	Character	3			
2	CCAN	Character	4			
3	CODORGAN	Character	2			
4	ESTACION	Character	53			
5	DIRECCION	Character	76			
6	TELEFONO	Character	27			
7	ENCARGADO	Character	55			
**	Total	**	221			

Donde:

- ◆ **CODINSTI:** Representa el código de cada una de las instituciones de socorro y es la llave primaria de dicha tabla.
- ◆ **CCAN:** Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de cantones.
- ◆ **CODORGAN:** Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de organismos.

- ◆ ESTACION: Representa el nombre de la institución.
  
- ◆ DIRECCION: Contiene la dirección de cada institución.
  
- ◆ TELEFONO: Contiene el teléfono de cada institución.
  
- ◆ ENCARGADO: Contiene los principales nombres de los encargados de cada institución.

### 10.1.8. Estructura de la tabla: organism

El código y el nombre de los diferentes tipos de organismos se presentan en esta tabla.

```
Structure for database: ORGANISM.DBF
Number of data records:      15
Code Page                   : 0
Field  Field Name  Type          Width  Dec   Index  Collate
   1  CODORGAN    Character      2
   2  ORGANISMO   Character     35
** Total **                  38
```

Donde:

- ◆ CODORGAN: Representa el código del organismo y es la llave primaria de dicha tabla.
  
- ◆ ORGANISMO: Representa el nombre del organismo.

### 10.1.9 Estructura de la tabla: Z-cultiv.

La información sobre las zonas cultivadas se estructuró de la siguiente manera:

```
Structure for database: Z-CULTIV.DBF
Number of data records: 1023
Code Page : 0
Field  Field Name  Type          Width  Dec   Index  Collate
   1  CODZONA      Character      4
   2  CCAN         Character      4
   4  EXTENTIERR   Numeric       10
** Total **                19
```

Donde:

- ◆ CODZONA: Es el código de cada zona cultivada.
  
- ◆ CCAN: Es la llave foránea para relacionar dicha tabla a la de cantones.
  
- ◆ EXTENTIERR: Contiene la extensión de tierra cultivada.

### 10.1.10 Estructura de la tabla: Reg-cultiv.

Esta tabla se establece para romper la relación de muchos-a-muchos entre la tabla de zonas cultivadas y la de tipo de cultivo.

```
Structure for database: REG-CULTIV.DBF
Number of data records:      21
Code Page                    : 0
Field  Field Name  Type      Width  Dec   Index  Collate
  1  CREGION      Character    4
  2  CODZONA      Character    4
  3  CODCULTIVO   Character    1
** Total **                  10
```

Donde:

- ◆ CREGION: Es la llave primaria y contiene el código de cada región cultivada.
  
- ◆ CODZONA: Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de zonas cultivadas.
  
- ◆ CODCULTIVO: Es la llave foránea para poder relacionar dicha tabla con la de tipo de cultivo.

### 10.1.11. Estructura de la tabla: cultivos.

Cultivos es una tabla que contiene el código del tipo de cultivo y el nombre de estos, como son: frijol, maicillo, maíz.

```
Structure for database: CULTIVOS.DBF
Number of data records:      3
Code Page                    : 0
Field  Field Name  Type      Width  Dec  Index  Collate
   1  CODCULTIVO  Character    1
   2  CULTIVO     Character   10
** Total **                  12
```

Donde:

- ◆ CODCULTIVO: Representa el código del cultivo y es la llave primaria de dicha tabla.
  
- ◆ CULTIVO: Representa el nombre del cultivo.

### 10.1.12 Estructura de la tabla: coordena

Esta tabla contiene las coordenadas para ubicar en el mapa los puntos en donde se encuentran ubicadas las zonas de riesgo, zonas cultivadas e instituciones de socorro.

```
Structure for database: COORDENA.DBF
Number of data records: 2223
Code Page : 0
Field  Field Name  Type          Width  Dec  Index  Collate
   1  CCOORDENAD  Character     4
   2  COORDENADA  Character    11
** Total **                16
```

Donde:

- ◆ CCOORDENAD: Representa el código de cada una de las coordenadas y es la llave primaria de dicha tabla.
  
- ◆ COORDENADA: Contiene las coordenadas donde esta ubicados en el mapa los organismos de socorro, zonas de riesgo, zonas cultivadas.

**CAPITULO 11.**

**APLICACIÓN DEL PROGRAMA  
ARC/INFO Y ARC VIEW**

# CAPITULO 11.

## APLICACION DEL PROGRAMA

### ARC/INFO Y ARC VIEW

Para la realización del mapa de riesgos fue necesario utilizar ciertas coberturas con atributos de arcos, polígono y líneas. (Ver capítulo 1: Marco teórico, página 24). A continuación se explicarán en donde residen estas coberturas.

#### 11.1 Ficheros más comunes dentro de una cobertura.

Todos los elementos que aparecen relacionados en una cobertura son organizados por PC ARC/INFO en distintos ficheros, la mayor parte de ellos inaccesibles al usuario. Estos son algunos de los más frecuentes: [80]

- ◆ AAT.DBF (*Arc attribute table*). Tabla de atributos de los arcos, accesible desde TABLES o desde dBASE III Plus: contiene los números internos de los nodos inicial y final de cada arco (FNODE\_, TNOD\_), el polígono situado a la izquierda y derecha (LPOLY\_, RPOLY\_), la longitud (LENGTH), el número interno (Cover\_) y el identificador de usuario de cada arco (Cover\_ID). Como su equivalente (tabla PAT), es creada automáticamente por el programa al ejecutar los mandatos de generación de topología (CLEAN y BUILD).

---

[80] Bosque, Joaquín; Escobar, Francisco Javier; Salado, María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA; cap12, pág. 169

- ◆ ARC (*Arc coordinates and topology*): coordenadas y topología de arcos.
- ◆ ARF (*Arc cross-reference file*): fichero de referencia cruzada de arcos. Creado también al generar la topología.
- ◆ BND.DBF (*Boundary*): coordenadas máximas y mínimas de la cobertura. Debe consultarse desde TABLES o dBASE para rasterizar una cobertura, por ejemplo.
- ◆ CNT (*Polygon centroid table*): tabla de centroides de polígonos; cuando se pide al programa que genere automáticamente las etiquetas que identificaran los polígonos, PC ARC/INFO debe hallar previamente esos centroides donde colocara la etiqueta.
- ◆ LAB (*Label point coordinates and topology*): coordenadas y topología de los puntos de etiqueta.
- ◆ LOG: Fichero histórico rico en formato ASCII de cada cobertura y cada espacio de trabajo: en él se registran las operaciones realizadas en ese ámbito. En ocasiones sirve de ayuda para seguir paso a paso las modificaciones realizadas.  
Dado que todos estos registros se acumulan, es conveniente borrarlo periódicamente.
- ◆ LUT.DBF (*Lookup table<sup>2</sup>*): tabla de referencia de datos creada por TABLES; en PC ARC/INFO, este tipo de tablas externas son utilizadas con varios fines; en PC ARCPLOT permite construir paletas de color, y en PC OVERLAY, las llamadas buffer table, etc.
- ◆ UMSK (*Mask*): fichero que almacena las *mascaras de edición* de la cobertura (elementos

modificados o introducidos desde el último proceso de generación de topología). Una vez que se ejecutan BUILD o CLEAN, este fichero desaparece.

- ◆ PAL Topología de polígonos.
- ◆ PAT.DBF (*Polygon/Point attribute table*): Equivalente a la tabla de atributos de arcos (AAT); también accesible desde los gestores relacionales de bases de datos citados. Inicialmente se encontrarán en este fichero los siguientes ítems: AREA, PERIMETER (en el caso de las coberturas de puntos, en ambos aparecerán ceros), COVER\_ (identificador interno, correlativo) y COVER\_ID (identificador de usuarios).
- ◆ PRF (*Polygon /Point cross-reference file*): fichero de referencia cruzada de puntos o polígonos. Equivalente al fichero ARF visto antes.
- ◆ TIC.DBF: Coordenadas e identificadores de los *tic* o puntos de control. Accesible desde TABLES o dBASE.
- ◆ TOL (*Coverage processing tolerances*): almacena las tolerancias *fuzzy* y *dangle* de la cobertura; estos valores pueden ser consultados mediante el mandato TOLERANCE del módulo principal
- ◆ TRN.DBF (Tabla de giros). Creado por la orden TURNTABLE, es otro de los ficheros que puede manejar TABLES; los ítems que contiene por defecto son: NODE, ARCI\_, ARC2\_, AZIMUTH, ANGLE, ARCI\_ID, ARC2\_ID.

◆ TXT Anotaciones de la cobertura.

Actualmente la Unidad de Información Geográfica de la DGEA ha elaborado ciertas coberturas, las cuales se utilizaron en el mapa de riesgos de El Salvador, en la que se mencionan las siguientes:

- Coberturas para ubicar gráficamente los diferentes lugares de El Salvador en donde se encuentran los organismos de socorro tratados anteriormente.
- Coberturas para ubicar gráficamente las zonas de cultivo del maíz, frijol y arroz.
- Coberturas para ubicar gráficamente las zonas de actividad sísmica y de inundaciones.

Los ficheros para dichas coberturas se realizaron en ARC/INFO y FOXPRO y la presentación del mapa se elaboró en ARC VIEW. (Ver anexo 7: Mapa de riesgo de El Salvador).

## **CAPITULO 12**

### **MANUAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA BASE DE DATOS**

## **CAPITULO 12.**

### **MANUAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA BASE DE DATOS.**

Se implementó un sistema para el mantenimiento de la base de datos que forma parte del mapa de riesgos de El Salvador, dicho sistema fue elaborado en un lenguaje de cuarta generación: "Visual FoxPro". El cual consiste en un entorno de desarrollo para escribir aplicaciones de bases de datos. Proviene de la generación xBASE de lenguajes de programación, que incluye entre otros: dBASE II y III, clipper, FoxBASE y FoxPro

A pesar de existir otros lenguajes de cuarta generación para el manejo de base de datos; se seleccionó Visual FoxPro por la capacidad de especializarse en el manejo de las bases de datos trabajando de esta manera en un ambiente gráfico; además presenta las características de ser un sistemas amigable para los usuarios, de ofrecer mejor flexibilidad y acceso a los datos.

En este capítulo se presentan los requerimientos necesarios para el sistema, el esquema general, el diseño de las entradas y salidas del sistema, así como también se mostrará las pantallas para el respaldo de la información y para el acceso a seguridad.

Además, para facilitar el uso del sistema se le ha incorporado ayuda en línea y se han generado manuales prácticos de usuario.

## 12.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

### 1. Requerimientos de Software.

Para instalar el sistema de mantenimiento es necesario que la computadora trabaje por lo menos con Microsoft Windows 3.x o 95, y que tenga instalado Microsoft Visual FoxPro 5.0.

### 2. Requerimientos de Hardware.

El sistema de mantenimiento necesita de 20.4 MB de espacio en el disco duro de la computadora; a continuación se presenta una aproximación de los requerimientos que necesitan los programas para poder funcionar en la computadora.

PROGRAMAS	REQUERIMIENTOS
Microsoft Windows 3.x o 95	Su tamaño depende del Windows que se utilice.
Microsoft Visual FoxPro 5.0	Tamaño del software: 95.7 MB Contiene: 2,613 archivos
Sistema de mantenimiento	Tamaño del software: 20.4 MB Contiene: 260 archivos

## 12.2 INSTALACION E INGRESO AL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Antes de instalar el sistema en la computadora es necesario observar si ya se tiene instalado el software de Microsoft Visual FoxPro 5.0. Si no se encuentra, es necesario instalarlo antes de proseguir con el sistema de mantenimiento; una vez realizado lo anterior se verá que el directorio predeterminado es \VFP.

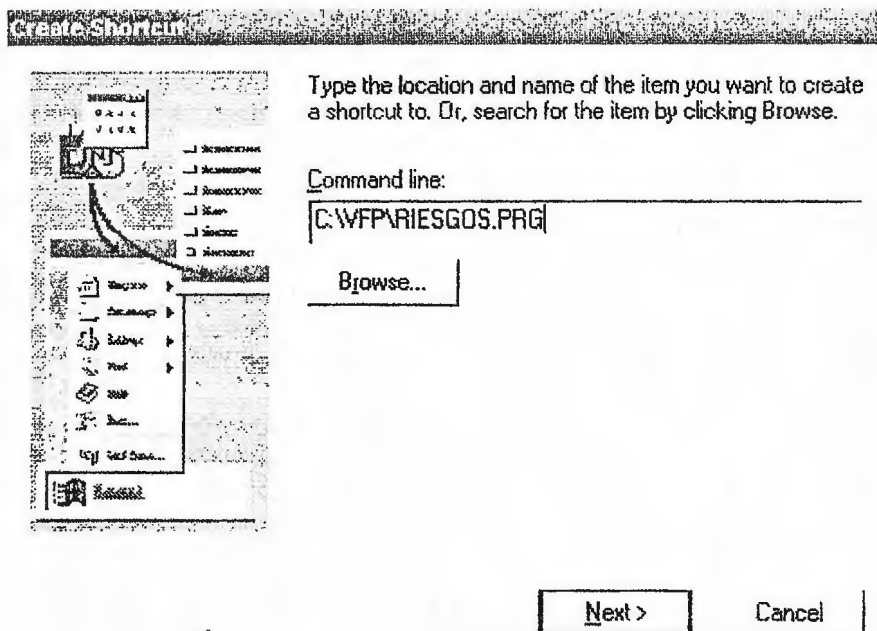
En el directorio \VFP se copiarán los archivos del sistema de mantenimiento, estos archivos contenidos en discos se deberán descomprimir, para lo cual se podrá utilizar el accesorio de Windows para restaurar los archivos que fueron guardados en un backup; para luego copiarlos al directorio \VFP.

Luego de haber realizado lo anterior, se procederá a elaborar el icono y la ruta de acceso para poder ingresar al sistema de mantenimiento; para lo cual realice los siguientes pasos:

*Paso 1:* Desde Windows cree un icono con la opción shortcut, en donde le aparecerá una ventana en la cual deberá de ingresar la línea de comando para poder ejecutar el sistema de mantenimiento. Esta línea de comando es la siguiente:

`C:\VFP\MIESGOS.FRG`

De esta forma tendrá lo siguiente:

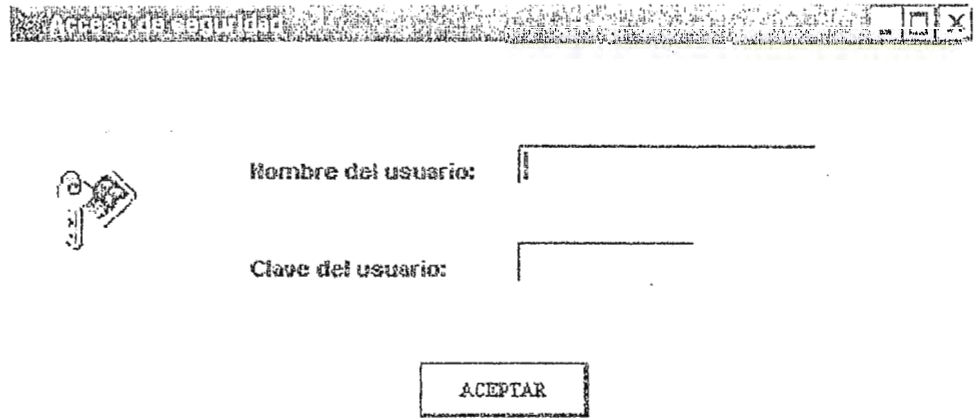


*Paso 2:* Luego de haber realizado lo anterior elija el botón Next e ingrese el nombre con el que lo va llamar desde el icono y con esto finaliza. Para efectos de mostrar el icono se le ha dado el nombre de Sistema de mantenimiento GIS, el cual se muestra en la figura 1.



*Figura 1: Icono del sistema de mantenimiento.*

Al hacer click en el icono de la figura 1 llamará al programa de sistema de mantenimiento y en ese instante aparecerá la siguiente pantalla:



Acceso al sistema de mantenimiento

Nombre del usuario:

Clave del usuario:

ACEPTAR

*Figura 2: Acceso a seguridad del sistema de mantenimiento.*

Cuando aparezca la pantalla de la figura 2, se deberá de ingresar el nombre y la clave del usuario. Los datos de la pantalla se controlan a través de una tabla llamada usuarios.dbf, la cual contendrá los nombres y claves de usuarios; además cuenta con un nivel de acceso para la seguridad de la información. Será el administrador del sistema de mantenimiento el que controle dicha tabla. (más adelante se verán los niveles de acceso para los usuarios del sistema).

La estructura de la tabla usuarios.dbf es la siguiente:

Structure for database : usuarios.dbf

Number of data records: 1

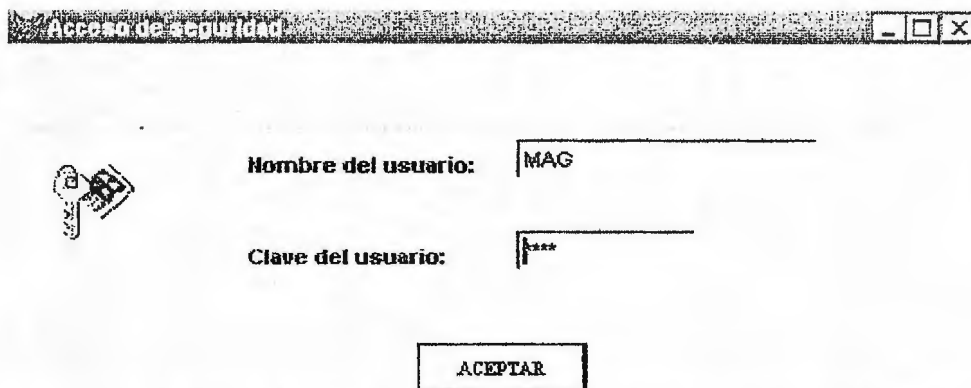
Code Page : 0

Field	Field Name	Type	Width	Dec	Index	Collate
1	CODIGO	Character	3			
2	NOMBRE	Character	35			
3	CLAVE	Character	10			
4	NIVEL	Numeric	1	0		
** Total **			50			

Para efectos de entrar al sistema, la tabla usuarios cuenta con el siguiente registro: Nombre: MAG

Clave: DGEA

Los cuales se ingresarán a la pantalla de la figura 3 y se dará doble Click en aceptar:



Acceso al sistema

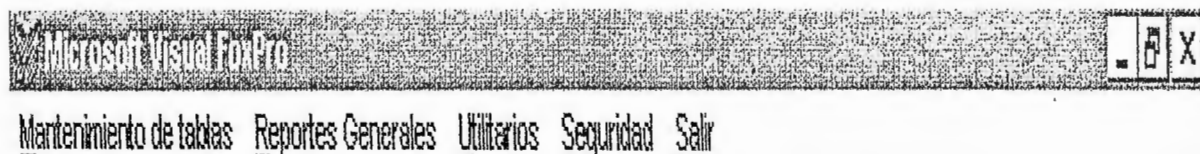
Nombre del usuario: MAG

Clave del usuario: \*\*\*\*

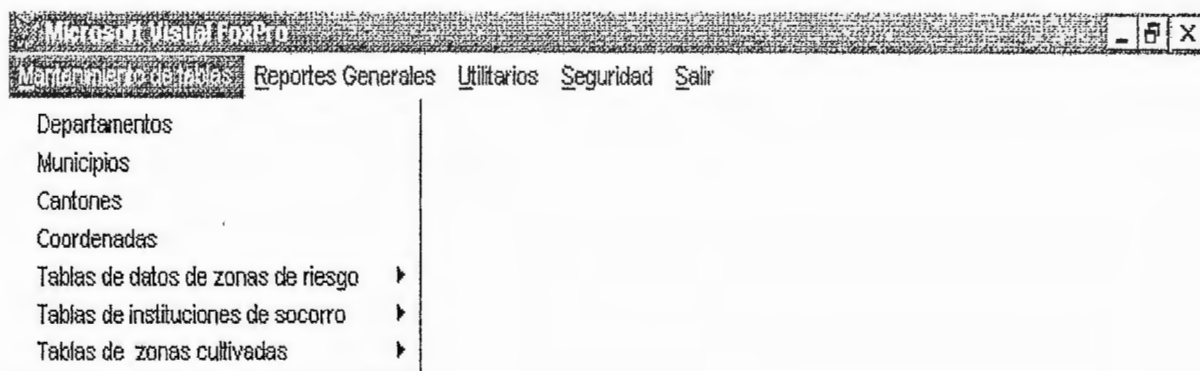
ACEPTAR

Figura 3: Ingreso de nombre y clave de usuario para acceder al sistema

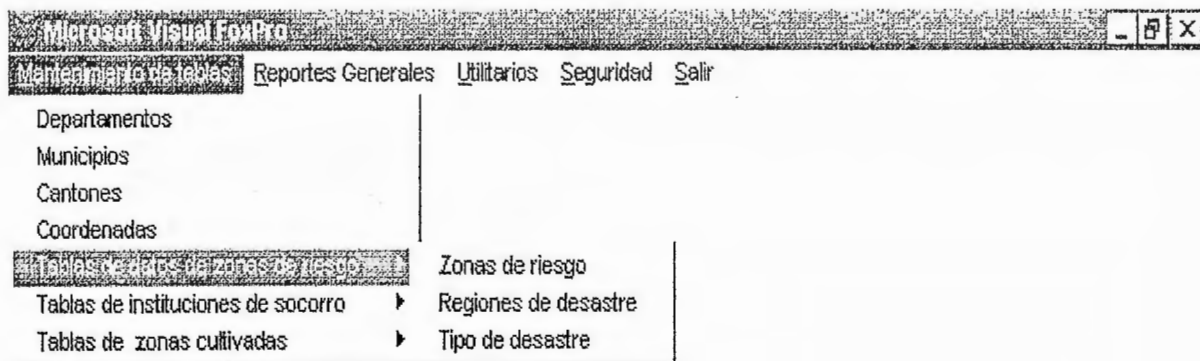
## 12.3 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO



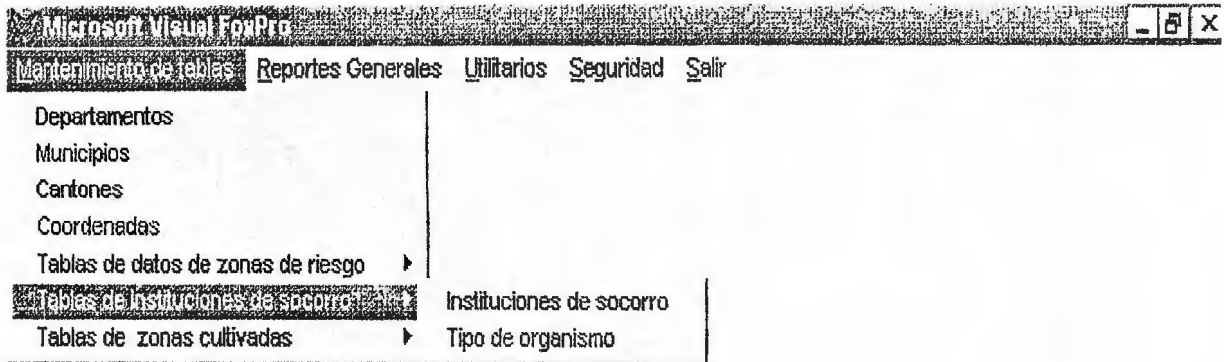
### 12.3.1 MANTENIMIENTO DE TABLAS



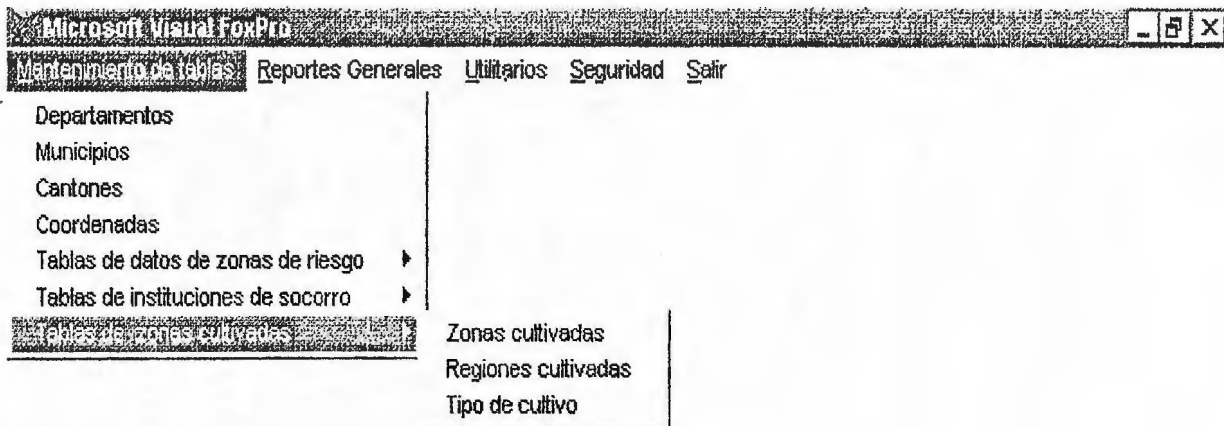
#### 12.3.1.1 TABLAS DE DATOS DE ZONAS DE RIESGO.



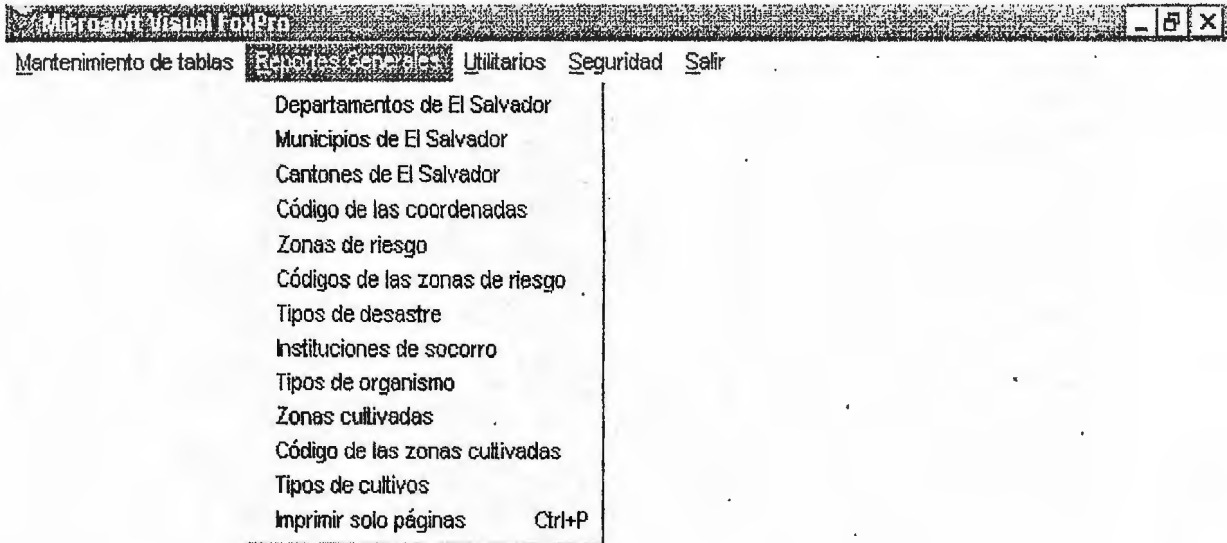
### 12.3.1.2 TABLAS DE INSTITUCIONES DE SOCORRO.



### 12.3.1.3 TABLAS DE ZONAS CULTIVADAS.

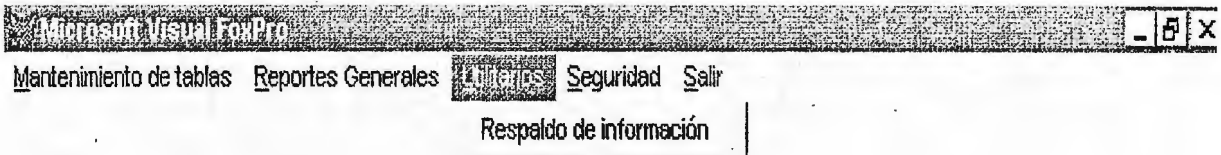


### 12.3.2 REPORTES GENERALES

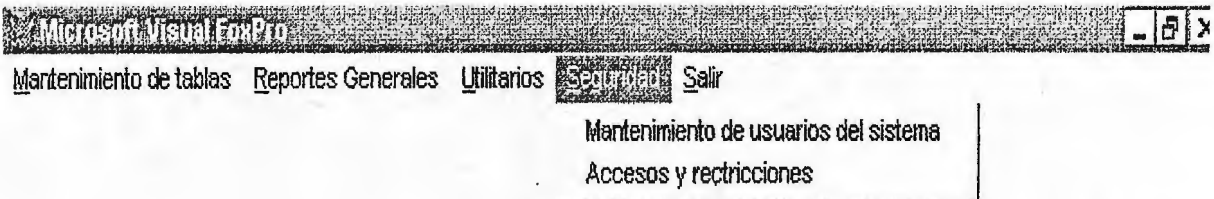


Consulte el anexo 9 para visualizar el formato de algunos de los reportes que genera el sistema de mantenimiento.

### 12.3.3 UTILITARIOS



### 12.3.4 SEGURIDAD



## 12.4 DISEÑO DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA

### 12.4.1 ENTRADAS DEL SISTEMA.

Las pantallas que se mostrarán a continuación tienen como objetivo permitir el ingreso de datos; consulta, almacenamiento y eliminación de la información en las tablas respectiva para cada pantalla.

#### Pantalla de mantenimiento de: DEPARTAMENTOS

The image shows a screenshot of a software application window. The window title bar at the top contains the text 'DATOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS' and standard window control icons (minimize, maximize, close). The main content area of the window is titled 'DATOS GENERALES DE LOS DEPARTAMENTOS' and is separated from the rest of the window by a horizontal line. Below this line, there are two input fields. The first is labeled 'Código del departamento:' and is a small square text box. The second is labeled 'Nombre del departamento:' and is a larger rectangular text box. Below these input fields, there is another horizontal line. At the bottom of the window, there is a taskbar with several icons, including a folder icon, a printer icon, a document icon, a trash can icon, and a help icon.

**Pantalla de mantenimiento de: MUNICIPIOS.**

MUNICIPIOS

### DATOS GENERALES DE LOS MUNICIPIOS

---

Código del municipio:       Código del departamento:

Nombre del municipio:

---

▶   ▶▶   🖨️   📄   📄   📄   📄   📄

**Pantalla de mantenimiento de: CANTONES.**

CANTONES

### DATOS GENERALES DE LOS CANTONES

---

Page1      Page2      Page3

Código del cantón:       Código del municipio:

Nombre del cantón:

Código de la coordenada:

---

▶   ▶▶   🖨️   📄   📄   📄   📄   📄

Pantalla de mantenimiento de: COORDENADAS.

COORDENADAS

### COORDENADAS DE LOS CANTONES DE EL SALVADOR

---

Código de la coordenada:

Número de la coordenada:

---

▶ | ▶▶ | 🖨️ | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄

Pantalla de mantenimiento de: ZONAS DE DESASTRE.

DATOS GENERALES DE LAS ZONAS DE DESASTRE

---

Código de la zona de riesgo: <input type="text"/>	Código del municipio: <input type="text"/>
Año en que ocurrió el desastre: <input type="text"/>	Código del cantón: <input type="text"/>
Día en que ocurrió el desastre: <input type="text"/>	Lugar: <input type="text"/>
Mes en que ocurrió el desastre: <input type="text"/>	Causa: <input type="text"/>
Magnitud: <input type="text"/>	Duración: <input type="text"/>
Damnificados: <input type="text"/>	Afectados: <input type="text"/>
Evacuados: <input type="text"/>	Muertos: <input type="text"/>

---

▶ | ▶▶ | 🖨️ | 📄 | 📄 | 📄 | 📄 | 📄

Pantalla de mantenimiento de: REGIONES DE DESASTRE.

REGIONES DE DESASTRE

---

### CODIGO DE LAS REGIONES DE DESASTRE


---

Código de la región:

Código de la zona de riesgo:

Código del tipo de desastre:

---



Pantalla de mantenimiento de: TIPO DE DESASTRE.


TIPO DE DESASTRE

---

Código del tipo de desastre:

Nombre del desastre:

---



Pantalla de mantenimiento de: INSTITUCIONES DE SOCORRO.

SOCORRO

### INSTITUCIONES DE SOCORRO

---

Código de la institución:

Código del organismo:

Dirección:

Código del municipio:

Encargado:

Código del cantón:

Estación:

Teléfono:

---

⏪ | ⏩ | ▶ | ⏭ | 🖨 | 📄 | 📁 | 🗑 | 📂

Pantalla de mantenimiento de: TIPO DE ORGANISMO.

ORGANISM

### TIPO DE ORGANISMO

---

Código del organismo:

Nombre del organismo:

---

⏪ | ⏩ | ▶ | ⏭ | 🖨 | 📄 | 📁 | 🗑 | 📂

Pantalla de mantenimiento de: ZONAS CULTIVADAS.

z CULTIV

### DATOS GENERALES SOBRE LAS ZONAS CULTIVADAS

---

Código de la zona cultivada:       Código del municipio:

Extensión de tierra cultivada:       Código del cantón:

---

⏪ | ⏩ | ▶ | ⏮ | ⏭ | 🖨 | 📄 | 📁 | 🗑 | 📧 | 📁

Pantalla de mantenimiento de: REGIONES CULTIVADAS.

REG CULTIV

### REGIONES CULTIVADAS

---

Código de la región:       Código de la zona cultivada:

Código del tipo de cultivo:

---

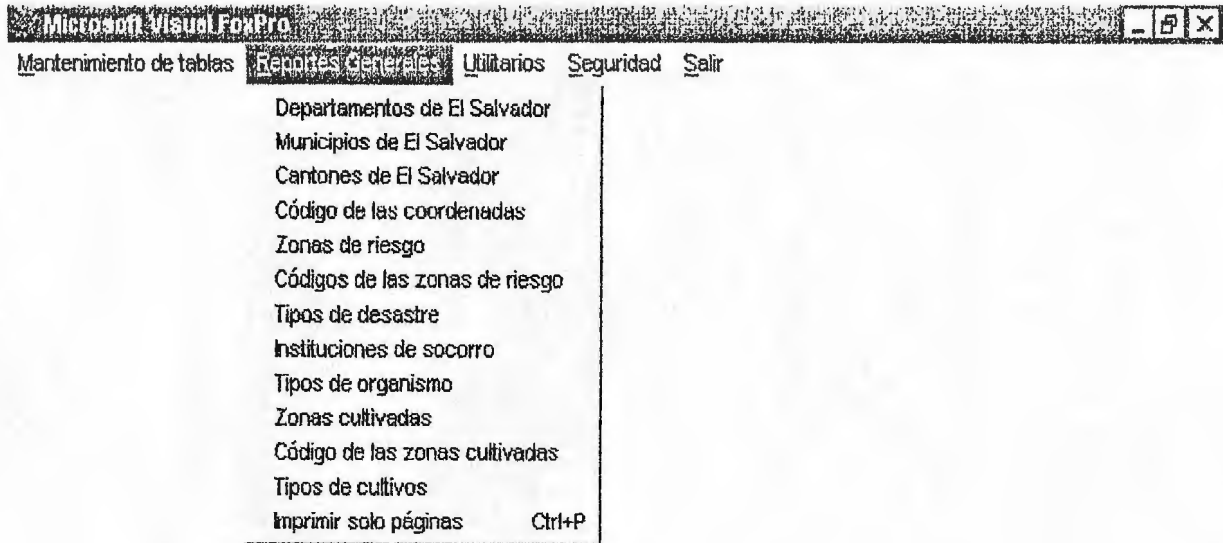
⏪ | ⏩ | ▶ | ⏮ | ⏭ | 🖨 | 📄 | 📁 | 🗑 | 📧 | 📁

**Pantalla de mantenimiento de: TIPOS DE CULTIVO.**

CULTIVOS										[-]	[F]	[X]
<b>TIPOS DE CULTIVO</b>												
<hr/>												
Código del tipo de cultivo:										<input type="text" value="1"/>		
Nombre del cultivo:										<input type="text" value="1"/>		
<hr/>												
1:30	4	▶	▶▶	🚗	🖨	📄	📖	🗑	🔒			

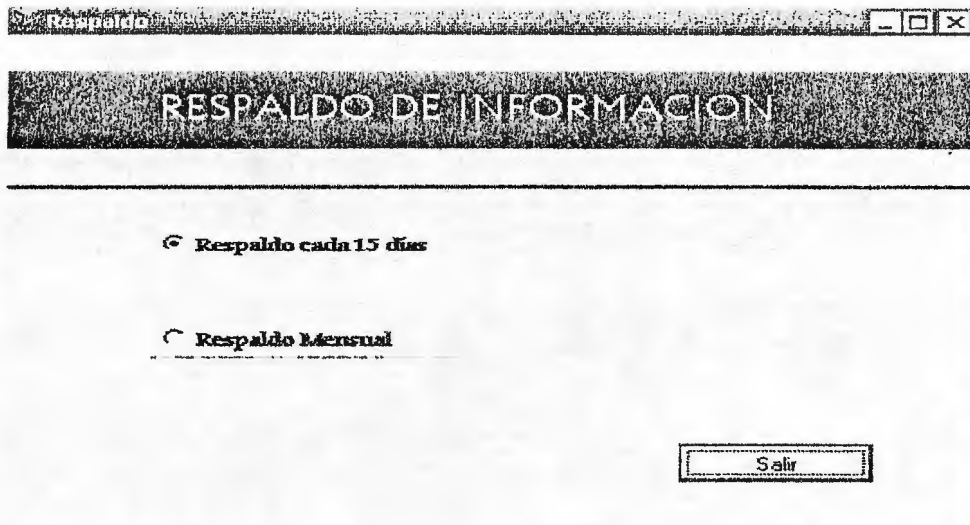
## 12.4.2 SALIDAS DEL SISTEMA.

La pantalla que se mostrará a continuación tiene como objetivo permitir la salida de información útil y oportuna para los que utilicen dicho sistema.



## 12.5 MENU UTILITARIOS

Pantalla para realizar el respaldo de la información.



## 12.6 MENU DE SEGURIDAD

Pantalla de mantenimiento de usuarios autorizados a utilizar el sistema.

USUARIOS

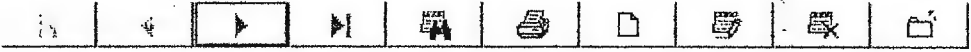
### USUARIOS DEL SISTEMA

Codigo:

Nombre del usuario:


Clave:

Nivel de acceso:



Pantalla para el acceso al sistema.

Acceso al sistema



Nombre del usuario:

Clave del usuario:

## 12.7 NIVELES DE ACCESO AL SISTEMA

Los niveles de acceso para cada usuario serán asignados por el administrador del sistema de mantenimiento, estos son de tres tipos:

- ⇒ NIVEL 1: El usuario que tenga este nivel tendrá acceso a todo el sistema de mantenimiento, el administrador del sistema tendrá dicho nivel.
- ⇒ NIVEL 2: El usuario con este nivel únicamente no podrá tener acceso a la pantalla de mantenimiento de los usuarios autorizados al sistema.
- ⇒ NIVEL 3: Al igual que en el nivel 2, el usuario no podrá tener acceso a la pantalla de mantenimiento de los usuarios autorizados al sistema; además en cada una de las pantallas de mantenimiento antes mencionadas solamente podrá realizar consultas e imprimir, por lo que no podrá adicionar, modificar o eliminar registros.

## 12.8 DESCRIPCION DEL MENU Y OPCIONES DEL SISTEMA

NOMBRE DEL MENU	DESCRIPCION
1.0 Menú mantenimiento de tablas	Contiene los diferentes mantenimientos para las tablas del sistema.
1.0.1 Departamentos	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla depto.dbf
1.0.2 Municipios	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla munic.dbf
1.0.3 Cantones	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla canton.dbf
1.0.4 Coordenadas	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla coordena.dbf
1.1 Menú tablas de zonas de riesgo	Contiene los diferentes mantenimientos para las zonas de riesgo.
1.1.1 Zonas de riesgo	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla z-desast.dbf
1.1.2 Regiones de desastre	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla regiones-desastre.dbf
1.1.3 Tipo de desastre	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla desastre.dbf
1.2 Menú tablas de instituciones de socorro	Contiene los diferentes mantenimientos para las instituciones de socorro
1.2.1 Instituciones de socorro	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla socorro.dbf
1.2.2 Tipo de organismo	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla organism.dbf

NOMBRE DEL MENU	DESCRIPCION
1.3 Menú tablas de zonas cultivadas.	Contiene los diferentes mantenimientos para las zonas cultivadas.
1.3.1 Zonas cultivadas	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla Z-cultiv.dbf
1.3.2 Regiones cultivadas	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla reg-cultiv.dbf
1.3.3 Tipo de cultivo	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla cultivos.dbf
2.0 Menú reportes.	Contiene los diferentes reportes que genera el sistema en base a cada una de las tablas.
2.0.1 Departamentos de El Salvador	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los departamentos.
2.0.2 Municipios de El Salvador	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los municipios.
2.0.3 Cantones de El Salvador	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los cantones.
2.0.4 Código de las coordenadas	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los códigos de las coordenadas.
2.0.5 Zonas de riesgo	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre las zonas de riesgo.
2.0.6 Código de las zonas de riesgo	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los códigos de las zonas de riesgo.
2.0.7 Tipo de desastre	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los tipos de desastre.
2.0.8 Instituciones de socorro	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre las instituciones de socorro.
2.0.9 Tipo de organismo	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los tipos de organismo.
2.0.10 Zonas cultivadas	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre las zonas cultivadas.
2.0.11 Código de las zonas cultivadas	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los códigos de las zonas cultivadas.
2.0.12 Tipo de cultivo	Esta opción genera los reportes que contienen información sobre los tipos de cultivo.

NOMBRE DEL MENU	DESCRIPCION
2.0.13 Imprimir solo página	Esta opción permite imprimir solamente ciertas páginas de cualquiera de los reportes antes mencionados.
3.0 Menú utilitarios.	Contiene opciones para manejar la información.
3.0.1 Respaldo de la información	Esta opción realiza el respaldo de la información.
4.0 Menú seguridad.	Contiene opciones para manejar el acceso a la información.
4.0.1 Mantenimiento de usuarios del sistema	Programa que permite adicionar, consultar, modificar y eliminar los registros de la tabla usuarios.dbf, los cuales son los usuarios autorizados al sistema.
4.0.2 Acceso al sistema	Se encarga de controlar el nivel de acceso que deben e tener los usuarios autorizados al sistema
5.0 Menú salir.	Esta opción permite salir del sistema de mantenimiento.

## **CAPITULO 13**

### **CREACIÓN DE MAPAS**

## CAPITULO 13.

### CREACION DE MAPAS.

Como se menciona en capítulos anteriores, el trabajo desarrollado consistió en la realización del diseño e implementación de una base de datos, la que fue administrada por un Sistema de Información Geográfica para la determinación e identificación de las zonas de riesgo ante desastres naturales en El Salvador. Por lo que fue necesario realizar el análisis que comprendían los procesos necesarios para llevar las tablas de datos a utilizar en los SIG, además se efectuó el diseño de la base de datos que contiene información sobre las zonas de riesgos, las zonas cultivadas y los organismos de socorro que se encuentran en nuestro país.

Luego, dicha base de datos se implemento en un software de los Sistemas de Información Geográfica; con el propósito de ubicar en el mapa de El Salvador en donde están localizadas las diferentes zonas de riesgo, de cultivos y los organismos de socorro; a dicho mapa se le conoce en el documento como mapa de riesgos.

La creación del mapa de El Salvador fue realizado por la Unidad de Información Geográfica de la DGEA y su presentación se llevo a cabo en uno de los software especializados por los SIG, como lo es el programa ArcView.

Además, se utilizaron las coberturas ya creadas por la Unidad, las cuales contenían las coordenadas para ubicar gráficamente en el mapa de El Salvador las zonas cultivadas por maíz, frijol, arroz; las zonas de riesgos por cinco tipos de desastre natural: inundaciones,

deslizamientos de tierra, derrumbes, actividad sísmica y vulcanológica; finalmente ubicar los diferentes organismos de socorro.

Para poder incorporar el diseño de la base de datos al mapa de riesgo, se estableció la relación de cada una de las tablas contenidas en los diferentes modelos conceptuales a nivel de cantones; dicha relación se efectuó en Visual FoxPro 5.0. Posteriormente esta relación es llevada al programa Arc View en donde se relaciona con la tabla de coordenadas de cada modelo conceptual. Para poder visualizar gráficamente en el mapa de riesgos de El Salvador la información relacionada, es necesario que la tabla de coordenadas este dentro de la cobertura; es decir que dependiendo del tipo de cobertura la tabla de coordenadas será el fichero AAT.DBF o PAT.DBF de la cobertura.

De esta manera el mapa de El Salvador junto con las distintas coberturas se utilizaron para presentar el mapa de riesgos (Ver anexo 7), en el cual se implemento la base de datos expuesta en el capítulo 10.

Para abarcar con detalle el desarrollo del mapa se elaboro una guía auxiliar para la creación de estos en el programa ArcView, presentando la estructura de manera general con el propósito de que se pueda emplear en cualquier aplicación de mapas que se desee realizar; la información sobre la documentación de esta guía es presentada en el anexo 8.

## **CAPITULO 14**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO 14.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 14.1 CONCLUSIONES

- (1) El sistema de mantenimiento creado para la base de datos permitirá obtener información necesaria de una manera rápida y eficiente.
- (2) El mapa de riesgos servirá de apoyo a las diferentes entidades que se encargan de velar por la seguridad de la población salvadoreña, para tomar medidas preventivas que ayuden a disminuir las pérdidas de vidas humanas que son ocasionadas por los desastres naturales; así como también de poder disminuir las pérdidas de los cultivos e infraestructura.
- (3) La base de datos diseñada es flexible para la adición de nuevas coberturas y su relación con otras tablas.
- (4) Con el sistema y el mapa de riesgos se obtiene una mejor manera de controlar la información y un mejor acceso a ella.
- (5) El diseño del sistema es flexible para futuras ampliaciones o adición de nuevos procesos relacionados con el mismo.
- (6) La guía elaborada para la creación y enlaces de futuras bases de datos es un auxiliar para la realización de posteriores proyectos en los que se aplicarán los Sistemas de Información Geográfica.

## 14.2 RECOMENDACIONES

- (1) El mapa de riegos esta formado por diferentes tablas, por lo que se recomienda mantenerlas actualizadas.
- (2) Se deben de cumplir las restricciones y validaciones del sistema para el buen funcionamiento del mismo.
- (3) Se recomienda elaborar las coberturas para las zonas de derrumbes, deslizamientos de tierra y actividad vulcanológica provocadas por los desastres naturales, para poder incorporarlas al mapa de riesgos ya que actualmente este mapa cuenta solamente con las coberturas de las inundaciones y actividades sísmicas.
- (4) Es conveniente estructurar de una mejor manera las tablas de coordenadas que utiliza la Unidad de Información Geográfica de la DGEA ( las cuales dentro de la cobertura son llamadas: PAT.DBF, AAT.DBF O BND.DBF); con el propósito de utilizarlas en el mapa de riesgo al relacionarlas con la base de datos vista en el modelo entidad-relación. El diseño de las estructuras de estas tablas se debe respetar utilizando para eso la estructura del diseño de la tabla de coordenadas vista en el capítulo 10.
- (5) El diseño de las estructuras de cada una de las tablas está sujeto a modificaciones en lo que respecta a los atributos, siempre y cuando se respete las llaves primarias y foráneas de cada una de ellas.

- (6) Se recomienda cumplir las relaciones del modelo entidad-relación, para obtener una base de datos normalizada y un mejor control del sistema.
- (7) Para futuras implementaciones de bases de datos en el mapa de riesgo, se necesita cambiar la codificación para lo que son los departamentos, municipios y cantones; haciendo los cambios en el código de cada uno de ellos, ya que en sus respectivas tablas estos códigos son la llave primaria por lo que su valor debe ser único.

# ANEXOS

## **ANEXO 1**

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS VOLCANES ACTIVOS OCURRIDOS EN EL SALVADOR**

DEPARTAMENTOS	VOLCANES ACTIVOS
• Ahuachapán	Ausoles de Ahuachapán
• Santa Ana	Singuil, San Diego y Volcán de Santa Ana
• Sonsonate	Izalco, Conejal, Astillero y San Marcelino.
• San Salvador	Volcán de San Salvador (Boquerón).
• Usulután	Volcán Tecapán.
• San Vicente	Volcán de San Vicente o Chichontepec.
• San Miguel	El Chaparrastique o volcán de San Miguel.
• La Unión	Volcán de Conchagua, Isla conchaguita.

FUENTE: Ministerio de obras públicas, Centro de Investigaciones Geotécnicas.

## **ANEXO 2**

### **CLASIFICACIÓN DE ZONAS SEGÚN TIPO DE DESASTRE NATURAL**

• Según ocurrencia de inundaciones

	<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>MUNICIPIOS</i>
PRIMER GRUPO	San Salvador	San Salvador, Ilopango, Cuscatancingo, Mejicanos, Soyapango y Ciudad Delgado.
	Usulután	Puerto el Triunfo, Puerto Parada, Usulután, San Dionisio y Jiquilisco.
	San Miguel	San Miguel, Chirilagua y El tránsito.
SEGUNDO GRUPO	La Paz	Zacatecoluca, San Juan Nonualco, San Rafael Obrajuelo y San Luis La Herradura.
	Ahuachapán	San Francisco Menéndez y Guaymango.
	La Unión	La Unión, El Carmen y Pasaquina.
TERCER GRUPO	San Vicente	San Vicente, Tecoluca, San Cayetano, Istepeque y Tepetitán.
	Santa Ana	Metapán y Santa Rosa Guachipilín.
	Sonsonate	Sonsonate y Acajutla.
	Chalatenango	Márgenes de los ríos Tamulasco y Lempa. Nueva Concepción y Citalá.
CUARTO GRUPO	La Libertad, Cuscatlán, Cabañas y Morazán.	Sin reportes de inundaciones.

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Informe del mapa histórico de inundaciones en El Salvador. CENREN, Soyapango, 1990; archivos de CEPRODE, Octubre 1992.

- Según ocurrencia de deslizamientos de tierra .

DEPARTAMENTO	COMUNIDAD
Ahuachapán	• Los Ausoles, Agua Chuca
San Salvador	• José Cecilio del Valle • Rosalinda • 12 de Octubre • Fenadesal Sur • 10 de Octubre, Santa Martha.
Chalatenango	• Cerro El Camalote
La Libertad	• Comunidad El Carmen • Cantón Ayagualo • La Pedrera
Cabañas	• Cerro La Burrera

FUENTE: Archivos de CEPRODE, 1992. Comité de Emergencias Nacional (COEN).

- Según la ocurrencia de sequías:

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Ahuachapán	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Francisco Menéndez</li> </ul>
Santa Ana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metapán</li> <li>• Santa Rosa Guachipilín</li> </ul>
La Paz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zacatecoluca</li> <li>• San Juan Nonualco</li> <li>• San Rafael Obrajuelo</li> </ul>
San Vicente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Vicente</li> <li>• Tecoluca</li> <li>• San Cayetano Istepeque</li> <li>• Tepetitán</li> </ul>
Usulután	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jucuapa</li> <li>• San Buenaventura</li> <li>• El Triunfo</li> <li>• Nueva Granada</li> <li>• Usulután</li> <li>• San Dionisio</li> <li>• Jiquilisco</li> </ul>
San Miguel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Miguel</li> <li>• Nueva Guadalupe</li> <li>• Chirilagua</li> <li>• Chinameca</li> <li>• El Tránsito</li> </ul>
La Unión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Unión</li> <li>• El Carmen</li> <li>• Conchagua</li> <li>• Pasaquina</li> </ul>

- Según la ocurrencia de actividad sísmica y vulcanológica.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Ahuachapán	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Francisco Menéndez</li> </ul>
Sonsonate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izalco</li> <li>• Juayúa</li> <li>• Salcoatitán</li> </ul>
San Salvador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Salvador</li> <li>• Ilopango</li> <li>• San Marcos</li> <li>• Cuscatancingo</li> <li>• Mejicanos</li> <li>• Soyapango</li> <li>• Ciudad Delgado</li> <li>• Ayutuxtepeque</li> </ul>
La Libertad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quezaltepeque</li> <li>• Jayaque</li> </ul>
La Paz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zacatecoluca</li> <li>• San Juan Nonualco</li> <li>• San Rafael Obrajuelo</li> </ul>
San Vicente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Vicente</li> <li>• Tecoluca</li> <li>• San Cayetano Istepeque</li> <li>• Tepetitán</li> </ul>
Usulután	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jucuapa</li> <li>• San Buenaventura</li> <li>• El Triunfo</li> <li>• Nueva Granada</li> </ul>

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
San Miguel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva Guadalupe</li> <li>• Chinameca</li> </ul>
La Unión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Unión</li> <li>• Conchagua</li> <li>• El Carmen</li> </ul>

FUENTE: Archivos de CEPRODE, 1992.

## **ANEXO 3**

**DATOS HISTÓRICOS DE LOS DESASTRES NATURALES  
OCURRIDOS EN EL SALVADOR Y SUS CONSECUENCIAS.**

Inundaciones	1934-1993	—360 muertos, 26,000 familias afectadas, más de 6,000 viviendas dañadas, 43,000 personas damnificadas, 17,000 hectáreas de cultivo total o parcialmente dañado [3].
	1993 (Octubre 16)	—Alrededor de 200 personas damnificadas, destrucción de varias decenas de viviendas [1].
Actividad sísmica	1906 (Junio 19)	—Sismo de magnitud 6.0, sacudió las áreas de San Salvador, hubo gran destrucción [4].
	1915 (Septiembre 9)	—Sismo de magnitud 6.0, sacudió las áreas de la zona occidental, 5 muertos en Santa Ana [4].
	1917 (junio 7)	—Sismo de magnitud 6.3, sacudió las áreas de Ateos-Sacacoyo, destrucción en Armenia [4].
	1919 (Abril 28)	—Sismo de magnitud 6.5, sacudió las áreas del volcán de San Salvador, daños en San Salvador y sus alrededores [4].
	1930 (marzo 9)	—Sismo de magnitud 6.5, sacudió las áreas de San Salvador, destrucción en San Salvador y Soyapango [4].
	1936 (Diciembre 19)	—Sismo de magnitud 5.5, sacudió las áreas de San Vicente, epicentro volcán de este departamento [4].
	1937 (Diciembre 26)	—Sismo de magnitud 6.5, sacudió las áreas de San Vicente y Ahuachapán [4].

TIPO DE DESASTRE	AÑO	DESCRIPCIÓN
------------------	-----	-------------

Actividad sísmica	1951 (Mayo 6)	—Sismo de magnitud 6.5, sacudió áreas de Jucuapa, de 400 a 500 muertos [4].
	1951 (Junio 25)	—Sismo de magnitud 5.0, en el volcán de San Vicente, sentido fuertemente en Zacatecoluca [4].
	1964 (Septiembre 25)	—Sismo de magnitud 5.5, sacudió áreas de San Salvador, sentido fuertemente en Soyapango [4].
	1965 (Mayo 3)	—Sismo de magnitud 6.3, sacudió áreas de San Salvador, más de 120 muertos [4].
	1975 (Julio 17)	—Sismo de magnitud 5.8, sacudió las áreas de Guadalupe, daños en La Paz y San Vicente [4].
	1982 (Junio 19)	—Sismo de magnitud 7.0, se reportó en el Océano Pacífico, 8 muertos y más de 5,000 damnificados [4].
	1985 (Abril 12)	—Sismo de magnitud 4.8, sacudió áreas de Berlín, destrucción en Jucuapa y Chinameca [4].
	1986 (Octubre 10)	—Sismo de magnitud 5.4, sacudió áreas de San Salvador, 1,500 muertos y 20,000 damnificados [4].
Actividad vulcanológica (muy relacionada con la actividad sísmica)	1917	—Erupción del volcán de San Salvador, 48 muertos y pérdidas materiales por \$5.3 millones [4].
	1926	—Erupción del volcán de Izalco, 57 muertos, 42 viviendas arrasadas y 460 hectáreas de tierra agrícola dañada, pérdidas en infraestructura y servicios [1].

TIPO DE DESASTRE	AÑO	CONSECUENCIAS
Actividad vulcanológica	1990	—Uno de los ausoles de Ahuachapán registró una explosión freática, destrucción caserío Agua Shuca, 37 calcinados [1].
Derrumbes y deslizamientos de tierra	<p>1951</p> <p>1962 (Septiembre 19)</p> <p>1965</p> <p>1982</p> <p>1986 (Octubre 10)</p> <p>1993</p>	<p>—A causa del sismo de ese año se produjeron derrumbes en la zona oriental [1].</p> <p>—Derrumbe en la zona alta del volcán de San Salvador afectando colonias del noroeste de San Salvador [1].</p> <p>—Derrumbes en asentamientos alrededor del lago de Ilopango como consecuencia del terremoto ocurrido en el municipio de San Salvador [1].</p> <p>—Desprendimientos de tierra en Apaneca y Ataco, destruyendo extensiones de cultivo de café [1].</p> <p>—A raíz del terremoto se produjeron 52 desprendimientos de tierra en San Salvador, Mejicanos, Ayutuxtepeque y Cuscatancingo [1].</p> <p>—Derrumbe en un basurero de Nueva San Salvador (Sta. Tecla), 24 personas de los alrededores soterradas [1].</p>

FUENTE: Archivos de CEPRODE, 1994.

**ANEXO 4**

**ENTREVISTA**

## ENTREVISTA.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA EL FORMATO DE LA ENTREVISTA QUE SE REALIZO EN LA UNIDAD DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA AGROPECUARIA , PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE LAS NECESIDADES QUE TIENE EN CUANTO A LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .

1. ¿EN QUÉ CONSISTE EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ?

---

---

---

---

---

2. DADO QUE EL SIG ESTA INTEGRADO POR DOS TIPOS DE BASE DE DATO: GEOGRÁFICA Y ALFA-NUMÉRICA; ¿ QUE TIPO DE INFORMACIÓN ES LA QUE CONTIENEN?

---

---

---

---

---

3. ¿CUÁL ES LA UTILIDAD QUE LES PROPORCIONA ESTE SISTEMA A LA UNIDAD DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA AGROPECUARIA?

---

---

---

---

---

4. ¿ESTE SISTEMA FUE ELABORADO EN LA UNIDAD DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA DIRECCIÓN DE ECONOMÍA AGROPECUARIA?

---

---

---

---

---

5. ¿EL SIG EN QUÉ LENGUAJE FUE DISEÑADO Y CUÁNDO LO IMPLEMENTARON EN ESTA UNIDAD?

---

---

---

---

6. ¿CUÁLES SON LAS DESVENTAJAS QUE SE PRESENTAN AL TRABAJAR EN ESTE SISTEMA?

---

---

---

---

7. ¿CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS DEMANDADOS POR LOS USUARIOS? ¿POR QUÉ?

---

---

---

8. ¿FORMA PARTE EL PROGRAMA ARC/INFO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

---

---

---

---

9. ¿PARA QUÉ SE UTILIZA ESTE PROGRAMA?

---

---

---

---

10. ¿QUÉ ES LO QUE HACE EL PROGRAMA ARC/INFO?

---

---

---

---

11. ¿QUÉ ES LO QUE HACE EL PROGRAMA ARC/VIEW?

---

---

---

---

12. ¿COMO FUNCIONA EL PROGRAMA ARC/VIEW?

---

---

---

---

13. ¿QUE RELACIÓN TIENE EL PROGRAMA ARC/VIEW Y EL PROGRAMA ARC/INFO CON EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

---

---

---

14. ¿ESTOS PROGRAMAS SON INDEPENDIENTES O NO?

---

---

---

15. ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE DIGITACIÓN Y DIGITALIZACIÓN?

---

---

---

16. ¿CUÁL ES EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN ?

---

---

---

---

17. ¿QUÉ EQUIPO SE REQUIERE PARA LA DIGITALIZACIÓN?

---

---

---

---

18. ¿EN QUÉ LENGUAJE PUEDE SER ELABORADA LA BASE DE DATOS PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

---

## **ANEXO 5**

### **CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE BASES DE DATOS**

## CONCEPTOS BASICOS DE BASE DE DATOS.

Una base de datos es una colección integrada de registros y archivos lógicamente relacionados. Los datos almacenados en una base de datos son independientes al programa que los está usando.

La base de datos también puede definirse como una colección de datos interrelacionados almacenados en conjuntos sin redundancias perjudiciales o innecesarias; su finalidad es la de servir a una aplicación o más, de la mejor manera posible; los datos se almacenan de modo que resulten independientes de los programas que los usan; se emplean métodos bien determinados para incluir datos nuevos y para modificar o extraer los datos almacenados.

Dentro de los tipos de bases de datos se encuentran:

- *Bases de datos operacionales comunes:* estas bases de datos almacenan datos detallados necesarios para apoyar las operaciones de toda la organización. A este tipo de base de datos, también se le conoce como base de datos de producción.
- *Bases de datos para usuarios finales:* almacenan datos e información extraída de bases de datos operacionales externas. Consisten de información resumida, necesaria para los gerentes de la organización u otros usuarios finales encargados de toma de decisiones .
- *Bases de datos personales:* consiste de una variedad de archivos de datos desarrollados por usuarios finales en su propia estación de trabajo. Ejemplo: los usuarios pueden tener

sus copias de los documentos que han generado en el procesador de texto, hoja electrónica.

- *Bases de datos externas:* son para el acceso a bancos de datos grandes en bases de datos privada para propósitos comerciales (Intranets) o en bases de datos comunes para propósito de investigación (Internet). Los datos se encuentran disponibles en forma de estadística, en actividades demográficas y económicas, o en forma de periódicos .
- *Bases de datos de texto:* son utilizados para crear y almacenar documentos electrónicamente. Bases de datos comerciales, económicas, enciclopedias y otra información es almacenada en este tipo de bases de datos grandes disponibles algunas veces en dispositivos.
- *Hipertexto:* es una metodología para la construcción y uso interactivo de bases de datos de texto. Un documento hipertexto, es un cuerpo de texto de cualquier tamaño en un formato electrónico que está indexado de forma tal que la información que contiene el documento puede ser buscada rápidamente por el lector. La indexación, se lleva a cabo por medio de vínculos o enlaces que permitan navegar de forma dinámica e interactiva.

#### **ESTRUCTURA DE UNA BASE DE DATOS.**

Las relaciones entre los registros individuales almacenados en unas base de datos, están basadas en una estructura lógica o modelos. Entre las estructuras mas comunes de bases de datos, se tienen:

- *Estructura jerárquica (árbol)*: las relaciones entre registros forman una estructura de árbol. En este modelo todos los registros son dependientes y arreglados en estructuras multinivel que consiste de un registro raíz, y un número de datos de nivel subordinados. Por lo que todas las relaciones entre registros son de uno a muchos ya que cada elemento de datos está relacionado con el que se encuentra arriba de éste. Los elementos de las bases de datos se encuentran almacenados y localizados en un campo llave.
- *Estructura de red*: representa una relación más compleja. Permite la relación muchos a muchos entre registros, es decir, el modelo de la red, permite entradas a una base de datos en puntos múltiples, ya que cualquier elemento de datos o registros, puede estar relacionado a otros elementos de datos.
- *Estructura relacional*: el modelo relacional, es el más reciente de los tres modelos, y fue desarrollado precisamente buscando una forma simple de representar la relación entre elementos de datos de una base de datos enorme.

#### **ARQUITECTURA DE UNA BASE DE DATOS.**

La arquitectura de una base de datos tiene tres niveles: interno, conceptual y externo. Cada nivel corresponde respectivamente el del almacenamiento físico, el del usuario y el del programador.

- Modelo interno: Es la representación del nivel inferior de una base de datos. Mapea a la base de datos lógica hacia el almacenamiento físico y establece trayectorias de datos para el acceso aleatorio a las bases de datos.
  
- Modelo conceptual: El administrador de la base de datos lo define por medio de un esquema conceptual. Este modelo representa la visión organizacional de la base de datos que se obtiene al integrar los requerimientos de todos los usuarios en una empresa.  
Un esquema conceptual se formula sin importar el almacenamiento físico de los registros correspondientes, este consta de las siguientes definiciones:
  - a) Definición de los datos: En el esquema se describe el tipo de dato y la longitud de campo de todos los elementos direccionables en la base. Los elementos por definir incluyen artículos elementales (atributos), totales de datos (artículos de grupo) y registros conceptuales (entidades).
  - b) Relaciones entre datos: En el esquema se definen relaciones entre datos para enlazar tipos de registros relacionados para el procesamiento de archivos múltiples.
  
- Modelo externo: Representa la percepción individual de cada programador de la base de datos, porque los programadores pueden estar trabajando en distintos subconjuntos de una base de datos integrada. Así como en el modelo conceptual, los programadores pueden imaginar que los archivos externos usados por sus programas en la base de datos, existen de la manera que ellos lo perciben.

Los programas individuales accesan sólo subconjuntos de datos de una base ya integrada, los datos requeridos por el programa se especifican por medio de un esquema externo donde habrá uno por cada programa. Sin embargo, algún usuario podrá tener derecho de acceso a más de un esquema externo, y un conjunto externo podrá ser compartido por diversos usuarios. Al construir un esquema externo para uso del programa, se deben tener en cuenta los siguientes puntos para la elección de datos por incluir:

- a) En el esquema pueden omitirse uno a más tipos de registros.
- b) En el registro conceptual elegido pueden omitirse uno o más campos, y puede disponerse el orden relativo de los campos en un tipo de registro.
- c) En el esquema conceptual pueden omitirse una o más relaciones entre los datos.

### **MODELO ENTIDAD-RELACION.**

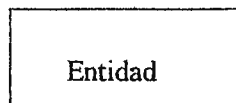
Una base de datos se debe de analizar y modelar usando el modelo de datos entidad-relación (E-R), el cuál se basa en una percepción de un mundo real que representa la estructura lógica global de la base de datos; consta de los siguientes componentes: Entidades, atributos y relaciones.

#### **◆ ENTIDADES.**

Llamaremos *entidades* a las cosas sobre las cuales se almacena información. Una entidad puede ser un objeto tangible, por ejemplo, un empleado, una pieza o artículo, o un

lugar. Pero también puede ser algo intangible, tal como un suceso, un nombre de tarea, la cuenta de un cliente, etc.

Toda entidad tiene propiedades que eventualmente conviene registrar, tales como color, valor monetario o nombre. A menudo, en el procesamiento de datos, nos interesan las colecciones de entidades similares. A estas colecciones de entidades similares se les llama conjunto de entidades. Por lo común se mantiene un registro para cada entidad y se agrupa en conjunto de registros de entidad todos los registros pertinentes a entidades similares. Los registros se refieren a atributos de las entidades y contienen valores de estos atributos. Su representación gráfica es la siguiente:



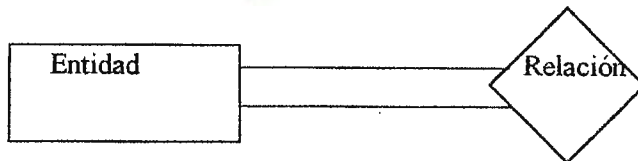
#### ◆ RELACIONES

Es una asociación entre varias entidades, se describen en términos del grado de cardinalidad y el tipo de existencia. Estas relaciones se representan por medio de un rombo.

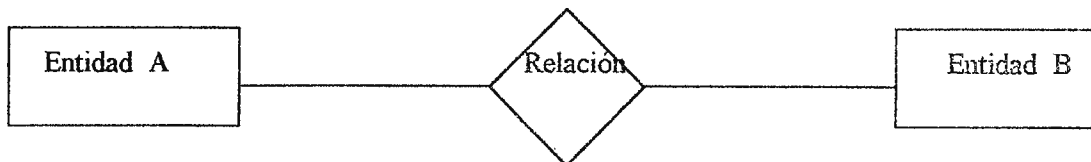


- El grado indica el número de entidades que la relación asocia, de esta manera se pueden tener:

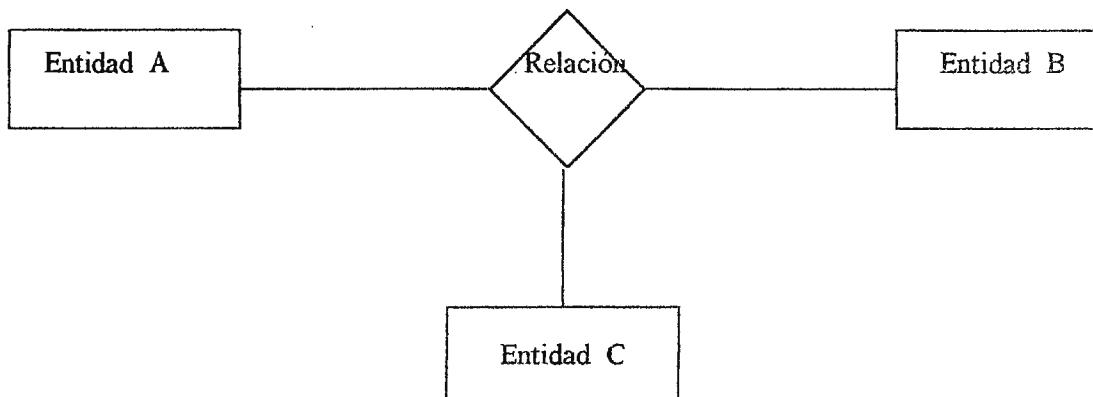
- Relación unitaria, la cuál se representa de la siguiente manera.



- Relación binaria, la cuál se representa de la siguiente manera:



- Relación ternaria, se representa de la siguiente manera:



- La cardinalidad expresa el número de entidades con las que puede asociarse otra entidad mediante un conjunto de relaciones. Al hablar de la cardinalidad de los objetos con respecto a la relación que los une, se debe hablar de:
  - ❖ CARDINALIDAD MINIMA: que es el número mínimo de veces que una ocurrencia de un objeto participa en las ocurrencias de una relación.
  - ❖ CARDINALIDAD MAXIMA: indica el número máximo de veces que una ocurrencia de un objeto participa en las ocurrencias de la relación.

La cardinalidad mínima de un objeto será de 0 a 1. Si es 0 indicará que existe la posibilidad de que alguna ocurrencia de ese objeto no participe en la relación. Si es 1 se quiere decir que obligatoriamente cada ocurrencia de un objeto participa en la relación. La cardinalidad máxima irá de 1 a n.

- *Relación uno-a-uno*: La ocurrencia de una entidad se puede enlazar a sólo una ocurrencia de otra. Por ejemplo: una entidad en A está asociada con una entidad en B y una entidad en B está asociada con una entidad en A. Su representación es la siguiente:

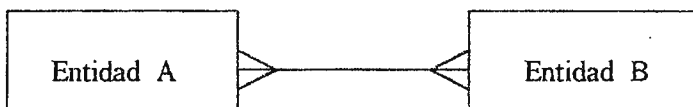


- *Relación uno-a-muchos:* La ocurrencia de una entidad está relacionada con ocurrencias múltiples de la otra entidad. Por ejemplo: una entidad en A está asociada con un número cualquiera de entidades en B. Una entidad en B, sin embargo puede estar asociada a lo sumo con una entidad en A.

Se representa de la siguiente manera:



- *Relación muchos-a-muchos:* Esta relación sucede cuando se puede asociar una ocurrencia en una entidad con muchas ocurrencias en la otra entidad o viceversa. Por ejemplo: Una entidad en A está asociada con un número cualquiera de entidades en B, y una entidad en B está asociada con un número cualquiera de entidades en A. Se representa de la siguiente manera:



- El tipo de existencia de la relación indica la frecuencia con que la relación existe. Específicamente, si la existencia de una entidad X depende de la existencia de la entidad

Y, entonces se dice que es dependiente por existencia de Y. Operativamente esto significa que si se suprime Y, también se suprime X. La entidad Y se dice que es una entidad dominante y X es una entidad subordinada.

#### ◆ ATRIBUTOS

Serán los datos elementales asociados a cada uno de los objetos o relaciones. Una entidad está representada por un conjunto de atributos, para cada uno de ellos hay un conjunto de valores permitidos, llamados dominio de ese atributo. Una forma de representarlos es por medio de elipses.



#### LLAVES.

Es importante poder especificar como se distinguen las entidades y las relaciones. Conceptualmente, las entidades individuales y las relaciones son distintas, pero desde una perspectiva de la base de datos, la diferencia debe expresarse en términos de atributos. Para hacer tales distinciones se asigna una super llave a cada conjunto de entidades. Esta super llave es un conjunto de uno o más atributos que, tomados colectivamente, nos permite identificar de forma única a una entidad en el conjunto de entidades y una relación en un conjunto de relaciones.

- Llave primaria: Se utiliza este termino para denotar una llave que elige el diseñador de la base de datos como el medio principal de identificar entidades dentro de un conjunto de entidades.

### **DIAGRAMA ENTIDAD-RELACION (E-R).**

Un diagrama E-R puede representarse por medio de una colección de tablas. Para cada conjunto de entidades, y para cada conjunto de relaciones en la base de datos, existe una tabla única a la que se le asigna el nombre del conjunto de entidades o del conjunto de relaciones correspondientes.

La estructura lógica global de una base de datos puede representarse gráficamente por medio de un diagrama E-R. Dicho diagrama consta de las siguientes partes:

- a) Rectángulos: representan conjuntos de entidades.
- b) Líneas: enlazan atributos a conjuntos de entidades y conjuntos de entidades a conjuntos de relaciones.

### **ESQUEMA DE LA BASE DE DATOS.**

Cuando se habla de una base de datos, es necesario diferenciar entre el esquema de la base de datos o el diseño lógico de la base de datos, y una instancia de la base de datos, el cual son los datos en la base de datos en un instante de tiempo dado. El esquema de una relación es una lista de atributos y sus correspondientes dominios.

## MODELO RELACIONAL

Una base de datos relacional consiste en una colección de tablas, a cada una de las cuales se asigna un nombre único, donde se representan bases de datos E-R mediante tablas. Una fila de una tabla representa una relación entre un conjunto de valores. Ya que una tabla es una colección de dichas relaciones, hay una estrecha correspondencia entre el concepto de tabla y el concepto matemático de relación, del cual toma el nombre el modelo de datos relacional.

## VISTAS

Es cualquier relación que no es parte del modelo conceptual, pero se hace visible al usuario como una "relación virtual". Es posible tener un gran número de vistas sobre cualquier conjunto de relaciones reales. Una vista se define usando la sentencia `create view`.

## **NORMALIZACIÓN EN EL DISEÑO DE BASES DE DATOS.**

Uno de los temas en el diseño de base de datos es lograr un modelo bien definido de los datos para evitar las anomalías en la actualización. En esto ayudan las *Formas normales* y las reglas de normalización .

Las cuatro formas normales son :

- *Primera forma normal (o 1 FN)*: Una relación está en la primera forma normal si todos los campos en cada registro contienen un solo valor tomado de sus dominios respectivos. El dominio de un campo es el rango de valores continuos o discretos permitidos para el campo.

- *Segunda forma normal( o 2FN )*: Una relación es o pertenece a la segunda forma normal si es 1FN y cada atributo no-clave de la relación es total y funcionalmente dependiente de su clave principal.
- *Tercera forma normal( o 3 FN )* : Una relación está en tercera forma normal si es 2 FN y ningún atributo no-clave en la relación es funcionalmente dependiente de algún otro atributo no-clave.
- *Cuarta forma normal( o 4 FN )*: Una relación está en 4 FN si es 3 FN y no contiene dependencias multivalores.

**ANEXO 6**

**METODOS UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DEL  
PROYECTO**

## METODO DEL DESARROLLO DEL ANALISIS ESTRUCTURADO

Muchos especialistas en sistemas de información reconocen la dificultad de comprender de manera completa sistemas grandes y complejos, por tal razón este método tiene como finalidad superar esta dificultad por medio de la división de sistemas en componentes y la construcción de un modelo del sistema.

Las características principales del análisis estructurado son:

Gráfico y conciso: La especificación estructurada de un sistema usa gráficas para describir un sistema en lugar de texto.

De arriba hacia abajo: El sistema es dividido en secciones tan independientes como sea posible, de esta manera el usuario puede revisar el sistema por partes; la división se hace de lo general a lo particular.

Sin redundancia: Cada información es registrada únicamente una vez; esto asegura consistencia y facilita el cambio, aunque en ningún momento asegura corrección.

Lógico y no físico: La especificación estructurada se concentra en lo que el sistema hará para el usuario, no en como lo hará.

Los elementos del análisis estructurado son: El diagrama de flujo de datos y el diccionario de datos. La fase que se utilizó en dicho método es:

- *Diagrama de flujo de datos. (DFD)*

Es un diagrama que representa a un sistema en forma de red, mostrando los componentes activos del sistema y las interfaces de datos entre ellos. Utiliza cuatro elementos gráficos:

- \* Flujo de datos: Es un elemento estremadamente importante de DFD.
- \* Proceso: Transforma el dato de dos formas posibles: puede transformar la estructura y/o transformar la información o generar una nueva.
- \* Almacenamiento: No solo representa un archivo sino cualquier cosa que guarde información.
- \* Entrada/salida: Indica respectivamente de donde viene la información requerida por el sistema y a donde va la información producida. Una entrada genera flujos de datos para el sistema y una salida es un receptor de flujo de datos.

### **METODO DEL PROTOTIPO DE SISTEMAS.**

El prototipo es un modelo piloto o de prueba, el cual es desarrollado con la finalidad de probar ideas y suposiciones relacionadas con el nuevo sistema. Los pasos a seguir en el proceso de desarrollo de prototipos son los siguientes:

- \* Identificar los requerimientos de información que el usuario conoce con las características necesarias del sistema.
- \* Desarrollar un prototipo que funcione.

- \* Utilizar el prototipo anotando las necesidades de cambios y mejoras, lo cual expande la lista de los requerimientos de sistemas conocidos.
- \* Revisar el prototipo con base en la información obtenida a través de la experiencia del usuario.
- \* Repetir los pasos anteriores las veces que sea necesario, hasta obtener un sistema satisfactorio.

### **DICCIONARIO DE DATOS (DBA)**

Consiste en la documentación de la base de datos, en donde se describe todos los elementos de los datos de la base. El DBA utiliza el diccionario en cada etapa del ciclo de vida de la base empezando en la etapa embrión de la acumulación de datos hasta las de diseño, implantación y mantenimiento. La documentación proporcionada por el diccionario es tan valiosa para los usuarios finales y administradores como esencial para los programadores.

### **MODELADO DE DATOS**

Es uno de los pasos a seguir para el diseño del sistema en donde se definen las entidades y sus relaciones, la descripción de la estructura de cada entidad y el modelo lógico de datos.

**ANEXO 7**

**MAPA DE RIESGOS DE EL SALVADOR.**

# ZONAS DE UBICACION DE LOS ORGANISMOS DE SOCORRO



- Mapa
- # Bomberos
- # Comando de salvamento
- # Cruz Roja
- # Cruz Verde



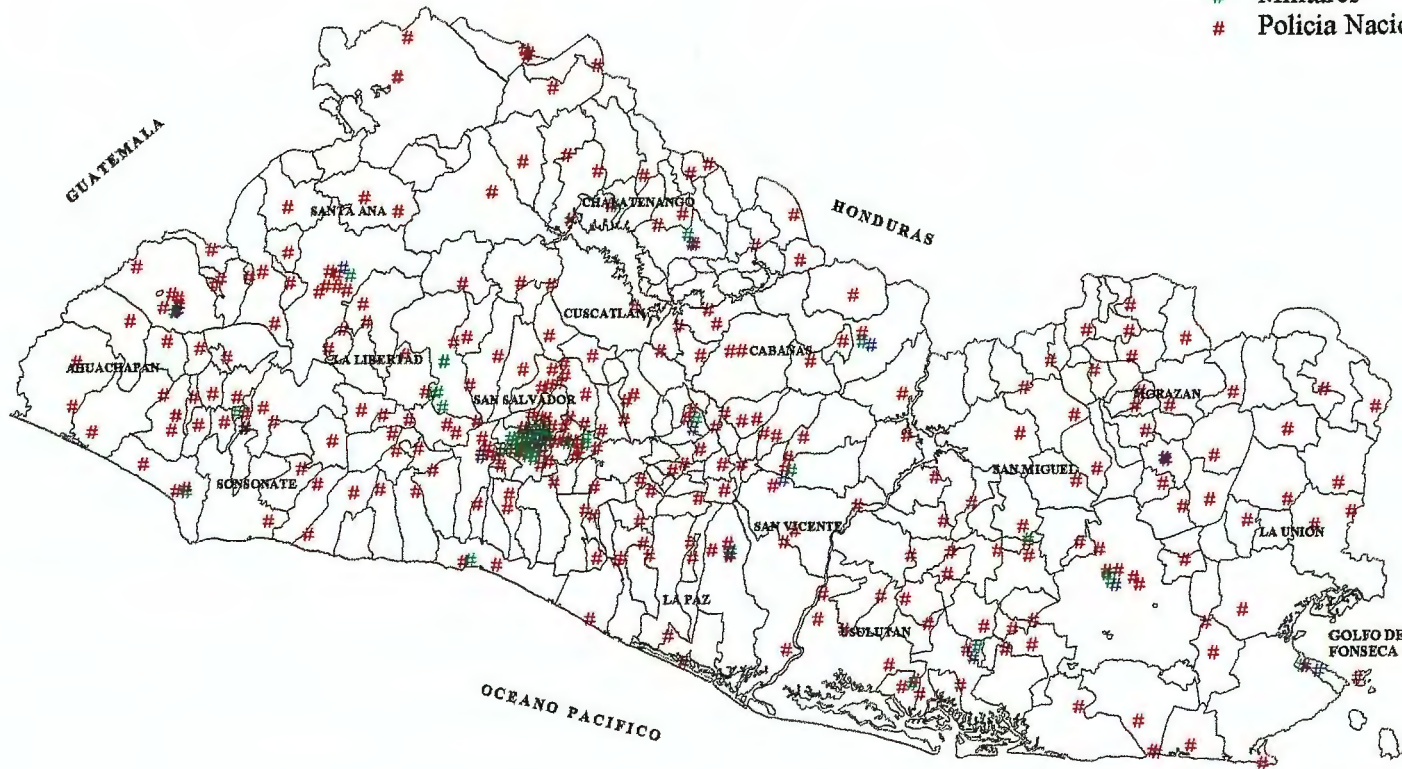
ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:

# ZONAS DE UBICACION DE LOS ORGANISMOS DE SOCORRO



- Mapa
- # Comite de Emergencia Departamental
- # Militares
- # Policia Nacional Civil



ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:  
UNIDAD DE INFORMACION GEOGRAFICA

# ZONAS DE UBICACION DE LAS INSTITUCIONES DE SALUD



- Mapa
- Organismos de salud
- # CENTROS DE SALUD
  - # CENTROS RURALES DE NUTRICION
  - # CLINICA REGIONAL
  - # HOSPITALES
  - # PUESTO COMUNITARIO
  - # PUESTOS DE SALUD
  - # UNIDADES DE SALUD






ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:  
UNIDAD DE INFORMACION GEOGRAFICA

# UBICACION DE LAS ZONAS DE INUNDACION Y DE ACTIVIDAD SISMICA



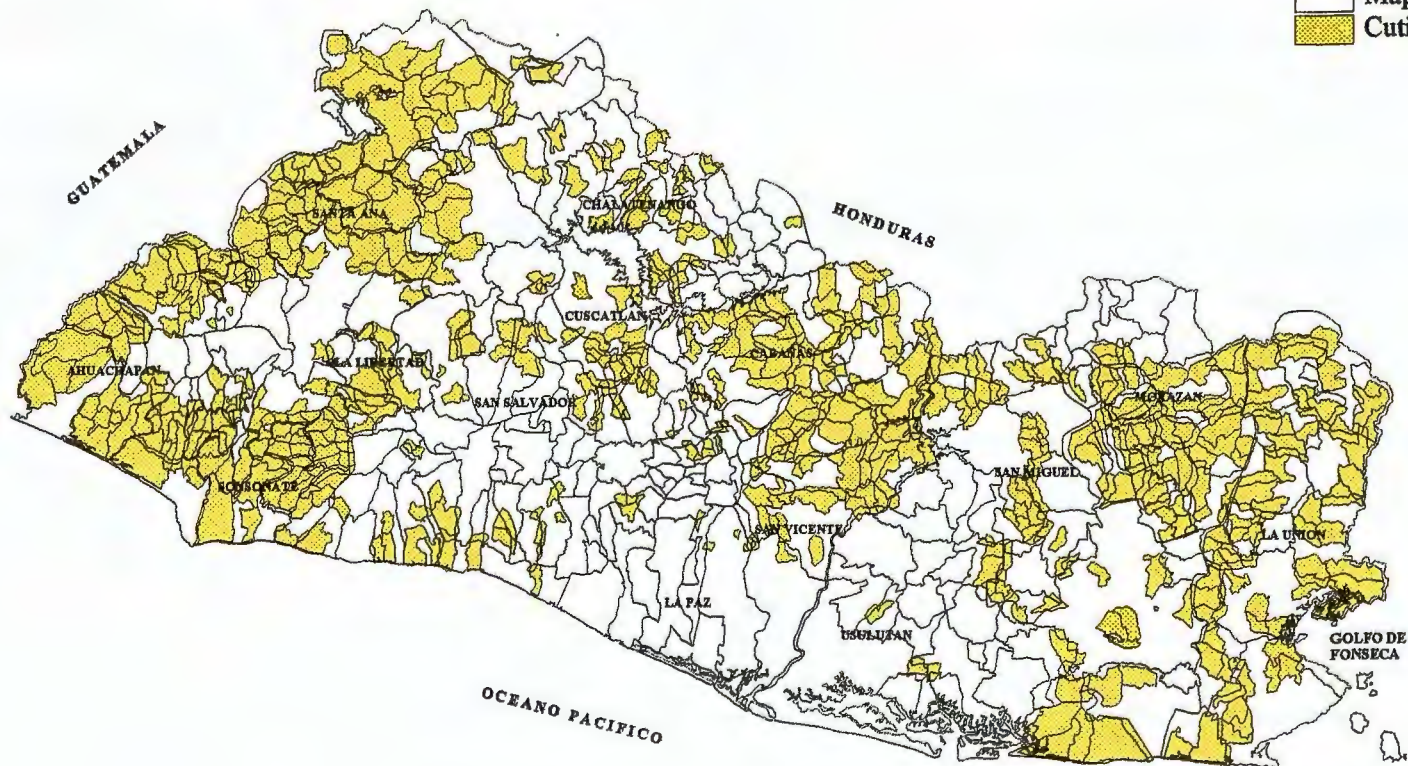
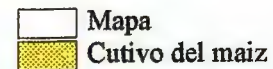
-  Mapa
-  Actividad sísmica
-  Zonas inundadas



ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

# ZONAS DE CUTIVO DEL MAIZ



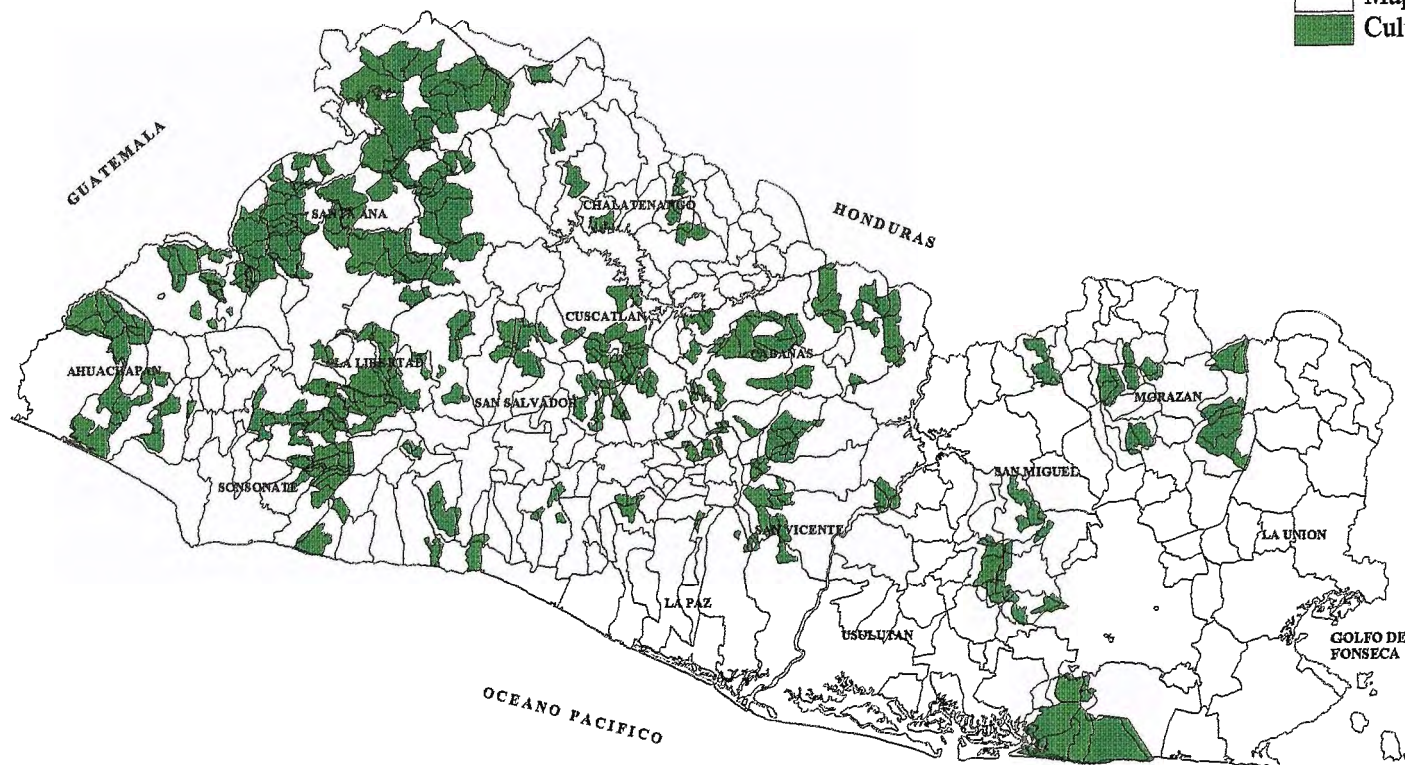
ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

# ZONAS DE CUTIVO DEL FRIJOL



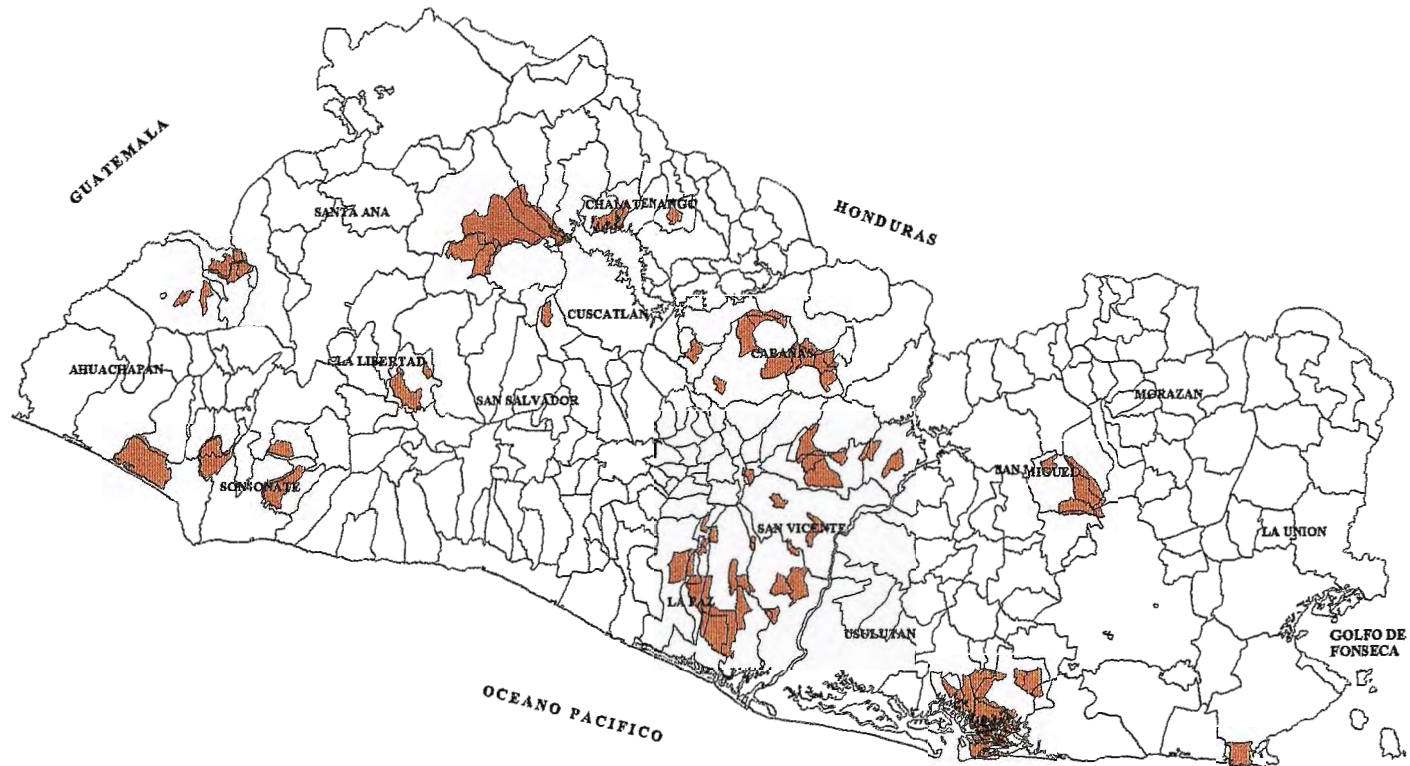
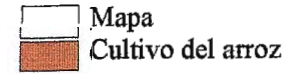
Mapa  
Cultivo del frijol



ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION:  
UNIDAD DE INFORMACION GEOGRAFICA

# ZONAS DE CUTIVO DEL ARROZ



ESCALA 1:1,953,125

FUENTE DE INFORMACION: \_\_\_\_\_

**ANEXO 8.**

**GUÍA AUXILIAR PARA LA CREACIÓN DE MAPAS EN  
EL PROGRAMA ARC VIEW**

# ÍNDICE

<b>TITULO</b>	<b>PAG.</b>
Introducción .....	202
8.1 Análisis de los requerimientos de la base de datos.....	203
8.2 Diseño de las bases de datos .....	204
8.3 Creación de las tablas de datos .....	206
8.4 Creación del mapa en Arc View .....	208
8.5 Adición de tablas en el programa Arc View .....	215
8.6 Unión de tablas .....	216

## INTRODUCCIÓN

La presente guía tiene como finalidad describir en forma práctica los pasos necesarios para la elaboración de un mapa aplicando los Sistemas de Información Geográfica (SIG); dicha descripción comprende desde el análisis de los requerimientos de la base de datos hasta la implementación en alguno de los programas que son utilizados por los SIG. (Para mayor información sobre estos programas, consulte el capítulo 8: Análisis del Sistema de Información Geográfica).

La guía será un complemento de todo el documento, por lo que siempre se hará mención de los capítulos a buscar para la mayor comprensión del tópico que se esté leyendo; además se puede auxiliar con la bibliografía que se ha utilizado para dicha información.

Para generar el mapa se podrán utilizar programas especializados de los Sistema de Información Geográfica. Uno de los programas que se utilizará para describir en forma práctica los pasos ha seguir para la elaboración de éstos, es el programa ArcView; el cual permite que se trabajen con tablas, mapas, figuras y utiliza diferentes tipos de datos.

## **8.1 ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA BASE DE DATOS.**

Como primer paso se debe de establecer los requerimientos de la base de datos, los cuales se pueden determinar por diversos mecanismos que pueden ser entrevistas o cuestionarios a las personas que generan la información y aquellas que lo usan. El análisis tiene como objetivo producir una especificación formal de los requerimientos que la base de datos debe de llenar, y podrá incluir lo siguiente:

- Datos requeridos en el proceso.
- Relaciones naturales de los datos.
- Restricciones de rendimiento, integridad que deben de mantenerse.
- Definición de la plataforma para la implementación.

Los requerimientos de la base de datos se analizan y se modelan usando los diagramas de entidad/relación.

## 8.2 DISEÑO DE LAS BASES DE DATOS.

Para el modelado de datos se deben realizar los siguientes pasos: <sup>[1]</sup>

*Paso 1:* Definir la información que se necesita: Para la elaboración del mapa

se requiere la información de las tablas a utilizar para la generación de una base de datos relacional (base de datos alfanúmerica), la cual será enlazada a la base de datos geográfica con el objeto de poder ubicar la información en el mapa.

*Paso 2:* Definir las entidades que se necesitan utilizar y sus relaciones, de acuerdo a los conceptos de normalización, relación, cardinalidad y grado que se presentan en el anexo 5.

*Paso 3:* Diseñar el diagrama E-R: el cual consiste en integrar en un diagrama las entidades con sus respectivas relaciones, de acuerdo al modelo entida-relación que se presenta en el anexo 5.

---

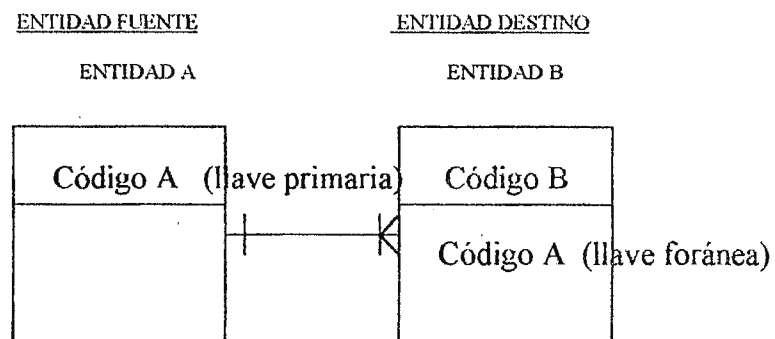
[1] Consultar anexo 5: Conceptos de bases de datos y capítulo 10: Diseño de la base de datos.

*Paso 4:* Definir la llave primaria de cada entidad: No olvidando que la llave, es un campo cuyo contenido puede identificar de manera única a cada registro de la tabla. Solo un campo de la entidad puede ser designado como principal. Por ejemplo: para la entidad A su llave primaria es: Código A.

*Paso 5:* Definir los atributos en cada una de las entidades: los cuales son características de la entidad que proveen una descripción de ellos. Por ejemplo: los atributos de la entidad A son: nombre, dirección.

*Paso 6:* Definir las llaves foráneas necesarias para poder relacionar dos o más entidades. La llave primaria de la entidad fuente es la llave foránea de la entidad destino.

Ejemplo:



*Paso 7:* Diseñar el modelo conceptual de datos, el cual se forma a partir del diagrama entidad-relación y en el que se le incorporan los pasos 4,5,6.

### 8.3 CREACION DE TABLAS DE DATOS.

Para la creación de las tablas se utilizará cualquier manejador de base de datos, teniendo el cuidado de chequear que sea compatible con el paquete gráficator. Para efectos de explicación se utilizará el manejador FoxPro, para lo cual se han realizado los siguientes pasos:

*Paso 1:* Primeramente se debe de ingresar al menú de FoxPro y seleccionar la opción archivo, luego seleccionar la opción tabla. Otro método es escribir en la ventana de comando de FoxPro: *CREATE nombre de tabla.*

*Paso 2:* Para crear las tablas se utiliza cada una de las entidades, en donde la entidad es la tabla y la información contenida en cada una de ellas son los campos.

Ejemplo: Para la entidad A la creación de dicha tabla es:

CREATE A

<i>Name</i>	<i>type</i>	<i>width</i>	<i>dec</i>	<i>Index</i>
código A	character	2		
nombre	character	12		
dirección	character	30		

Una vez creada la estructura, se oprime ENTER para completar el proceso de definición de tablas, FoxPro preguntará si desea introducir registros de datos. Si se desea introducir registros se contesta que sí y se introducen los datos.

Luego de creadas las tablas con la información, usted está listo para iniciar con la creación del mapa que se explica en el apartado siguiente.

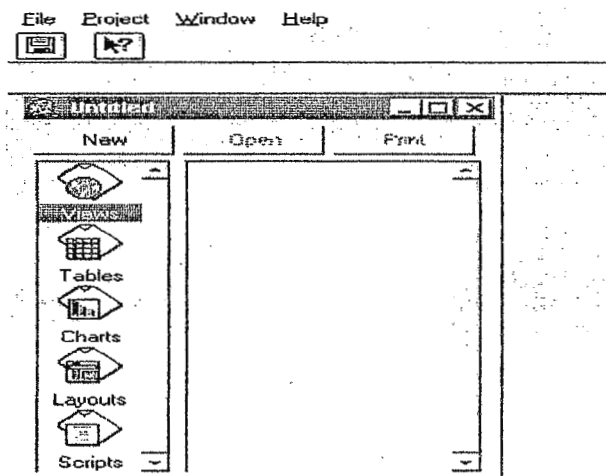
## 8.4 CREACION DEL MAPA EN ARC VIEW. <sup>[2]</sup>

Para ingresar al software de Arc View, se hace click en el icono de la figura 1:



*Figura 1.*

A continuación se verá la siguiente pantalla:



*Figura 2*

[2] Environmental Systems Research Institute INC, **Introducing Arc View; The Geographic Information System for Everyone;** 1994

Luego se selecciona el icono "Views" y la opción New; entrando de esta manera a una nueva ventana, como la siguiente.

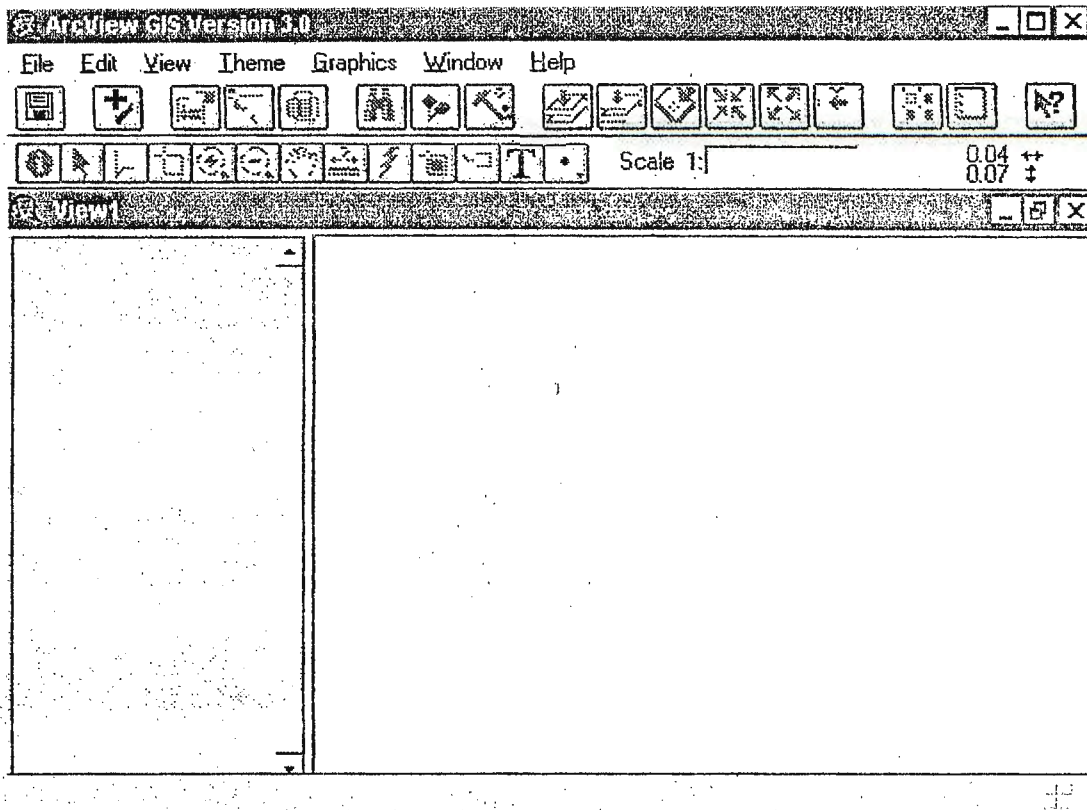
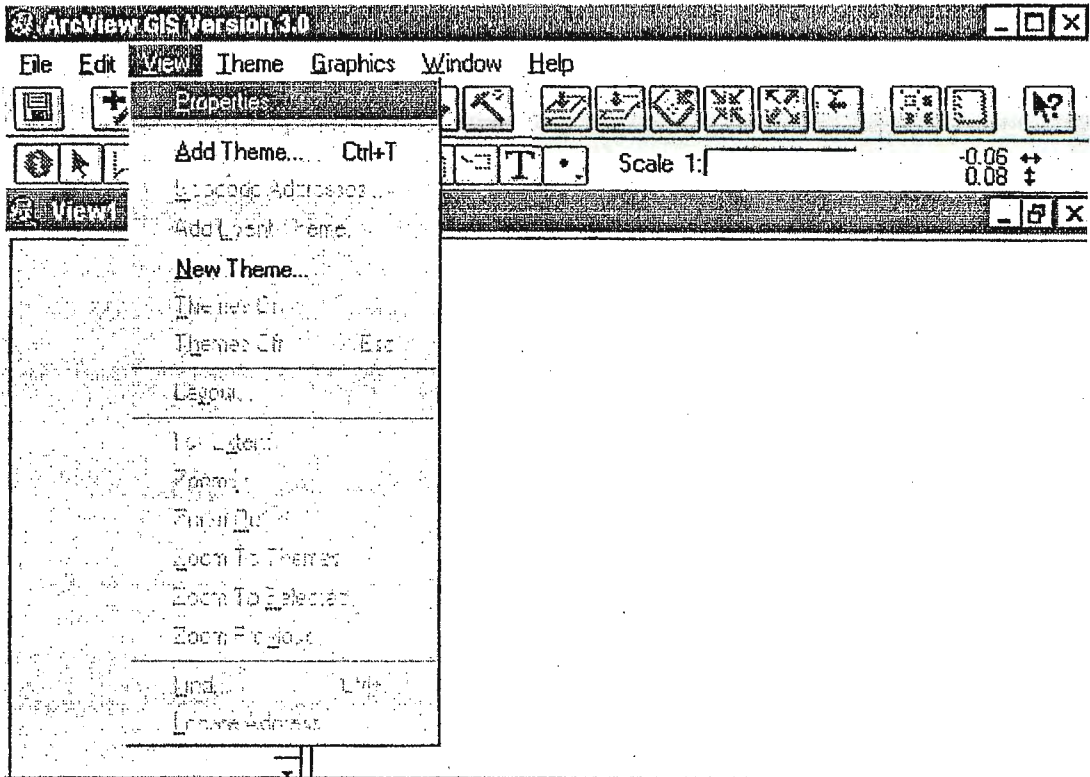


Figura 3

Para la realización del mapa los pasos a seguir son:

*Paso 1:* Según lo expuesto en el capítulo 11: Aplicación del programa ARC/INFO y ArcView, se deben de elaborar las diferentes coberturas que se necesitarán, una vez que estas son llevadas a cabo mediante el programa ARC/INFO; se pueden agregar las diferentes coberturas al software de ArcView. Para comenzar se

introduce al menú seleccionando la opción "View", apareciendo el siguiente sub menú:



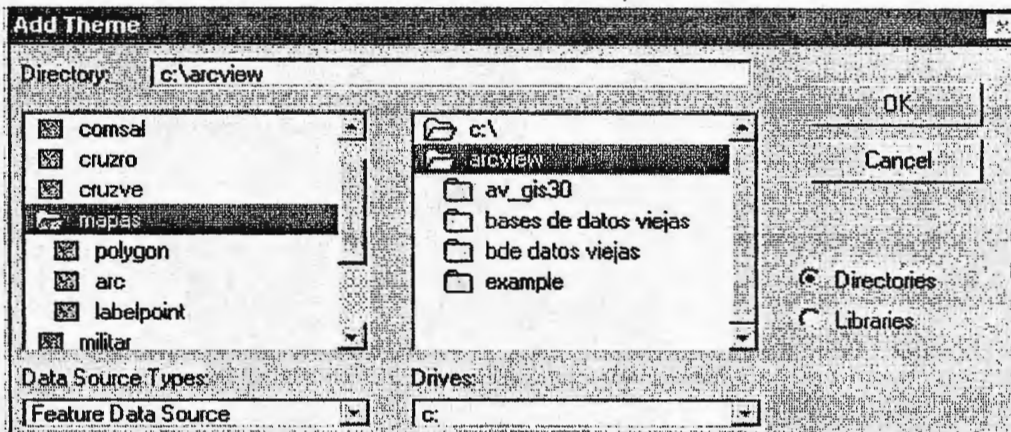
Displays the dialog box to edit properties of the view.

*Figura 4*

*Paso 2:* En este sub menú se selecciona la opción "add theme" o se presiona la tecla Ctrl+T.

*Paso 3:* Posteriormente se busca el directorio en donde se encuentran ubicadas las coberturas.

*Paso 4:* Se selecciona primeramente la cobertura que contiene el mapa de El Salvador, y se hace click. Luego aparecerán tres tipos de coberturas para el mismo mapa, tal como se muestra en la figura 5:



*Figura 5*

Se puede elegir dentro de ellas cualquiera ya sea la de polígono, arcos o puntos. La representación es diferente para cada uno de ellos pero los tres muestran el mapa de El Salvador. Para la representación se utilizará la cobertura de polígonos (polygon), para lo cual hay que colocarse en este tipo de cobertura y presionar la tecla ENTER o la tecla Ok del menú. Luego para que se vea el mapa se arrastra el mouse a la cobertura dada y se hace click en el cuadro que aparece al lado izquierdo de la cobertura, en ese momento lo marcará y así se verá el mapa.

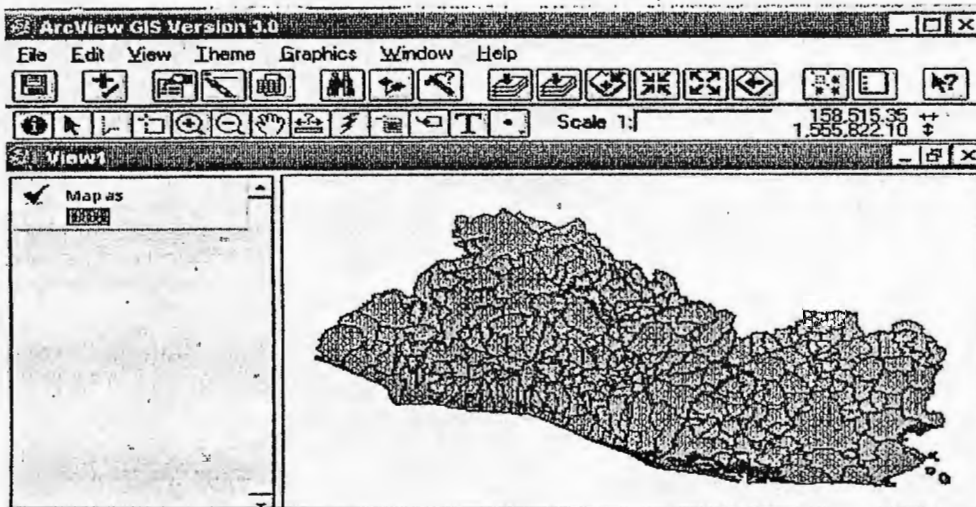


Figura 6

*Paso 5:* Para esta aplicación el mapa debe de estar en blanco (es decir, sin colores), para lo cual se hace doble click en la cobertura del mapa de la figura 6, de esta manera aparecerá el siguiente menú:

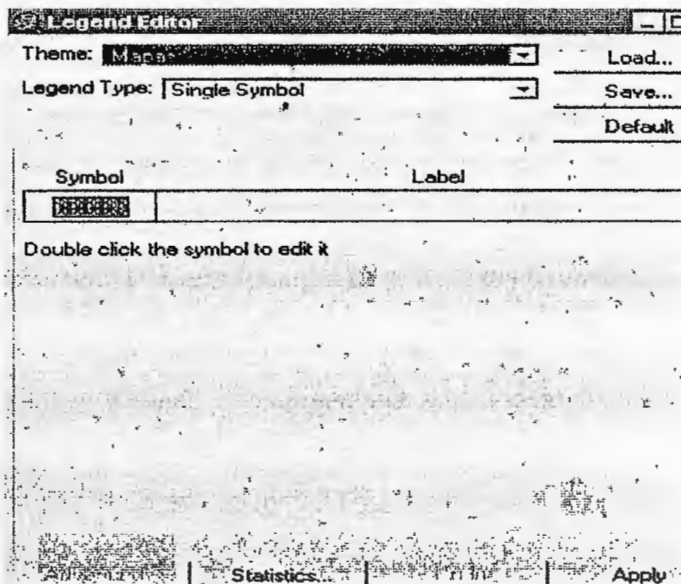
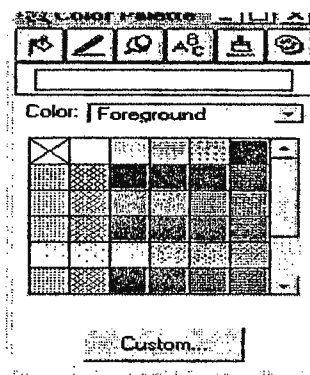


Figura 7

*Paso 6:* En esta nueva ventana se hace doble click en donde dice "Symbol", y aparecerá una nueva ventana llamada "color palette".

*Paso 7:* En la ventana "color palette", se selecciona el icono de colores como se muestra en la figura 8:



*Figura 8*

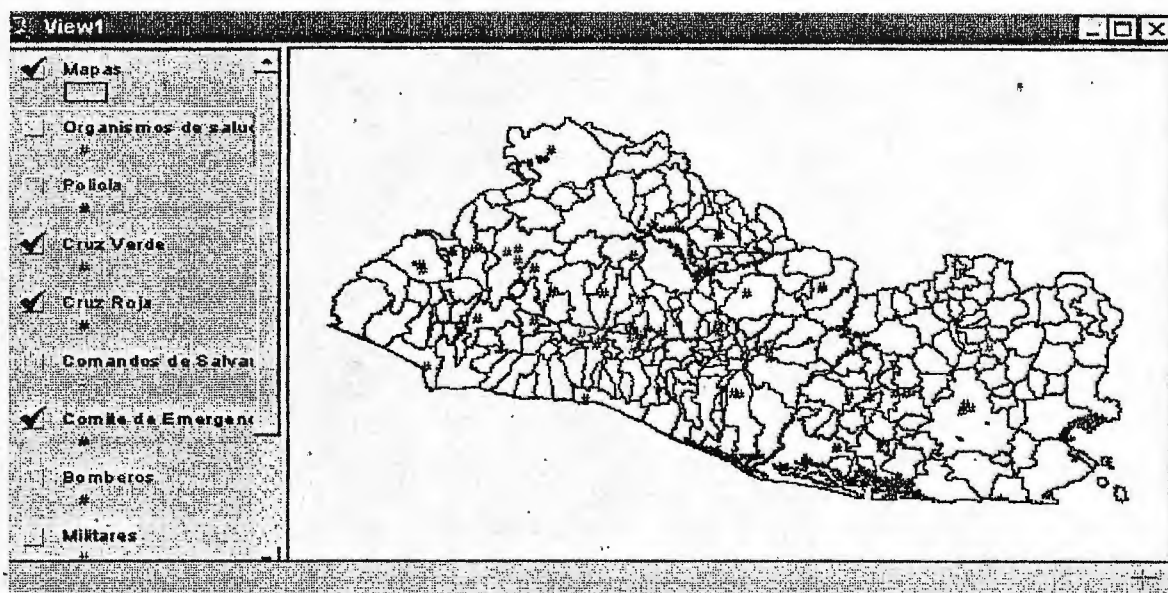
A continuación se hace click en el cuadro que no tiene color, el cual es:



Luego se cierra la ventana, colocándose nuevamente en la ventana de la figura 7; se selecciona la opción "apply" y se cierra la ventana.

*Paso 8:* Ahora que se tiene el mapa se comenzará a colocar las demás coberturas que se han elaborado para ubicarlas en el mapa, para esto siempre se deben de realizar los pasos 1,2,3.

*Paso9:* Una vez se pongan todas las coberturas, estas se pueden activar como se guste. Por ejemplo, en el menú que se presentará a continuación únicamente se tienen activado el mapa de El Salvador y ciertas coberturas.



*Figura 9*

*Paso 10:* Para cambiar el color a cada cobertura, seguir los pasos 5,6,7 antes mencionados. De esta manera se elabora el mapa junto con las distintas coberturas; una vez finalizado se selecciona la opción "file" del menú principal y se guarda el proyecto con la opción "save"; luego se cierra la ventana.

## 8.5 ADICION DE LAS TABLAS EN EL PROGRAMA ARC VIEW

Para adicionar tablas en el programa Arc View se debe ubicar en la figura 2. Luego se selecciona el icono "Tables". Se selecciona la opción "add" para añadir las diferentes tablas creadas; obteniéndose el siguiente menú:

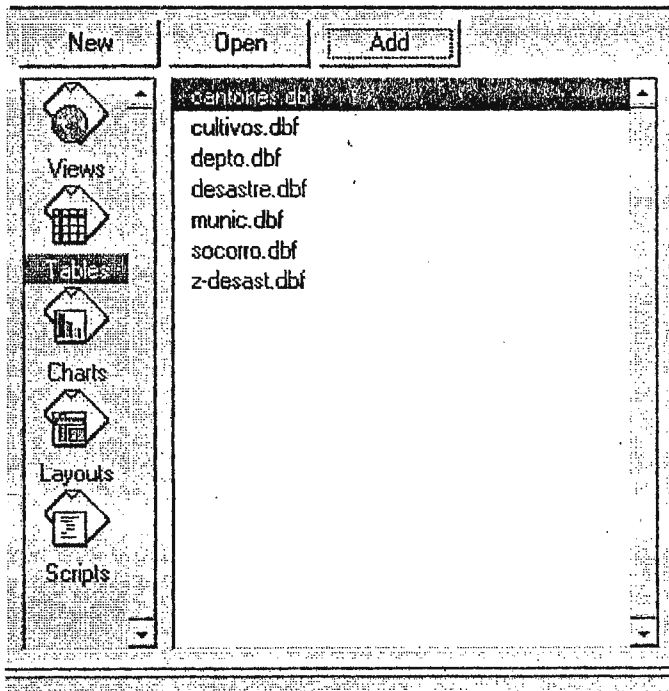
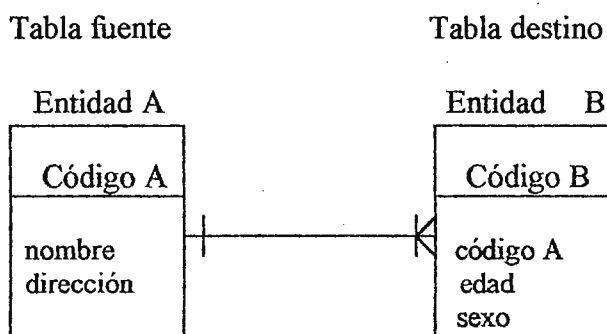


Figura 10

## 8.6 UNION DE TABLAS.

Una vez realizado lo anterior, se hace click en las tablas que se desean relacionar. Por ejemplo: Se quiere relacionar la tabla A con la tabla B, para lo cual se abren ambas tablas y de acuerdo al diagrama entidad-relación se establece la relación.

En Arc View se utiliza una tabla fuente y una destino; para el caso, la entidad A será la tabla fuente y la entidad B será la tabla destino. Luego se deberá ver que campo hay que unir para establecer la relación entre las dos tablas



Con lo anterior se puede observar que el campo a unir será código A.

### **Pasos a seguir para la unión de tablas.**

*Paso 1:* Primeramente se hace click en el campo **código A** de la tabla fuente y luego, c  
en el campo **código A** de la tabla destino, observando que esta tabla esta activ

(esta en colores); de esta manera puedo saber que es la tabla en donde se tendrá el resultado de la unión, la figura 11 muestra dichas tablas.

tabla_a.dbf			tabla_b.dbf			
Codigo_a	Nombre	Direccion	Codigo_b	Codigo_a	Edad	Sexo
01	Jose Armando	San Salvador	001	01	15 años	mascul
02	Juan Perez	San Vicente	002	03	25 años	femen
03	María Isabel	San Salvador	003	02	10 años	mascul
			004	04	2 años	femen

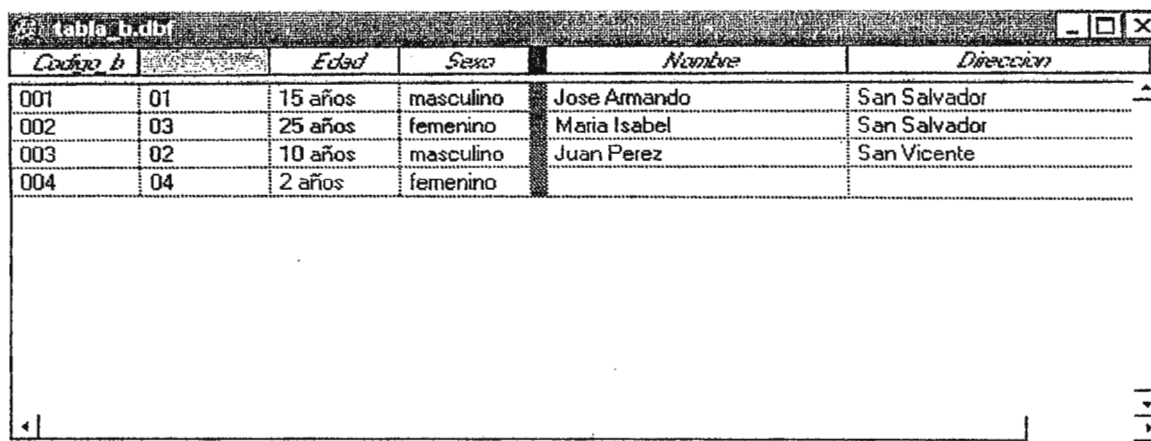
Figura 11

Paso 2: Luego en el menú que aparece se selecciona el siguiente icono:



Figura 12

Paso 3: Seguidamente, se hace click en el icono y se verá la unión que se establece:



<i>Codigo b</i>		<i>Edad</i>	<i>Sexo</i>	<i>Nombre</i>	<i>Direccion</i>
001	01	15 años	masculino	Jose Armando	San Salvador
002	03	25 años	femenino	Maria Isabel	San Salvador
003	02	10 años	masculino	Juan Perez	San Vicente
004	04	2 años	femenino		

Figura 13

Paso 4: Finalmente se salva el proyecto y se cierra la ventana. De esta manera se realizan las distintas uniones teniendo presente que el programa Arc View está limitado y solo trabaja con varias tablas fuente y una sola tabla destino, sin embargo en un futuro se espera que está limitante ya no exista.

## **ANEXO 9**

**FORMATO DE ALGUNOS DE LOS REPORTES GENERALES  
QUE GENERA EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO**

# LISTADO GENERAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE EL SALVA

Código Nombre

01 AHUACHAPAN

02 SANTA ANA

03 SONSONATE

04 CHALATENANGO

05 LA LIBERTAD

06 SAN SALVADOR

07 CUSCATLAN

08 LA PAZ

09 CABAÑAS

10 SAN VICENTE

11 USULUTAN

12 SAN MIGUEL

13 MORAZAN

14 LA UNION

**LISTADO GENERAL DE LOS MUNICIPIOS DE EL SALVADOR**

<b>Código del depto.</b>	<b>Código del municipio.</b>	<b>Nombre del municipio</b>
01	01	AHUACHAPAN
01	02	APANECA
01	03	ATQUIZAYA
01	04	CONCEPCION DE ATACO
01	05	EL REFUGIO
01	06	GUAYMANGO
01	07	JUJUTLA
01	08	SAN FRANCISCO MENENDEZ
01	09	SAN LORENZO
01	10	SAN PEDRO PUXTLA
01	11	TACUBA
01	12	TURIN
02	13	CANDELARIA DE LA FRONTERA
02	14	COATEPEQUE
02	15	CHALCHUAPA
02	16	EL CONGO
02	17	EL PORVENIR
02	18	MASAHUAT
02	19	METAPAN
02	20	SAN ANTONIO PAJONAL
02	21	SAN SEBASTIAN SALITRILLO
02	22	SANTA ANA
02	23	SANTA ROSA GUACHIPILIN
02	24	SANTIAGO DE LA FRONTERA
02	25	TEXISTEPEQUE

# LISTADO GENERAL DE LOS TIPOS DE ORGANISMO

Código del organismo.	Tipo de organismo
01	HOSPITALES
02	UNIDADES DE SALUD
03	PUESTOS DE SALUD
04	CENTROS RURALES DE NUTRICION
05	CENTROS DE SALUD
06	CLINICA REGIONAL
07	PUESTO COMUNITARIO
08	DISPENSARIO DE SALUD
09	COMITE DE EMERGENCIA DEPARTAMENTAL
10	COMANDOS DE SALVAMENTO
11	CRUZ VERDE SALVADOREÑA
12	BOMBEROS
13	CRUZ ROJA SALVADOREÑA
14	UNIDADES MILITARES
15	POLICIA NACIONAL CIVIL

# GLOSARIO

## GLOSARIO.

**Actividad vulcanológica:** Actividad volcánica muy relacionada a la actividad sísmica.

**Agricultura:** La práctica de cultivar el suelo y producir cosechas.

**Algoritmo:** Proceso definido o conjunto de reglas para resolver un problema dado.

**Análisis de Sistemas:** Es el proceso de clasificación e interpretación de hechos, diagnóstico de problemas y empleo de la información para recomendar mejoras al sistema.

**Análisis estructurado:** Se concentra en especificar lo que se requiere que haga el sistema o la aplicación. No se establece cómo se cumplirán los requerimientos o la forma en que se implantará la aplicación.

**Análisis espacial:** Incluye las funciones que realicen cálculos sobre las entidades gráficas, va desde operaciones sencillas como longitud de una línea, perímetros, áreas y volúmenes, hasta operaciones complejas como análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno.

**Análogo:** Representación de valores numéricos mediante variables físicas, tales como una rotación, voltaje, corriente. Contrasta con digital.

**ARC/INFO:** Programa para PC y compatible sobre sistema operativo DOS que permite la creación de un Sistema de Información Geográfica en formato vectorial.

**Arcos:** Conjunto de segmentos rectos orientados ( con origen en un nodo concreto y destino a otro nodo) que poseen la misma topología.

**Arco colgante:** Tiene el mismo polígono a la derecha e izquierda, es decir, aquel que sobrepasa el arco con el que debería conectar.

**Asentamiento:** Ubicación temporal, permitida por entes gubernamentales de personas que han emigrado por causas naturales o por conflictos bélicos, en tierras destinadas a expropiarse. Estos asentamientos además de desordenados carecen de servicios mínimos de agua potable, luz, educación.

**Atributo:** Esta representado por medio de un campo en un registro para describir alguna propiedad de la entidad representada por el registro.

**Automatización:** 1. La teoría de hacer automático los procesos. 2. La implementación automática de un proceso. 3. El control de un proceso de producción por medios automáticos.

**Base de datos:** Conjunto de archivos interrelacionados creados y manejados por un sistema manejador de bases de datos (DBMS).

**Base de datos alfa-numérica:** Contiene toda la información pertinente y necesaria sobre los atributos, características o información de cierto elemento.

**Base de datos geográfica:** La base de datos geográfica: Esta contiene las características de la superficie de la tierra. Es la base de datos digitalizada. Esta formada por capas de división política, ríos, carreteras, curvas de nivel.

**Base de datos relacionales:** Base de datos construida por medio de relaciones, es decir, construida con matrices planas de ítems de datos.

**Cálculo relacional:** Lenguaje de consulta, no algorítmico, usado para la recuperación de los datos. Estos se obtienen cuando se establece solo la condición de consulta sin necesidad de detallar los pasos para la recuperación.

**Campo:** Unidad direccionable más pequeña que puede ser referida por un programa.

**Canícula:** Es llamada también sequía, el cual es un período de tiempo anormalmente seco, capaz de provocar un desequilibrio hidrológico en una zona o área.

**Cartografía:** Arte de dibujar mapas o cartas.

**Ciclo de vida para el desarrollo de sistemas (SDLC):** Es el conjunto de actividades que los analistas, diseñadores y usuarios realizan para desarrollar e implantar un sistema de información.

**Cobertura:** Conjunto de hechos geográficos ligados mediante una topología específica (de polígonos, líneas o puntos) y cuyos atributos son almacenados en una base de datos asociada.

**Coincidencia:** Análisis de superposición de puntos, líneas, polígonos y áreas.

**Concatenar:** Operación que une a dos elementos por medio de intercalación vertical.

**Condensación:** Conversión de un gas en líquido, tal como ocurre con el vapor de agua en la atmósfera.

**Conectividad:** Análisis sobre entidades gráficas que representen redes de conducción.

**Contigüidad:** Encontrar áreas adyacentes en una región determinada.

**Convertidor análogo a digital:** Dispositivo que convierte las señales de salida de un computador análogo a una representación digital para entrada a un computador digital.

**Dangle Length:** Longitud mínima permitida para los arcos colgantes dentro de una cobertura.

**Dato:** Símbolo que describe un aspecto de una entidad o evento del mundo real.

**dBASE:** Sistema de manejo de bases de datos para microcomputadoras.

**Derrumbes y deslizamientos de tierra:** Se producen cuando se rompe el equilibrio de fuerzas actuantes sobre una masa de tierra que se encuentra en una pendiente, su diferencia estriba en la cantidad de masa de tierra que movilizan.

**Desastres naturales de origen meteorológicos:** Clasificación de desastres naturales, los cuales pueden ser producidos por huracanes, inundaciones, temporales y sequías..

**Desastres naturales de origen telúricos y tectónicos:** Clasificación de desastres naturales, los cuales pueden ser producidos por terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis.

**Desastres naturales de origen topológicos:** Clasificación de desastres naturales, los cuales pueden ser producidos por derrumbes o por deslizamientos de tierra.

**Digital:** Pertenece al uso de señales discretas para representar los datos en forma de caracteres y números. El procesamiento de datos se vale de que puede lograrse toda la representación de dígitos utilizando números binarios.

**Digitalización:** Conversión de mapas en formato análogo a formato digital.

**Digitalizador:** Llamado también tableta digitalizadora; es un periférico electrónico o electromagnético consistente en una tableta, sobre el cual el mapa puede ser colocado. Permite la digitalización de coordenadas.

**Diseño de sistemas:** Es el proceso de planificar, reemplazar o complementar un sistema organizacional existente.

**Eficiencia:** Virtud, actividad, fuerza para poder obrar o lograr los objetivos.

**Embalse:** Depósito artificial de aguas superficiales utilizadas para regular el régimen de un río, logrado por el represamiento de una cuenca.

**Enjambres sísmicos:** Secuencia o serie de sismos pequeños que ocurren en la misma región durante un tiempo corto, no siendo ninguno de ellos de magnitud significativa o sobresaliente respecto a los demás.

**Epicentro:** Punto sobre la superficie terrestre situado directamente sobre el foco o hipocentro de sismo. La proyección vertical del foco sobre la superficie terrestre.

**Erupción:** Emisión de materias sólidas, líquidas o gaseosas por aberturas o grietas en la corteza terrestre.

**Estrato:** Llamado también capa, es un plano que almacena un tipo de información específica.

**Entidad:** Objeto tangible que puede describirse con palabras, código numérico o no numérico. Por ejemplo: población y desastre son registros que representan entidades.

**Extensión de las coberturas:** Rectángulo mínimo en que están incluidas las coordenadas mayor y menor de los arcos y puntos de una cobertura.

**Falla:** Deslizamiento de bloques de la litosfera a lo largo de grandes grietas o fracturas. En la falla, un bloque aparece elevado y otro deprimido.

**Fenómeno del niño:** Se produce cuando ciertos aumentos de temperatura en el Océano Pacífico provocan una gran evaporación que se precipita en el océano, mientras las precipitaciones pluviales en tierra firme disminuyen.

**Formato digital:** Se da cuando la información de un SIG va destinada a otro sistema de información, o en general, a otro medio sistematizado.

**Formato raster:** Codifica el contenido de los objetos geográficos, en lugar de sus límites exteriores.

**Formato vectorial:** Define un objeto geográfico de la realidad a través de sus límites o fronteras con el exterior.

**Freática:** Relativo a aguas acumuladas en el subsuelo, sobre una capa impermeable y que pueden ser aprovechadas por medio de pozos.

**Fuzzy Tolerance:** Distancia mínima que separa todas las coordenadas en una cobertura.

**Geofísicos:** Personas que profesan la geología.

**Geografía:** Ciencia que trata de la descripción de la tierra.

**Geología:** Ciencia que trata de la forma y naturaleza de la tierra y de los cambios que han sufrido desde su origen.

**Geológicos:** Estudia la composición y formación de la litosfera.

**Geometría:** Parte de las matemáticas que estudia las propiedades y medidas de la extensión

**Geométrico:** Pertenece a la geometría. Muy exacto.

**Georreferenciada:** Se refiere a la forma en la cual las diferentes localidades, tanto en archivos vectoriales como en archivos raster son relacionados a localidades en la superficie de la tierra.

**Hidrografía:** Parte de la geografía física que estudia las aguas marítimas y continentales en todos sus aspectos.

**Hipocentro:** Punto donde se origina un terremoto en el interior de nuestro planeta.

**IDRISI:** Sistema de Información Geográfica y de procesamiento de imágenes.

**Implementación:** Proceso de diseñar, preparar, probar e instalar un sistema. En su uso general, el proceso de probar y correr en paralelo un sistema.

**Intensidad:** Medida cualitativa o cuantitativa de la severidad de la sacudida del terreno producida por un sismo en determinado lugar.

**Inundación:** El agua cubre los terrenos y a veces la población.

**Llave primaria:** Campo cuyo contenido puede identificar de manera única a cada registro del archivo. Solo un campo del registro puede ser designado como principal.

**Llave foránea:** Cualquier campo a excepción de la llave primaria puede designarse como llave foránea y se utilizan como llaves de búsqueda en consultas.

**Litosfera:** Llamada también corteza terrestre, es la envoltura exterior de la porción sólida de nuestro planeta.

**Mapa:** Llamado también carta; es una representación total o parcial de la superficie curva de la tierra sobre una superficie plana, así siempre una hoja de papel.

**Mapa booleano:** Son llamados también lógicos ya que muestran relaciones falso\verdadero. Son llamados también binarios ya que la imagen contiene únicamente ceros y unos.

**Mapa temático:** Mapa que esta formado por el conjunto de toda la información relacionada.

**Mesa digitalizadora:** Instrumento típico de captura de datos vectoriales.

**Meteorología:** Es el estudio de los fenómenos atmosféricos y de sus causas, es la ciencia que estudia el tiempo.

**Modelo entidad-relación:** Método empleado en el diseño de bases de datos basado en el análisis de tres modelos semánticos claves: entidad, relación y atributo.

**Nivel de acceso:** Se refiere a los tipos de acceso que tendrá el sistema de mantenimiento, estos son tres niveles para los usuarios autorizados al sistema, en los cuales cada nivel tiene sus accesos y restricciones.

**Node match tolerance:** Se usa para forzar a los nodos que aparecen dentro de la distancia a ser coincidentes.

**Nodo:** Son aquellos donde se unen tres o más líneas, las cuales forman los llamados arcos.

**Normalización:** Técnica en el diseño de bases de datos que empieza agrupando todos los atributos en una relación universal, la cual es después descompuesta en relaciones más pequeñas hasta que todas las relaciones divididas pertenezcan a la cuarta forma normal.

**PC INFO:** Programa de gestión de bases de datos temáticas asociadas al ARC/INFO.

**Pixel:** Elemento de imagen, es la parte más pequeña de una pantalla de vídeo.

**Precipitación pluvial:** La lluvia se origina por el enfriamiento del aire saturado de vapor de agua y es el resultado final de la condensación. Depende de determinado número de factores, entre los que se incluyen su posición en relación con el mar y la tierra, las corrientes de aire ascendente y descendente, el relieve, temperatura y corrientes marinas.

**Ploteador (gráficador):** Dispositivo de salida gráfica.

**Puntuales:** Son hechos definidos por una única coordenada  $(x,y)$ .

**Relación:** Tabla bidimensional adaptada como archivo.

**Relación entre datos:** Relación intrínseca entre dos elementos de datos, por ejemplo: la relación departamentos y municipios es uno a muchos, porque un departamento tiene muchos municipios.

**Representación análoga:** Representación de una variable por algún medio físico (tal como un voltaje) cuya magnitud varía continuamente con la variable.

**Scanner:** Llamado también barredor óptico, es un instrumento típico de captura de datos raster. Este dispositivo de entrada puede introducir en memoria un dibujo con el fin de procesarlo.

**Sismo:** Sacudida de la corteza terrestre.

**Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS):** Instrumento que reporta la posición geográfica basados en información de satélite.

**Sistema de Información:** Organización por medio de la cual los usuarios hacen consultas y encuentran respuesta de una fuente de datos.

**Sistema de Información Geográfica (SIG) :** Sistema computarizado de adquisición, almacenamiento, análisis y despliegue de datos geográficos.

**Sismología:** Este movimiento consecuencia de la actividad interna de la tierra, puede dividirse en dos grupos. En uno se incluyen las fuertes y repentinas estrepidaciones, denominadas movimientos sísmicos o terremotos y las vibraciones de pequeñas amplitudes o microsismos. En el otro grupo se agrupan los movimientos de extraordinaria lentitud y de gran amplitud, llamados movimientos orogénicos o continentales.

**Sobreposición:** Llamado también capa; es la marca distinta de un SIG, ya que solamente un SIG puede combinar condiciones que implican características con distintas geografías.

**SQL:** Lenguaje de consulta estructurado: lenguaje de manejo relacional de bases de datos.

**Superponer:** Sobreponer.

**Superposición:** Acción de superponer o superponerse.

**Tabla:** Estructura fundamental de administración de bases de datos. Es un objeto que almacena datos en registros (filas) y campos (columnas).

**Telemetría:** Transmitir datos de medición digital y/o analógica mediante facilidades de comunicación.

**Temático:** Variable ligada a cada objeto.

**Tolerancia:** Son pequeñas distancias, márgenes de maniobra en los que se pueden realizar ciertas operaciones sobre la base de datos espacial.

**Topología:** Procedimiento a través del cual los elementos geográficos son relacionados en un conjunto.

**Unívoco:** Que significa cosas diversas con una misma expresión. Dicese lo que tiene igual naturaleza o valor que otra cosa.

**Volcán:** Abertura de la superficie terrestre a través de la cual brotan rocas en estado de fusión (lava), ceniza, polvo volcánico, gases y vapor de agua.

**Volcán activo:** Son volcanes con erupción histórica conocida, volcanes con fuentes termales y volcanes que presentan un área cráterica bien formada.

**Zona de riesgo:** Son aquellas zonas en las que la población se ve afectada constantemente, tanto personal como materialmente, cuando ocurren fenómenos naturales.

**Zona de subducción:** Segmento de placa oceánica que desciende y se sumerge bajo una placa continental u oceánica a lo largo de la fosa marina.

**Zona sísmica:** área geográfica delimitada dentro de una región sísmica, en la cual la amenaza y el riesgo sísmico son similares y los requerimientos para el diseño sismorresistente son iguales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Moisa, Ana María; Romano, Luis Ernesto; **Caracterización de los desastres en El Salvador: tipología y vulnerabilidad socioeconómica**; 1994; Centro de Protección contra Desastres (CEPRODE)

Bosque Joaquín; Escobar Francisco Javier; Salado María Jesús; **Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI**, 1994, Addison-Wesley Iberoamericana, RA-MA

Velis L.; **Informe del mapa histórico de inundaciones de El Salvador**; Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Recursos Naturales, 1990 ; archivo de CEPRODE, octubre de 1992.

Ministerio de Obras Públicas; **Información sismológica y vulcanológica de El Salvador**; Centro de investigaciones Geotécnicas.

Dirección General de Economía Agropecuaria; **Seminario sobre Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en las estadísticas Agropecuarias**; Febrero de 1995.

O'Callaghan Donna y John; **Design and Implementation of computer-based Geographic Information Systems**; 1983; Amberst NY: IGU Commission on Geographical Data Sensing and Processing.

James Martín; **Organización de las Bases de Datos**; editorial Prentice Hall.

Gusman Gómez Ney; **Guía práctica para elaborar planes de emergencia**; editorial XYZ.

Velázquez Sergio; **Curso de Sistemas de Información Geográfica**; Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza; Junio 1994.

James A. Senn; **Análisis y diseño de sistemas de información**; editorial McGraw-Hill; segunda edición en español; 1992.

Korth F. Henry; Silberschatz Abraham; **Fundamentos de bases de datos**; editorial McGraw-Hill; segunda edición.

Alice Y.H. Tsai; **Sistemas de base de datos, administración y uso**; editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.; primera edición; impreso en México 1990.

Environmental Systems Research Institute INC, **Introducing Arc View; The Geographic Information System for Everyone**; 1994

Antonio López Fuensálida; **Metodologías de desarrollo**; Macrobit Corporation; México 1990.

Les Pinter/John Pinter; Manual de programación **Visual FoxPro**; McGraw-Hill; Impreso en México; primera edición.

García-Badell, José Javier; **FoxPro 2.5 para Dos y Windows**; McGraw-Hill; Impreso en México.

**Documentación buscada en las siguientes direcciones de Internet:**

- <http://www.esri.com/base/products/dak/dak.html>
- <http://www.esri.com/base/products/busmap-pro/busmappro.html>
- <http://www.progis.com/winmap.html>
- <http://www.progis.com/wingis.html>
- <http://www.esri.com/base/products/maplex/maplex.html>
- <http://www.esri.com/base/products/mapobjects/mo21.html>
- <http://www.esri.com/base/products/sde/sde.html>
- <http://www.esri.com/base/products/arcview/description.html>
- <http://www.esri.com/base/products/atlas/description.html>
- <http://www.esri.com/base/products/arccad/arccad.html>
- <http://www.esri.com/base/products/arccad/description.html>